

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales generadas por el  
hospital José Hernán Soto Cadenillas, Chota-2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**AUTOR**

Lizbeth Aracely Rojas Gonzáles

**ASESOR**

M.Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito

**CHOTA – PERÚ**

**NOVIEMBRE, 2021**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
  
Ing. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito  
INGENIERO FORESTAL

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios:**

Por regalarme el milagro de la vida y ser mi fortaleza en los instantes de incertidumbre.

### **A mis padres:**

A mi madre Emelina por su amor y por acompañarme a lo largo de mi vida. A mi padre Elmer por sus consejos y por el esfuerzo realizado por verme culminar mis estudios universitarios.

### **A mis asesores**

M.Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito y M. Sc. Carlos Javier Medina Valderrama por el apoyo que me han brindado desde el primer momento, gracias por el tiempo invertido y por los consejos para la ejecución de mi proyecto de tesis.

### **A mis amigos:**

Diana, Flor, Marco, Thalía y Yulissa gracias por apoyarme en esta investigación.

### **A la Universidad Nacional Autónoma de Chota y docentes**

Por los conocimientos impartidos durante mi formación académica y al Ing. Wilmer Uriarte Tirado gracias por el apoyo y disposición que me han permitido encaminar mi trabajo de tesis.

### **Al hospital “JHSC”**

Gracias a los trabajadores de las diferentes áreas los cuales me orientaron, brindaron información y apoyaron para desarrollar la ejecución.

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi abuelita Zulema y de mi tía Amalia, aunque no estén físicamente conmigo el recuerdo de su amor me acompaña y me guía todos los días de mi vida.

A mi abuelito Jesús, a mi madre Emelina, a mis primos Carlos y Marycarmen y a mi ahijada Estefany los cuales son el motivo de mi felicidad y la fuerza que necesito para salir adelante.

Lizbeth Aracely

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2. Objetivos</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3. Hipótesis</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4. Justificación</b> .....	<b>19</b>
<b>1.5. Delimitación de la investigación</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>21</b>
2.1.1. A nivel mundial.....	<b>21</b>
2.1.2. A nivel nacional.....	<b>24</b>
2.1.3. A nivel local.....	<b>25</b>
<b>2.2. Bases Teóricas</b> .....	<b>26</b>

2.2.1.	Agua residual hospitalaria.....	26
2.2.2.	Usuarios no domésticos (UND).....	26
2.2.3.	Impacto ambiental de los hospitales .....	26
2.2.4.	Método de análisis para la evaluación de la calidad del agua residual no domestica 26	
2.2.5.	Normativa legal.....	27
2.2.6.	Resolución ministerial N° 360-2016-VIVIENDA .....	28
2.2.7.	Parámetros fisicoquímicos del agua hospitalaria.....	29
2.2.8.	Parámetros físicos del agua.....	30
2.2.9.	Parámetros químicos del agua .....	32
2.2.10.	Materia orgánica (MO) .....	36
2.2.11.	Biodegradabilidad.....	36
2.2.12.	Oxígeno disuelto .....	37
2.2.13.	Entidades prestadoras de servicios de saneamiento (EPS Saneamiento).....	37
2.2.14.	Superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS) .....	37
<b>2.3.</b>	<b>Marco conceptual .....</b>	<b>37</b>
2.3.1.	Aguas residuales .....	37
2.3.2.	Agua superficial.....	37
2.3.3.	Alcantarillado.....	38
2.3.4.	Caudal .....	38

2.3.5.	Contaminación del agua.....	38
2.3.6.	Muestreo .....	38
2.3.7.	Hospital.....	39
2.3.8.	Parámetro .....	39
2.3.9.	Punto de descarga .....	39
2.3.10.	Punto de toma de muestra.....	39
<b>TÍTULO III .....</b>		<b>40</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>40</b>
<b>3.1.</b>	<b>Ubicación de la investigación .....</b>	<b>40</b>
	Ubicación política.....	40
	Ubicación geográfica.....	40
<b>3.2.</b>	<b>Descripción de la zona de estudio .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3.</b>	<b>Equipos, materiales e insumos .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.</b>	<b>Metodología de la investigación .....</b>	<b>47</b>
3.4.1.	Tipo de investigación.....	47
3.4.2.	Diseño de la investigación .....	47
3.4.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	50
<b>3.5.</b>	<b>Población y muestra .....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.</b>	<b>Análisis de las aguas residuales generadas en el hospital JHSC.....</b>	<b>51</b>
3.6.1.	Metodología de muestreo.....	51

3.6.2.	Determinación y frecuencia de monitoreo.....	51
3.6.3.	Parámetros de monitoreo .....	55
<b>3.4.</b>	<b>Análisis de datos</b> .....	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>58</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....		<b>58</b>
<b>4.1.</b>	<b>Calculo del caudal</b> .....	<b>58</b>
<b>4.2.</b>	<b>Parámetros fisicoquímicos</b> .....	<b>59</b>
4.2.1.	Concentración de DBO <sub>5</sub> de los seis muestreos y comparación con los VMA.....	59
4.1.1.	Concentración de DQO de los seis muestreos y comparación con los VMA.....	62
4.1.2.	Concentración de SST de los seis muestreos y comparación con los VMA .....	65
4.1.3.	Concentración de A y G de los seis muestreos y comparación con los VMA.....	68
4.1.4.	Concentración del pH de los seis muestreos y comparación con los VMA .....	71
4.1.5.	Concentración de la Temperatura de los seis muestreos y comparación con los VMA	74
<b>4.2.</b>	<b>Índice de biodegradabilidad - IB</b> .....	<b>77</b>
4.2.1.	Análisis de la probabilidad que cumplen con los VMA .....	78
<b>4.3.</b>	<b>Correlación de parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del HJHSC</b> ....	<b>80</b>
4.3.1.	Correlación entre DBO <sub>5</sub> y DQO .....	82
4.3.2.	Correlación entre DBO <sub>5</sub> y SST.....	83
4.3.3.	Correlación entre DBO <sub>5</sub> y A y G .....	85

4.3.4. Correlación entre DQO y SST .....	86
4.3.5. Correlación entre SST y A y G .....	88
<b><i>CAPÍTULO V</i></b> .....	<b>90</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....	<b>90</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>91</b>
<b><i>CAPÍTULO VI</i></b> .....	<b>93</b>
<b><i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i></b> .....	<b>93</b>
<b><i>CAPÍTULO VII</i></b> .....	<b>106</b>
<b><i>ANEXOS</i></b> .....	<b>106</b>
<b>7.1. Panel fotográfico</b> .....	<b>106</b>
<b>7.2. Cadena de custodia</b> .....	<b>112</b>
<b>7.3. Informes de análisis de laboratorio</b> .....	<b>118</b>
<b>7.4. Reglamento de Valores Máximos Admisibles -VMA</b> .....	<b>136</b>



## LISTA DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación política.....	41
Figura 2. Mapa de Ubicación de los buzones de muestreo de agua proveniente del Hospital. ....	42
Figura 3. Diseño de la investigación.....	49
Figura 4. Proceso de extracción de muestras de agua.....	54
Figura 5. Comparación de la DBO <sub>5</sub> con los VMA .....	59
Figura 6. Comparación de DQO con VMA .....	62
Figura 7. Comparación de SST con los VMA .....	65
Figura 8. Comparación de los A y G con los VMA.....	68
Figura 9. Comparación del pH con los VMA.....	71
Figura 10. Comparación de la temperatura con los VMA .....	74
Figura 11. Probabilidad de que los parámetros fisicoquímicos cumplan con los VMA.....	79
Figura 12. Correlación de Pearson de los parámetros del HJHSC-Chota.....	80
Figura 13. Correlación entre DBO <sub>5</sub> vs DQO .....	82
Figura 14. Correlación entre DBO <sub>5</sub> vs SST.....	83
Figura 15. Correlación entre DBO <sub>5</sub> vs A y G.....	85
Figura 16. Correlación DQO vs SST .....	86
Figura 17. Correlación entre A y G vs SST.....	88
Figura 18. Buzón de salida del agua residual del HJHSC - Chota al sistema de alcantarillado público.....	106
Figura 19. Recolección de agua residual del hospital de Chota .....	106
Figura 20. Medición de parámetros de campo (T y pH).....	107

Figura 21. Muestra de agua residual para analisis de aceites y grasas .....	107
Figura 22. Muestra de agua residual para análisis de (DBO <sub>5</sub> , DQO y SST) .....	108
Figura 23. Adición de preservante a la muestra de DQO .....	108
Figura 24. Colocamos preservante a las muestras de A y G.....	109
Figura 25. Aseguramiento de la muestra para su trasladado y transporte a laboratorio .....	109
Figura 26. Etiquetado de las muestras de agua residual .....	110
Figura 27. Traslado de las muestras en el cooler para su envió al laboratorio .....	110
Figura 28. Kit de muestras listas para envió a laboratorio para el análisis de DBO <sub>5</sub> , DQO, SST y A y G.....	111

## TABLAS

Tabla 1. Método de ensayo usado para cada parámetro .....	27
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos para las actividades realizadas en Hospitales según la CIU .....	28
Tabla 3. VMA para la descarga de aguas residuales no domésticas al alcantarillado .....	29
Tabla 4. Población de la ciudad de Chota.....	44
Tabla 5. Punto de muestreo de las aguas residuales del Hospital JHSC.....	52
Tabla 6. Parámetros evaluados in situ y ex situ evaluados en el HJHSC .....	55
Tabla 7. Tipo de recipiente y cantidad mínima de muestra para parámetros fisicoquímicos .....	56
Tabla 8. Preservación y tiempo de almacenamiento de las muestras .....	56
Tabla 9 Caudal de descarga de las aguas residuales del Hospital de Chota .....	58
Tabla 10. Estadísticos descriptivos de la DBO <sub>5</sub> .....	59
Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la DQO.....	62
Tabla 12. Estadísticos descriptivos de los SST.....	65
Tabla 13. Estadísticos descriptivos de los A y G.....	68
Tabla 15. Estadísticos descriptivos del pH .....	71
Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la temperatura .....	74
Tabla 17. Índice de biodegradabilidad.....	77
Tabla 18. Análisis de probabilidad de las muestras de agua residual del hospital JHSC .....	78
Tabla 19. Correlación de parámetros fisicoquímicos .....	80

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**HJHSC:** Hospital José Hernán Soto Cadenillas

**DBO<sub>5</sub>:** Demanda Bioquímica de Oxígeno

**DQO:** Demanda Química de Oxígeno

**SST:** Sólidos Suspendidos totales

**Ay G:** Aceites y grasas

**T:** Temperatura

**pH:** Potencial de Hidrogeno

**VMA:** Valores Máximos Admisibles

**MO:** Materia orgánica

**IB:** Índice de biodegradabilidad

**SUNASS:** Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

**SEMAPA:** Servicio Municipal de Agua potable y Alcantarillado

**INACAL:** Instituto Nacional de Calidad

**MINAM:** Ministerio del Ambiente

**EPS:** Empresas Prestadoras de Servicios

**UND:** Usuarios no domésticos

**CIIU:** Clasificación Industrial Internacional Uniforme

## RESUMEN

La investigación considero como objetivo evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales generadas por el Hospital “José Hernán Soto Cadenillas”, Chota – 2020, cuya metodología empleada en el estudio descriptivo se basó en la recolección de seis muestras del efluente de agua residual procedente de las instalaciones del hospital, el muestreo se realizó por un periodo de tres meses (diciembre del 2019, octubre y noviembre del 2020), usando para el análisis de parámetros de campo equipos de la DISA-CHOTA para determinar el pH y la temperatura, mientras que para el análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G se enviaron las muestras al laboratorio ALAB acreditado con registro N° LE – 096, obteniéndose la concentración promedio de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST igual a 2414,1 mg/L, 4667,5 mg/L y 1379,8 mg/L respectivamente, resultados que superan los valores máximos admisibles (VMA), los A y G, pH y T presentaron valores promedio de 46,0 mg/L, 7,4 unidades de pH y 18,9 ° C, los cuales están por debajo de lo señalado en el D.S. 010-2019-VIVIENDA, concluyendo que el efluente generado por el hospital de Chota posee una carga contaminante elevada notable a través de los parámetros más relevantes del análisis en comparación con los VMA (que tienen respectivamente valores de 500, 1000, 500 y 100 mg/L de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G, de 6 a 9 de pH, y < 35 °C en el caso de la temperatura), poniendo en riesgo al ambiente y a la población chotana.

**Palabras claves:** hospital, agua residual, parámetros fisicoquímicos y valores máximos admisibles

## ABSTRACT

For the emission of hospital wastewater to an affluent, the D.S. 010-2019-VIVIENDA (Peruvian Law that approves the Regulation of Maximum Allowable Values for the discharge of non-domestic wastewater into the sanitary sewerage system) has to be followed. However, the absence of water studies coming from hospitals facilities is common. Therefore, this research is aimed at evaluating physicochemical parameters of wastewater produced by the José Hernán Soto Cadenillas Hospital in Chota, 2020. In the descriptive study, six samples of wastewater effluent from the hospital facilities were collected over three months (December 2019, October and November 2020). Equipment from the Chota Sub Regional Health Directorate (DISA-CHOTA) was used for the analysis of field parameters such as pH and temperature. While for the analysis of BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, A and G the samples were sent to the ALAB laboratory accredited with registration No. LE - 096. As a result, it was obtained that the concentrations A and G, pH and T presented average values of 46.0 mg/L, 7.4 pH units and 18.9 ° C, data below what is indicated in the D. S. 010-2019-VIVIENDA. However, the average concentration of BOD<sub>5</sub>, COD and TSS is 2414.1 mg/L, 4667.5 mg/L and 1379.8 mg/L respectively, data higher than the maximum allowable values (MAV), which are 500 mg/L of BOD<sub>5</sub>, 1000 mg/L of COD and 500 mg/L of TSS. Consequently, it is concluded that the effluent produced by the Chota hospital has a significant high pollutant load in terms of BOD<sub>5</sub>, COD and TSS compared to the MAV, putting the environment and the population of Chota at risk.

**Keywords:** hospital, wastewater, physicochemical parameters and maximum allowable values.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### **1.1. Planteamiento del problema**

El agua es primordial para la vida, pero su utilización en diferentes actividades conlleva a la generación de aguas residuales las cuales muchas veces son depositadas directamente a cauces superficiales sin previo tratamiento, trayendo consigo la pérdida de las propiedades del flujo hídrico.

Así mismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) señala que las aguas residuales provenientes de los hospitales traen consigo diversos problemas tales como eutrofización, generación de malos olores, pérdida del hábitat de las especies que habitan en el medio acuático y notorios daños en el agua considerando el agua hospitalaria como agua residual de alto riesgo tanto para el ambiente como para la población.

A nivel nacional el Perú no es ajeno al problema de contaminación del agua superficial derivado de las actividades antropogénicas entre las que se consideran a las actividades desarrolladas en los centros de salud en donde se utiliza diariamente cantidades elevadas de agua que luego son vertidas directamente a los ríos, lagos, quebrados y diversos cuerpos receptores, impidiendo su posterior utilización para regar vegetales o para la bebida de animales y consideradas como peligrosas para el consumo humano (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018).

La generación de agua residual proveniente de los hospitales es catalogada como agua residual con elevadas concentraciones de microorganismos, metales y solventes orgánicos considerándose no solo un problema ambiental sino también un problema social debido a que

muchas veces estas aguas entran en contacto con la población aledaña a los cuerpos de agua los cuales la utilizan en sus diferentes actividades (El Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

La misma situación de contaminación del líquido elemento se presenta en el departamento de Ucayali, el hospital Amazónico descarga sus efluentes a una quebrada la cual se une al lago Yarinacocha ocasionando contaminación del agua e incumpliendo con la normativa nacional además de que no cuenta con el permiso brindado por la ANA. (El Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2016).

El vertimiento de las aguas residuales hospitalarias afecta severamente a los cuerpos de agua debido a que muchas veces no pasa por un tratamiento antes de su vertimiento, para evitar la alteración de la calidad del agua y garantizar que se está cumpliendo con la normativa nacional se emplea el D.S. 010-2019-VIVIENDA el cual aprueba el reglamento de los VMA para la descarga de aguas residuales al alcantarillado público, los VMA establecen la concentración límite de los parámetros fisicoquímicos antes de su vertimiento para prevenir daños al ambiente, a la persona, deteriorar las instalaciones de desagüe, desaparición de las especies acuáticas entre otros aspectos negativos; las EPSS tiene la responsabilidad de implementar sistemas de monitoreo y supervisión de la descarga del efluente hospitalario de tal manera que se cumpla con los VMA (Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento [SUNASS], (2015). Es importante tener de conocimiento que este decreto supremo sufrió modificaciones mediante el D.S. 014-2019-VIVIENDA en el cual se decreta el cambio en las disposiciones complementarias transitorias, es decir que, las disposiciones contenidas en el D.S. no son aplicadas en los lugares que, durante el inicio de la vigencia, se están llevando a cabo acciones para fomentar la inversión privada, los cuáles se hallan en etapa de transacción.



En el departamento de Cajamarca la contaminación del agua se genera por descargar las aguas residuales derivadas de las distintas acciones antropogénicas con lo cual genera severos problemas en los cuerpos de agua superficial contaminando al líquido elemento (Gobierno Regional de Cajamarca [GRC], 2014).

En la ciudad de Chota existe 57 Km de colector público, el cual recolecta el agua residual domiciliaria y no domiciliaria, como es el caso del agua residual generada en el Hospital JHSC la cual es vertida al alcantarillado público a la altura del Jr. Cajamarca para posteriormente desembocar en el río Chotano ubicado aproximadamente a 2291 msnm y en la quebrada San Mateo a 2284 msnm, sin ningún previo tratamiento, incumpliendo la normativa nacional, alterando su calidad y lo más preocupante es que en la época de estiaje con dichas aguas de los ríos Chotano, Colpamayo y la quebrada San Mateo se riegan un total de 200 hectáreas de pastos y vegetales de tallo bajo poniendo probablemente en riesgo a los pobladores (Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado [SEMAPA], 2019).

El Hospital JHSC es una institución que brinda servicios de salud, hace 50 años viene atendiendo a la población de la provincia de Chota en el último año aumentado el número de usuarios que acuden al hospital, en un mayor porcentaje a niños de 0-11 años y adultos de 30-59 años. Producto de las actividades durante la atención realizadas en el hospital se generan aguas residuales de las diferentes instalaciones en las cuales se brindan los servicios de: emergencia, centro quirúrgico, partos, gineco obstetricia, cirugía, medicina, farmacia, laboratorio, pediatría, rayos x, terapia física y rehabilitación, hemoterapia, banco de sangre y consultorios externos; además el agua residual proveniente de lavandería y cocina las cuales desembocan en al alcantarillado público (Dirección de Salud Chota, 2019).

## **Problema general:**

El problema formulado fue conocer: ¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G, pH y T) de las aguas residuales generadas por el Hospital José Hernán Soto Cadenillas, Chota-2020?,

## **1.2.Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales generadas por el Hospital “José Hernán Soto Cadenillas”, Chota – 2020.

### **Objetivos específicos**

- Calcular la concentración de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G y los valores de pH y T de las aguas residuales generadas por el Hospital José Hernán Soto Cadenillas, Chota-2020.
- Comparar los resultados del análisis fisicoquímico de las aguas residuales del Hospital “José Hernán Soto Cadenillas” con el reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para la descarga de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

## **1.3. Hipótesis**

Para resolver el problema general de la investigación se han planteado las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Los valores de los parámetros fisicoquímicos DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G, pH y T de las aguas residuales generadas en el hospital José Hernán Soto Cadenillas son mayores a 500 mg/L, 1000 mg/L, 500 mg/L, 100 mg/L, de 6 a 9 unidades de pH y <35 °C, respectivamente.

**H<sub>1</sub>:** Los valores de los parámetros fisicoquímicos DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G, pH y T de las aguas residuales generadas en el hospital José Hernán Soto Cadenillas son menores a 500 mg/L, 1000 mg/L, 500 mg/L, 100 mg/L, de 6 a 9 unidades de pH y <35 ° C, respectivamente.

#### **1.4. Justificación**

Surge por el menester de evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales provenientes de las instalaciones del Hospital de Chota, a fin de determinar si cumple con la normativa ambiental, producto a que en sus actividades diarias, el hospital descarga agua residual proveniente de la sala de operaciones, sala de parto, laboratorios, emergencia, del área de lavandería, cocina y de los servicios higiénicos, las cuales no pasan por ningún tratamiento y son vertidas al alcantarillado de la ciudad de Chota, desembocando en la quebrada San Mateo para posteriormente unirse al Río Chotano, sin embargo, la institución adopta una postura de incumplimiento a lo estipulado en el reglamento de VMA (D.S. 010-2019 VIVIENDA), al ser muy probable que sus parámetros de calidad del agua estén fuera de rango. Por tanto, la investigación sirvió para dilucidar y comparar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del Hospital en mención y efectuar la evaluación respectiva para proponer alternativas de solución que dicha institución puede adoptar de esta manera contribuir con el cuidado del medio ambiente.

#### **1.5. Delimitación de la investigación**

##### **- Espacio**

Se efectuó varias visitas para el recojo de las aguas residuales generadas por el Hospital JHSC, los análisis de pH y T se realizó con los equipos de la DISA-Chota y los demás parámetros (DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G) fueron llevados al laboratorio acreditado ALAB con registro N° LE – 096 para su respectivo análisis.

##### **- Tiempo**

El tiempo con el que se contó para realizar el trabajo de investigación fue el año 2019- 2020.

- **Alcance**

La presente investigación realizo una evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales provenientes del hospital JHSC, y de estos resultados se propondrán las posibles mejoras que van a permitir que el nosocomio verter adecuadamente sus aguas al alcantarillado público.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. *A nivel mundial*

Edan y Sharqi (2020) en su “ESTUDIO SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y BACTERIANAS DE AGUAS RESIDUALES PARA EL HOSPITAL DOCENTE DE RAMADI Y SU IMPACTO EN EL RÍO ÉUFRATES”, tuvieron como objetivo evaluar los posibles impactos de las aguas residuales vertidas por el hospital durante el período de agosto 2019 a enero de 2020, la muestra estuvo compuesta por tres puntos de control uno aguas arriba, cerca al vertimiento y aguas abajo de la descarga, los resultados que obtuvieron fueron T entre 12° C a 33° C y DBO entre  $1,0 \pm 1,2$  y  $34 \pm 6,5$  mg/L concluyeron que los parámetros tuvieron valores elevados después del punto de descarga a comparación de los valores obtenidos aguas arriba.

Alexandre et al. (2020), realizaron el “ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO CENTRO DE KIGALI”, el objetivo fue evaluar el efluente de la planta de tratamiento de CHUK, se tomaron un total de 12 muestras, durante 3 meses, en 4 puntos (en el punto de encuentro con el arroyo Mpazi, y la mezcla con los efluentes de CHUK), los valores obtenidos fueron pH igual a (7, 25; 8,12; 7,74 y 7,4); DBO<sub>5</sub> (29,3; 30,85; 29,4 y 27,3 mg/L), T (26,4; 26,8; 26,9; 26,5° C); SST (77,0; 56,5; 62,8 y 69,1 mg/L); concluyeron que los parámetros cumplen con la norma.

Souza et al. (2019) en su disertación sobre el “TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LAVANDERÍA HOSPITALARIA POR PROCESO OXIDATIVO AVANZADO: UV/H<sub>2</sub> O<sub>2</sub>”, tuvo como objetivo evaluar el tratamiento de dicho efluentes mediante el proceso oxidativo avanzado, la recolección de muestras en el buzón de salida fue durante 8 horas cada 30 minutos

obteniendo un volumen total de 16 L, los resultados obtenidos fue pH igual a 9,35, color 177 Pt/Co, turbiedad 38 NTU y DBO 173 mg/L, se concluyó que el tratamiento está influenciado por la DQO y el pH, se disminuyó la cantidad de tensoactivos al 98% en condiciones óptimas y 60% de MO del efluente producido por la lavandería del hospital.

Ramdani et al. (2018), en su trabajo sobre la “CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE EFLUENTES HOSPITALARIOS Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE”, tuvieron como objetivo conocer la calidad de los efluentes del hospital Hassani Abdelkader de Sidi BelAbbes (Argelia), se tomaron 2 muestras al día, durante 2 meses, los resultados revelan una contaminación química significativa (DQO:488 hasta 879 mg/L, DBO<sub>5</sub>: 255 hasta 850 mg/ L, T: 16,6 ° C hasta 19,2 ° C, pH 7,45 hasta 8,85, DQO/DBO<sub>5</sub>: 1,03 hasta 2,34 superando ampliamente los estándares establecidos, esta contaminación es principalmente de origen orgánico, el IB es inferior a 2 por lo que se puede decir que es un efluente biodegradable.

Adanloknonon et al. (2018), en su investigación sobre la “CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE EFLUENTES DEL CENTRO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE LA MÈRE ET DE L’ENFANT LAGUNE (CHU-MEL)” vertido en la laguna de Cotonou en Benín, tuvo como objetivo caracterizar los efluentes y los peligros potenciales de estas liberaciones para este ecosistema, su muestra fue recolectada durante horas de la mañana entre las 7 y 10 am., las muestras se tomaron durante la época de lluvia y en época seca, los resultados fueron pH igual a 6,65, T con un valor de 30,3 °C, SS entre 47 mg/L hasta 398 mg/L. DQO de 97 a 274 mg/L, DBO<sub>5</sub> varía de 38 a 53 mg/L.

Costa et al. (2017), en su investigación sobre la “CONTRIBUCIÓN QUÍMICA AL PLAN DE GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LOS SERVICIOS DE SALUD” tuvieron como objetivo analizar las principales líneas de residuos asistenciales en el Hospital de la Universidad

Federal de Paraná, la muestra se realizó en 3 fechas distintas durante la mañana para facilitar la optimización el tiempo y su análisis, los resultados de T: 25° C y 36° C, pH entre 7,3 y 8,5, DBO entre 476 y 1234 mg/L, DQO entre 4 y 2225 mg/L, se concluye que los residuos líquidos son vertidos directamente al alcantarillado publico ocasionando una severa contaminación a sí mismo el proceso fentón es eficaz en cuanto a la reducción de contaminantes.

Andrade y Castro (2017), en su investigación sobre el “DISEÑO HIDRÁULICO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL HOSPITAL NUEVO DEL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ – COLOMBIA”, plantearon como objetivo principal el diseño de la PTAR, los resultados obtenidos fueron: 400 mg/L de DBO y un caudal de 1,10 L/d los autores concluyeron que estos valores disminuyen utilizando el método de lodos activados, permite disminuir la DBO de 400mg/L a 25 mg/L lo cual mejora la calidad del efluente y cumple con la norma, tomando la decisión de que la nueva planta será de fibra de vidrio para disminuir la contaminación de aguas.

Delgado (2017), investigo “EL MANEJO ADECUADO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA UNIDAD DE DIÁLISIS MEDIANTE UNA PROPUESTA PARA SU TRATAMIENTO” tuvo como objetivo proponer un tratamiento para el buen manejo de los desechos líquidos en la unidad de diálisis Nefrosalud, la muestra fue tomada a la salida del efluente al sistema de alcantarillado, cada 6 meses, el autor obtuvo como resultados DBO 401 mg/L, DQO con 616 mg/L, 1,70 mg/L de A y G, SST 108 mg/L, además de calcular el caudal el cual tuvo un valor promedio de 7,8 m<sup>3</sup>/día, concluyo que el análisis de DBO<sub>5</sub> y DQO superan los parámetros establecidos, además de sugerir un método de tratamiento fácil y económico para disminuir el impacto negativo al medio ambiente.

León (2015), en su disertación sobre la “CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, BIOLÓGICA Y ECOTOXICOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES DE UN HOSPITAL DE LA

CIUDAD DE CUENCA”, tuvo como objetivo evaluar si los vertidos de productos tóxicos de la instalación hospitalaria son tóxicos, Una muestra compuesta se tomó de 10:00 am a 6:00 pm, durante 3 meses, se utilizó Microsoft Excel 2007 para análisis estadístico, los resultados de pH fueron 5,69 a 7,63, T 16 a 16.67 °C, DBO<sub>5</sub> 205 a 1140 mg / L, DQO 256 a 1480 mg / L, la relación DQO/DBO fue de 1,55, lo que muestra un vertido orgánico y biodegradable, se concluye que los análisis físico-químicos como turbidez, alcalinidad, sólidos, DBO<sub>5</sub>, DQO, nitratos y fosfatos superan la LMP.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Pajuelo et al. (2021), estudiaron la “INACTIVACIÓN DE BACTERIAS RESISTENTES A LOS ANTIBIÓTICOS EN AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS MEDIANTE FOTOCATÁLISIS DE TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>”, tuvieron como objetivo determinar la eficacia fotocatalítica del TiO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en la inactivación de bacterias, se muestreo en el Centro Médico Naval, Callao recolectando 2 muestras de la red de alcantarillado, los resultados fueron T 21,1 °C, 6,26 de pH, 344, 286, 270 y 109 mg/L de DQO, DBO<sub>5</sub>, SST, A y G, respectivamente, los cuales son aceptables a excepción de los A y G que tienen un ligero aumento, concluyeron que la utilización del tratamiento tiene eficiencia en la inactivación al 70% para *E. coli* y superior al 90% para *E. intestinal* además disminuyo los parámetros hasta valores aceptables por la normativa nacional.

Castillo et al. (2019), investigaron sobre "AGUAS RESIDUALES DEL ÁREA DE LAVANDERÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD INFANTIL, SAN BORJA Y SU TRATAMIENTO POR OXIDACIÓN FOTOCATALÍTICA CON (TiO<sub>2</sub>) Y LUZ ULTRAVIOLETA - 2017", el objetivo se basó en conocer la eficiencia de oxidación fotocatalítica, los resultados fueron pH 12, T 42 ° C, y 745, 232, 52, 323 mg/L de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G, respectivamente, concluyó que el agua residual excede el VMA, la aplicación del proceso de



oxidación usando  $\text{TiO}_2$ , ofrece una eficiencia en la reducción de la concentración de DQO, y el uso de ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) reduce los valores de A y G, DQO, DBO, pH y TSS, reduciendo así la carga contaminante antes del vertido.

### **2.1.3. A nivel local**

Guevara (2020), en su estudio sobre la “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL DOCENTE REGIONAL DE CAJAMARCA, 2019” tuvo como objetivo conocer los parámetros físico-químicos y biológicos de las aguas residuales hospitalarias, se realizaron muestras compuestas aplicado durante una semana, los resultados obtenidos fueron A y G 56,7 mg/L, DQO 583,9 mg/L coliformes termotolerantes 3.500.000 NMP/100mL, DBO 390 mg / L, pH 9,2 y SST con una concentración de 304 mg/L, la El autor concluyó que la descarga generadas por el hospital y arrojadas alcantarillado de la ciudad de Cajamarca excede la LMP.

Rodríguez (2015), en su investigación sobre "EL ANÁLISIS Y PLAN DE MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL REGIONAL DE CAJAMARCA-2015", su objetivo fue diluir los parámetros físicos, químicos y microbiológicas de las aguas hospitalarias para proponer un Plan de Gestión Ambiental, la muestra compuesta se tomó por 2 meses, los resultados fueron 181-236 mg / L de  $\text{DBO}_5$ , la DQO es de 422 a 567 mg / L, pH entre 6,5 a 8,5, la T es 33,5 a 34 ° C, el IB fue 2,41 que muestra un vertido orgánico y biodegradable, concluyo que los resultados superan los valores establecidos en DS 003 - 2010 - MINAM.

Medina et al. (2020), lograron “OPTIMIZAR LA APLICACIÓN DEL PROCESO FENTON PARA DEGRADAR LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CHOTA–PERÚ” para lo cual se realizó la toma de muestras al azar, los resultado obtenidos del análisis del agua residual fue:  $\text{DBO}_5$  1874 mg/L, DQO 4654,4 mg/L, alcalinidad total 7200 mg

CaCO<sub>3</sub>/L, pH 7,6, conductividad 1560 S/cm, ST 3361 mg/L, OD 1,22 mg O<sub>2</sub>/L, turbidez 327 NTU y T 18,3 ° C, se concluyó que los valores de DBO<sub>5</sub> y DQO se halla sobre la normativa nacional y su IB es de 0,4 a sí mismo el proceso fenton es una opción eficiente para el tratamiento de aguas residuales de camales.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Agua residual hospitalaria**

El agua residual hospitalaria es considerada como agua residual no doméstica, esta es producida durante las actividades tales como revisión médica, partos, operaciones, cirugías, agua residual del análisis de laboratorio, etc., la cual genere residuos líquidos los cuales son vertidos al alcantarillado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

### **2.2.2. Usuarios no domésticos (UND)**

Según la SUNASS (2013) son aquellas personas que vierten su agua residual no doméstica a la alcantarilla, las cuales son procedentes de los hospitales, camales, curtiembre entre otros.

### **2.2.3. Impacto ambiental de los hospitales**

Rodríguez et al (2015) enuncian que, durante la atención médica en los hospitales, clínicas, postas se utilizan cantidades grandes de agua y de energía la cuales generan grandes cantidades de desechos líquidos, sólidos con residuos biológicos contaminantes estos muchas veces no tienen un adecuado tratamiento esto conlleva a un impacto significativo en el ambiente y los humanos.

### **2.2.4. Método de análisis para la evaluación de la calidad del agua residual no domestica**

Para el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos en laboratorio se usó diferentes métodos de ensayo, los cuales sirven como guía para determinar la concentración de cada uno, los métodos se detallarán a continuación:

**Tabla 1**

*Método de ensayo usado para cada parámetro*

<b>Parámetro</b>	<b>Método de ensayo usado en el laboratorio</b>
DBO <sub>5</sub>	“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017”
DQO	“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017”
SST	“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017”
A y G	“SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017”

Nota: Con datos de la NTP 214.060 2016

### **2.2.5. Normativa legal**

#### **2.2.5.1. Ley general del ambiente N° 28611**

En el artículo I. reconoce que los individuos poseen derecho de vivir en un ambiente saludable, así mismo en el artículo V sostiene que entre los objetivos de la gestión ambiental se encuentra vigilar, prevenir y evitar la degradación del ambiente, por otro lado en el artículo 121 detalla que el estado emite autorizaciones para la descarga de agua residual siempre que dicho vertimiento no cause daños al ambiente teniendo en cuenta para ello comparar los valores con la normativa nacional vigente.

#### **2.2.5.2. Ley de recursos hídricos N° 29338**

Esta ley regula el adecuado uso del recurso hídrico y la gestión integrada del agua, mediante la participación del estado y todos los involucrados, en el artículo 79 nos menciona sobre la descarga de agua residual, manifestando que corresponde a la autoridad competente el permiso y controlar la descarga de agua residual al alcantarillado en concordancia con el D.S. 010-2019-VIVIENDA que aprueba los VMA.

### 2.2.6. Resolución ministerial N° 360-2016-VIVIENDA

“Contempla el anexo de los parámetros para cada actividad descrita en la clasificación industrial internacional uniforme - CIU, los cuales son de obligatorio acatamiento por parte de los usufructuarios no domésticos” (MVCS, 2016, p. 5).

La CIU es una clasificación, adoptada por países como Perú, en la cual se encuentran las diferentes actividades económicas productivas realizadas en el país, las cuales tienen como consecuencia el vertimiento de aguas residuales no domésticas al alcantarillado, para las actividades realizadas en los hospitales el código CIU es 8610 en el cual se encuentra plasmado los parámetros que se deben analizar tales como: DQO, DBO<sub>5</sub>, SST, A y G, pH Y T, dichos vertimientos tienen que cumplir con los VMA.

Esta investigación realizó el análisis de los parámetros que se detallan en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Parámetros fisicoquímicos para las actividades realizadas en Hospitales según la CIU*

<b>Código CIU</b>	<b>Actividad</b>	<b>Parámetros</b>
8610	Actividades de hospitales	DBO <sub>5</sub> DQO SST Ay G pH T

*Nota.* Con datos del reglamento de VMA del MVCS (2016).

#### 2.2.6.1. Reglamento de valores máximos admisibles (VMA) – D. S. N° 010-2019-VIVIENDA

D.S. que aprueba el reglamento de VMA para la descarga de agua residual no doméstica al alcantarillado, según El OEFA (2017) afirma que los VMA son los parámetros físicos y/o químicos, o la concentración de elementos de un efluente no domestico los cuales se descargan al sistema de alcantarillado, cuando exceden los VMA ocasionan daños en los sistemas de desagüe,

instalaciones, estructuras y tienen influencia en los procedimientos de tratamiento de agua, además de que en los cuerpos de agua superficial ocasionan contaminación.

El reglamento de VMA contempla una lista de parámetros fisicoquímicos en sus anexos 1 y 2, en la investigación solo se evaluaron aquellos que se son de mayor importancia para las actividades hospitalarias detalladas en la R.M. N° 360-2016- VIVIENDA, en la cual se considera la evaluación de la DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, T, pH, A y G parámetros importantes para poder caracterizar las aguas del hospital de Chota.

La siguiente tabla nos muestra los VMA para cada parámetro, dichos valores sirven para comparar los resultados con la evaluación fisicoquímica del agua residual del hospital JHSC.

**Tabla 3**

*VMA para la descarga de aguas residuales no domésticas al alcantarillado*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Simbología</b>	<b>VMA</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	DQO	1000
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	100
Potencial de hidrogeno	mg/L	pH	6-9
Temperatura	° C	T	<35

*Nota.* Con datos del reglamento de VMA del MVCS (2019).

### **2.2.7. Parámetros fisicoquímicos del agua hospitalaria**

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos es importante para tener la certeza de estar cumpliendo con los VMA antes de su descarga.

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos como potencial de hidrogeno, temperatura, solidos disueltos totales, entre otros deben ser analizados, debido a que en las fuentes de agua se desarrolla la vida de muchas especies (Morales et al., 2018).

El análisis se realiza en campo utilizando equipo multiparámetro el cual permite medir el pH, temperatura, sólidos totales, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y los parámetros analizados en laboratorio son la DBO, DQO y contenido de materia orgánica, este análisis nos permite conocer las concentraciones y valores de cada parámetro con la finalidad de compararlo con la normativa correspondiente y comprobar si el agua es idónea para el gasto humano o para otras actividades (Flores et al., 2018). Del mismo modo Torres (2011), manifiestan que la evaluación de los parámetros fisicoquímicos tales como DQO, DBO<sub>5</sub>, SST entre otros parámetros nos permite conocer la calidad y grado de contaminación de los ecosistemas acuáticos a través de muestras en campo y algunos parámetros analizados en laboratorio con los resultados obtenidos se realiza la toma de decisiones las cuales pueden ser sanciones, pago de tasa por retributivas por la contaminación hídrica o implementar algún tipo tratamiento antes de las descarga y disminuir los contaminantes y ajustar a la normativa.

A si mismo Samboni et al. (2007), señalan que la calidad del agua se ve reflejado a partir de parámetros físicos y químicos, los cuales brindan información acerca de la contaminación del agua, los análisis fisicoquímicos se realizan de una manera práctica y son fáciles de monitorear con frecuencia.

### ***2.2.8. Parámetros físicos del agua***

Los parámetros físicos que se evaluarán de aguas residuales hospitalarias según la Resolución Ministerial N° 360-2016- VIVIENDA son: SST y Temperatura (T) los cuales se describen a continuación:

#### **a) Sólidos Suspendidos Totales (SST):**

Según Basílico et al. (2015) la presencia de SS suele tener relación con la presencia de MO y nutrientes, del mismo modo Ortiz et al. (2019) mencionan que el incremento de la

turbiedad se atribuye a la cantidad de SST en el agua producto de las descargas de agua residual conteniendo materia orgánica viva y muerta, limitando la utilización del agua para el consumo humano, los sólidos suspendidos totales pueden ser sedimentables y no sedimentables para optimizar la aplicación de tratamientos es necesario que los sólidos sean fáciles de sedimentar, para su eliminación o disminución se aplica un pre tratamiento mediante desarenadores, sedimentadores, flotación, trampas de aceites y grasas o a través de sedimentación auxiliar a través de coagulantes lo cual permite aglomerar los sólidos que se encuentran disueltos o en suspensión y facilita su sedimentación (Arias y Méndez 2014).

Jiménez (2001) señala que los SST están conformados por materia orgánica como inorgánica, en aguas limpias que no reciben vertidos industriales o domésticos su concentración es baja o no existe presencia de estos mientras que en cuerpos de agua que recepciona vertimientos con cargas contaminantes sus valores son más elevados, la presencia de sólidos en el agua incrementa la turbiedad, favorece el crecimiento de microorganismos, así mismo refleja los niveles de erosión de la zona, también afecta las actividades agrícolas debido a que taponan el suelo e impiden la germinación las plantas que son regadas con aguas con concentraciones elevadas de SST se inhiben la actividad fotosintética de sus hojas y disminuye su crecimiento. La presencia de los SST pueden llegar a destruir hábitats para las especies acuáticas, disminuyen la columna de agua, generan problemas de colmatación al incrementar la cantidad de sedimentos precipitados en el fondo, la estrecha dependencia entre la cantidad de SST y la calidad del agua llegan a ser perjudiciales por su capacidad de adsorción o retención de contaminantes, incrementan la temperatura debido a su capacidad de absorción de calor, además ejercen aumento sobre la turbiedad del agua (Pérez y Rodríguez, 2008).

## **b) Temperatura (T):**

La descarga de agua residual hospitalaria no debe exceder los  $<35$  °C que es el VMA para el vertimiento de estas aguas al alcantarillado, los valores de la temperatura dependerán de las actividades del hospital cuando se realice limpieza de aparatos de laboratorio, preparación de alimentos, desinfección de ropa de pacientes y personal médico se descarga agua residual con elevadas temperaturas las cuales al entrar en contacto con especies acuáticas afectan su zona de vida, debido a que cuando la T del agua incrementa el OD disminuye tal como señala Rubio et al. (2014) que la T tiene influencia sobre la concentración de OD dentro de los cursos de agua, la T también tiene un efecto directo con la conductividad eléctrica, cuando la temperatura se incrementa la viscosidad del agua disminuye provocando mayor conductividad eléctrica a si mismo Campos (2000) sostiene que es un parámetro muy importante, de la T depende la existencia de la biota, es un factor que tiene efectos tanto directos como indirectos sobre varias reacciones bioquímicas y químicas y la solubilidad de los gases en los cuerpos de agua, los cambios de la T llegan afectar al oxígeno puede llegar a desoxigenar en grandes cantidades (Roldán, 2003).

Por otro lado, Valbuena y Cruz (2006) mencionan que para el crecimiento de organismos acuáticos la presencia optima de oxígeno es un factor indispensable, la temperatura es un parámetro que impacta directamente en la solubilidad del oxígeno a medida que la T empieza aumentar la solubilidad del O<sub>2</sub> empieza a disminuir, cuando la T del agua es mayor la cantidad de OD y la excreción de nitrógeno total también incrementan.

### **2.2.9. Parámetros químicos del agua**

Son indicadores de la calidad química del agua, según la Resolución Ministerial N° 360-2016-VIVIENDA, para aguas residuales hospitalarias los parámetros químicos a evaluar en la



investigación son: el potencial de hidrogeno, DBO5, DQO y A y G, los cuales se describen a continuación:

**a) Potencial Hidrogeno (pH)**

Sánchez et al. (2007) afirman que el potencial de hidrogeno tiene una escala logarítmica de base 10, el pH es la magnitud de la acidez, neutralidad o alcalinidad de una solución los valores van de 0 a 14 cuando la sustancia presenta un valor de 7 se considera neutro, valores superiores es considerado alcalino y valores menores representa acides de la solución, el pH determina los efectos tóxicos de los contaminantes o del escurrimiento de aguas domésticas, industriales o de actividades agrícolas.

Del mismo modo Ramos et al. (2002) señalan que la densidad del ion de hidrogeno en aguas naturales como en aguas residuales es indispensable para conocer qué características biológicas pueden estar siendo afectadas, en torno al factor ecológico un pH acido o básico puede ocasionar la muerte de peces y la inexistencia de estos en las corrientes de agua, en el campo de abastecimiento de agua es el principal indicador que determina la solubilidad de la mayoría de los materiales de la tubería, en el tema de tratamiento de agua si su concentración es muy elevada o muy baja es difícil tratar por medios biológicos debido a que se produce la inactividad de los microorganismos esenciales, permite el balance iónico, al no estar dentro de los parámetros establecidos cuando se encuentra bajo o alto es potencialmente toxico para la vida de los ecosistemas que se desarrollan en el agua (Pardo et al., 2009).

**b) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):**

Las aguas superficiales se han convertido en el receptor de todas las aguas residuales tanto domésticas como no domésticas, estas aguas residuales contienen gran

cantidad de MO la cual requiere oxígeno para poder ser degradada cuando existe elevado contenido de materia aumenta el crecimiento de bacterias y hongos ocasionando problemas en cuanto a la calidad del líquido elemento, también puede aumentar el pH provocando así la pérdida de los ecosistemas acuáticos debido a que se pierde el OD del agua durante la degradación de la MO (Raffo, 2014).

Del mismo modo Sánchez et al. (2007) manifiestan que la DBO es el oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la MO presente en el agua, la degradación se realiza principalmente por bacterias y protozoarios mediante procesos biológicos aeróbicos, se puede decir que la DBO representa indirectamente la medición de la MO e inorgánica degradable, cuando hay mayor cantidad de MO las bacterias consumirán mayor cantidad de oxígeno por lo cual la disponibilidad de OD en el agua disminuirá, en consecuencia, habrá menos posibilidad de vida acuática debido a que las especies no pueden vivir en aguas que contienen bajos contenidos de oxígeno disuelto (Manahan, 2007).

El cálculo de la DBO a los cinco días expresado como  $DBO_5$  es uno de los parámetros que exige de mayor duración para su determinación en laboratorio, se mide en mg de oxígeno consumidos en un litro de muestra, se recolecta la muestra de agua en una botella se llena completamente sin dejar espacio ni burbujas luego se almacena en la oscuridad por cinco días a una temperatura de 20° C, es indispensable medir la cantidad de OD al inicio y al final para determinar la  $DBO_5$  se determina a través de la diferencia de demanda de oxígeno inicial antes de la incubación y final (Fernández, 2003).

**c) Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

Muestra la cantidad de MO, para su medición se utiliza el  $K_2Cr_2O_7$  el cual es capaz de oxidar por completo los compuestos orgánicos excepto los ácidos grasos (Raffo y Ruiz, 2014).

De la misma manera Jiménez et al. (2003) indicaron que la DQO simboliza la cantidad de oxígeno necesario para degradar la MO presente en el agua, el análisis de la DQO en laboratorio es la fracción orgánica susceptible de oxidación mediante dicromato o permanganato en medio ácido y a altas temperaturas, en concordancia con esto Roldán (2008) mencionaron que las cantidades de DQO son más altas que los valores de la  $DBO_5$ . este parámetro también es analizado en menos tiempo, también mide la cantidad de MO e inorgánica de la muestra se oxida mediante la utilización de dicromato de potasio en solución ácida.

**d) Aceites y Grasas (A y G):**

Tacias et al. (2016) establecen que durante la preparación de alimentos en los cuales se genera gran cantidad de A y G los cuales contienen carga contaminante y esta varía de acuerdo al tipo de aceite, las elevadas temperaturas a los cuales son sometidas y los alimentos preparados durante la cocción. La disposición de las aguas residuales con contenido de A y G es un problema durante su eliminación y el riesgo que representan.

La contaminación por aceites y grasas se debe a las actividades humanas tales como las aguas residuales generadas por la preparación de alimentos, llegando a ocasionar grandes problemas en la descarga de agua estos contaminantes son de los más estables a la descomposición por bacterias, pero afectan la actividad biológica de las aguas superficiales también afecta a la vida acuática, las placas de aceite cubren y destruyen algas y plancton

y también a la fotosíntesis (Ramos et al., 2002), a si mimos Orozco (2005) indico que las aguas residuales contaminadas con A y G necesitan para su tratamiento trampas de grasa con la finalidad de disminuir los valores o anular la presencia de estos en el agua, los A y G son sustancias más livianas que el agua razón por la cual estas se forman como una capa en la superficie o se encuentran flotando, de la misma manera el MVCS (2015) sostuvo que la presencia de A y G en el agua genera natas o espuma da lugar a la aparición de una capa en la superficie contribuyendo a que el agua sea de baja calidad y sea considerada agua residual al tener este y otros parámetros con valores elevados, los aceites y grasas son sustancias solubles con disolventes orgánicos e insolubles en agua y en líquidos con menor densidad que estas.

#### **2.2.10. Materia orgánica (MO)**

La MO es uno de los indicadores del deterioro de los recursos hídricos, la determinación de la DBO y la DQO nos permite conocer la cuantía de oxígeno necesario para estabilizar la MO existente en un volumen de agua residual además de facilitar la elección del tratamiento en cuanto a eficiencia y eficacia con el objetivo de cumplir con la normativa nacional en cuanto a vertimiento de agua residual a cuerpos de agua receptores (Ascue, 2018). Rodríguez et al. (2007) también mencionan que la materia orgánica natural proviene principalmente de la degradación parcial o total de la flora o de la fauna del cuerpo de agua, las características químicas de la materia orgánica difícilmente pueden ser iguales a otras.

#### **2.2.11. Biodegradabilidad**

Según Bedoya et al. (2014) la biodegradabilidad de los diferentes vertidos es la cantidad de MO e inorgánica (DQO) de un vertido que es capaz de ser degradado por los microorganismos en 5 días ( $DBO_5$ ), por lo cual es importante determinar la relación  $DBO_5/DQO$ .

### **2.2.12. Oxígeno disuelto**

Según González y Ramírez (2011), mencionan que el OD es fundamental para la existencia de biota acuática, la disminución de esta provocaría la pérdida de ecosistemas, esto se debe a la alta cantidad de nutrientes que provocan la eutrofización, en el caso de las lagunas y el oxígeno de los lagos tiene una distribución vertical y disminuye cuanto más se acerca al fondo.

### **2.2.13. Entidades prestadoras de servicios de saneamiento (EPS Saneamiento)**

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2017) sostiene que las EPS tienen como objetivo operar, mantener y prestar los servicios en óptimas condiciones para el suministro de los servicios de agua potable y de alcantarillado, también están obligadas a realizar un control de los VMA.

### **2.2.14. Superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS)**

Es la entidad responsable de regular, supervisar y fiscalizar la calidad dentro del ámbito que le compete a nivel nacional la prestación de servicios de saneamiento conforme a su papel de regulador, así como de solucionar conflictos, reclamos y sancionar (OEFA, 2017).

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Aguas residuales**

Aguas que han sufrido modificaciones antropogénicas, las cuales antes de ser incorporadas a una fuente de agua superficial natural, deben recibir un tratamiento (MINAM, 2012).

### **2.3.2. Agua superficial**

Ramírez et al. (2008) afirma que es con este término que se conocen todas las aguas presentes en la superficie de los continentes, se considera las aguas superficiales de las aguas marinas hasta una profundidad aproximada de 20 metros.

### **2.3.3. Alcantarillado**

La Comisión Nacional del Agua (2009) señala que, el alcantarillado es un sistema compuesto por diversas tuberías y trabajos adicionales, el cual sirve para conducir, recibir, ventilar y evacuar las aguas residuales; la ausencia del tratamiento pone en riesgo a la población, debido a que una fuga de agua residual origina enfermedades epidemiológicas y además produce destrucción de materiales.

### **2.3.4. Caudal**

De acuerdo con MVCS (2013, p. 14) el caudal es la cuantía de agua residual que atraviesa en un lapso dado, una sección.

Según el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC, 2017) el caudal es determinado por distintos métodos, en el método volumétrico éste se calcula usando un depósito con volumen identificable, luego se cuenta el tiempo total que demora en llenarse el depósito; con los datos obtenidos se hace el cálculo respectivo expresado en L/s.

### **2.3.5. Contaminación del agua**

Según Bermúdez (2010), es la modificación de las peculiaridades del agua por el vertimiento directo o indirectamente de materiales contaminantes sobre ella, que reducen su calidad y perjudican sus posteriores usos.

### **2.3.6. Muestreo**

Es fundamental para un análisis de agua, ya que garantiza un elevado grado de confiabilidad y valor informativo de los resultados en lo que concierne al arrojo de la calidad y las características de un agua ya sea natural o residual (Gunther, 2015).

### **2.3.7. Hospital**

Cabo (2014) señala que los hospitales son instituciones, lugares o sanitarios que existen desde hace varios siglos, con el objetivo de aislar a enfermos de la población, evitar contagios, y aplicar acciones sanadoras o curativas en un determinado tiempo o momento.

### **2.3.8. Parámetro**

Un parámetro es una característica de un conjunto de elementos que son útiles para identificar cada uno de ellos a través de un valor cuantificable o numérico (Pontificia Universidad Javeriana, 2015).

### **2.3.9. Punto de descarga**

Un punto de descarga es el lugar donde se hacen evacuaciones o vertimientos y este lugar puede ser el suelo, un cuerpo de agua o un alcantarillado [PUJ], 2015).

### **2.3.10. Punto de toma de muestra**

Viene hacer el lugar donde se recoge la muestra, generalmente es un dispositivo, caja de registro o buzón ubicado a los exteriores de los condominios como receptores de las descargas (MVCS, 2019).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Ubicación de la investigación**

##### **Ubicación política**

El hospital JHSC, está situado en el distrito y provincia de Chota – Cajamarca, a una altura de 2376 msnm (Figura 1), las principales vías de acceso al hospital son a través del Jr. Exequiel Montoya y el Jr. Cajamarca.

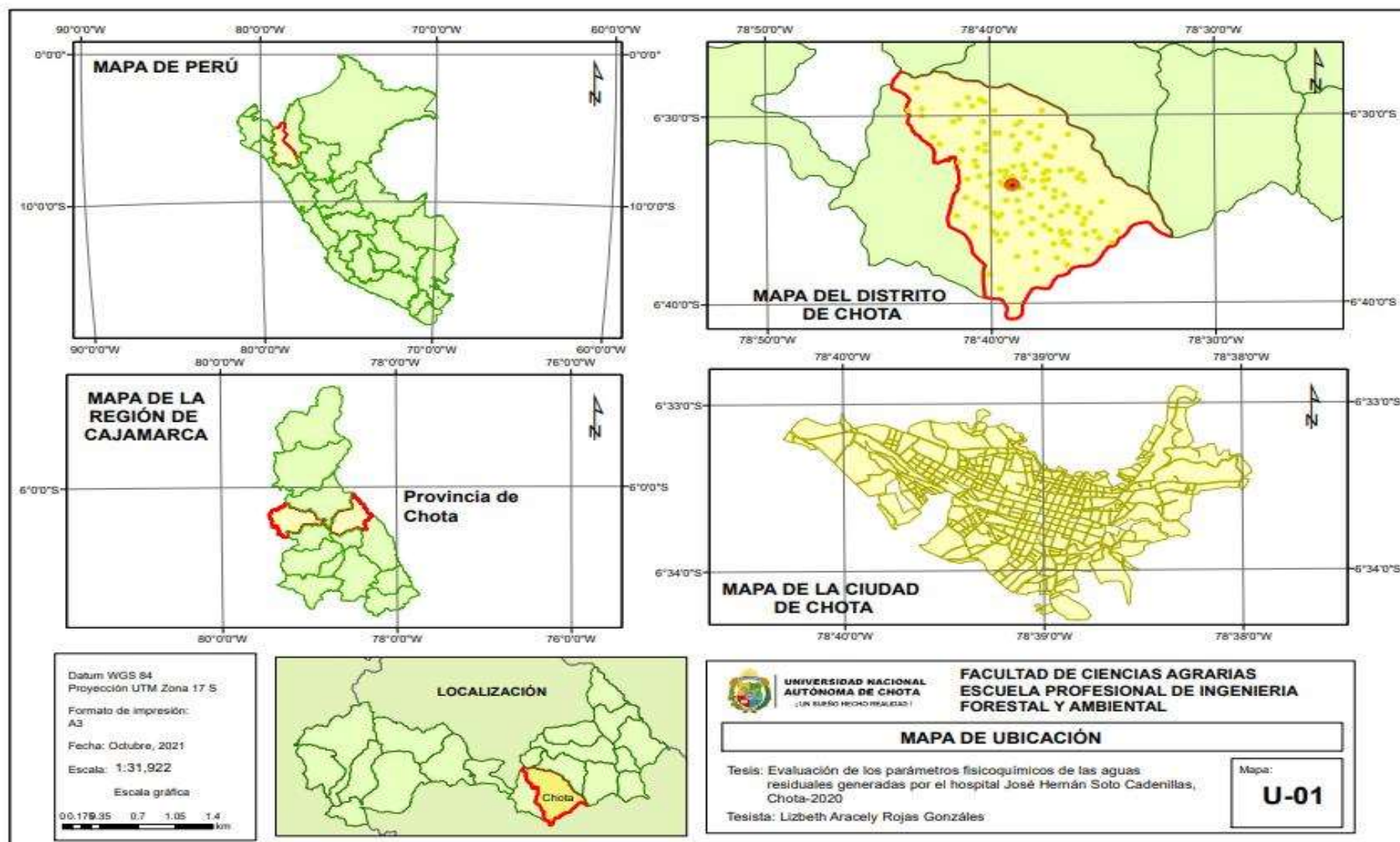
##### **Ubicación geográfica**

El punto de toma de muestras fue el buzón a través del cual sale el agua residual generada en las instalaciones del hospital hacia el alcantarillado de la ciudad de Chota, se ubica a una altura de 2320 msnm, sus coordenadas son: UTM 9274126 m E, 759422 m S.



**Figura 1**

*Mapa de ubicación política*



**Figura 2**

*Mapa de Ubicación de los buzones de muestreo de agua proveniente del Hospital.*



Datum WGS 84  
Proyección UTM Zona 17 S  
Formato de impresión:  
A3  
Fecha: Octubre, 2021  
Escala: 1:1.744  
Escala gráfica  
0 0.010.02 0.04 0.06 0.08  
km



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA</b> (UN SUEÑO HECHO REALIDAD)	<b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL</b>
	<b>MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL BUZÓN</b>	
Tesis: Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales generadas por el hospital José Hernán Soto Cadenillas, Chota-2020		Mapa: <b>M-02</b>
Tesisista: Lizbeth Aracely Rojas Gonzáles		

### **3.2. Descripción de la zona de estudio**

El hospital “JHSC” – Chota el cual cuenta con diferentes instalaciones que descargan agua residual de la sala de emergencia, centro quirúrgico, partos, gineco obstetricia, cirugía, medicina, farmacia, laboratorio, pediatría, rayos x, terapia física, rehabilitación, hemoterapia, banco de sangre y consultorios externos; además de las áreas de lavandería, cocina y servicios higiénicos.

Según la opinión de los trabajadores, las actividades que generan agua residual son: en el área de lavandería del hospital ingresa y sale grandes cantidades de agua principalmente los días lunes, jueves y sábado de cada semana en los cuales se lava ropa, camas de pacientes y personal médico, esta actividad se incrementó por el covid-19 para disminuir la propagación del virus usando para ello detergentes y procesos a elevadas temperaturas para matar los microorganismos generando un efluente líquido que contienen partículas de los detergentes usados y al estar en contacto con los cuerpos superficiales ocasionan problemas de eutrofización e incrementan la temperatura del agua; los trabajadores también manifestaron que en la sala de partos casi todos los días hay como mínimo un parto a veces hasta tres por día producto de esta actividad se descarga agua con contenido de sangre, por otro lado en la sala de operaciones la asistencia es mayormente los inicios de mes, fecha en la cual se programan las operaciones pero existe algunas intervenciones quirúrgicas del momento producto de alguna emergencia de personas que han sufrido algún accidente o complicación de su salud esta actividad ocasiona que se utilice agua para la limpieza de heridas entre otros procedimientos médicos., también dieron a conocer que en el laboratorio se analizan muestras de sangre las cuales después son vertidas y conducidas por el alcantarillado, dichas aguas contienen materia orgánica y pueden ser portadoras de enfermedades al ser descargadas directamente al alcantarillado; así mismos en el área de cocina se preparan los alimentos tres veces al día para los pacientes internados y personal lo que genera agua residual con

concentraciones de A y G producto de la limpieza de utensilios de cocina además de la descarga de agua hervida de la preparación de alimentos; en el hospital de Chota todas las áreas cuentan con servicios higiénicos, en el laboratorio se procesa muestras que después se descargan, estas aguas contienen a menudo patógenos intestinales, bacterias virus, aumentando la concentración de parámetros, la contaminación por la descarga de los hospitales es preocupante en todo el mundo han llevado a un aumento dramático de las estrategias destinadas a controlar la amenaza de la contaminación en todas sus ramificaciones y limpiar el medio ambiente donde la contaminación ha ocurrido inevitablemente debido a que el agua usado por la población para sus actividades cotidianas.

### 3.2.1. Población de la ciudad de Chota

De acuerdo al compendio estadístico 2018, del (INEI, 2018), en la ciudad de Chota, hay 22,159 pobladores, donde 52.62% son mujeres y 47.38% son hombres.

**Tabla 4.**

*Población de la ciudad de Chota*

<b>Sexo</b>	<b>Hab.</b>	<b>%</b>
Hombres	10500	47.38%
Mujeres	11659	52.62%
Hab.	22159	100.00%

Nota: Censo 2017 (INEI, 2018).

### 3.2.2. Economía

De los 22159 habitantes de la ciudad de Chota, el 76.27% pertenecen a la población que están dentro de una edad aceptable para trabajar. Donde el 37.29% tienen una edad de 14 a 29 años, así mismo, según el nivel educativo alcanzado, el 30.83% de las personas en edad de trabajar solo tienen secundaria completa, lo que determina un acceso laboral menor.

### **Actividades económicas:**

- Actividad agropecuaria: Según la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018), los productos con mayor producción son en 39.58, 15.92 y 19.88%, papa, alfalfa y otros pastos.
- Actividad comercial: En la ciudad hay dos mercados de abastos y uno de productos agrícolas.
- Actividad de servicio e industrial: Lo integran las empresas de servicio y las empresas industriales.
- Actividad financiera
- Turismo

### **3.2.3. Topografía**

La pendiente, influye en la retención y movimiento de agua producto de las precipitaciones extremas. La ciudad de Chota tiene relieve accidentado con pendientes de 2 a 80% y elevaciones en promedio de 2250 msnm hasta los 2700 msnm.

### **3.2.4. Hidrología**

Se ubica en la cuenca del Chamaya, microcuenca del río Chotano. El área urbana de la ciudad es atravesada por el río Chotano y sus vertientes: la quebrada Colpamayo, quebrada la Potrera, quebrada San Mateo, quebrada Yuracyacu, río Doñana, y otras quebradas., este es un factor condicionante, debido a que el caudal de estas fuentes de agua se puede incrementar frente a la ocurrencia de lluvias intensas, no obstante, son más vulnerables aquellas viviendas ubicadas a metros de los ríos y quebradas.

### **3.2.5. Clima**

La ciudad de Chota, se caracteriza por presentar un clima semifrío, lluvioso, húmedo, se representa con el código B (O, I) B'3H3.

### **3.2.6. Población atendida**

El hospital JHSC es una institución que brinda atención médica al área rural y urbana de Chota, además de atender a la población de las provincias de Santa Cruz, Hualgayoc en los últimos años se atendió a un promedio de 10 400, 00 habitantes que acudieron a dicho nosocomio.

### **3.3. Equipos, materiales e insumos**

#### **a) Equipos**

- Cinta
- Impresora
- Lapiceros
- Laptop
- Fichas de registro
- Papel bond 80gr.A4 (millar)
- Tablero
- Tóner para impresora
- Tijera

#### **b) Materiales y Equipos de campo**

- Alcohol
- Algodón
- Calculadora
- Cuaderno
- Cooler para muestras de agua
- Cronometro
- Frascos de vidrio para muestreo
- Ficha de registro

- Gorro de laboratorio
- Guardapolvo
- Guantes
- GPS
- Lentes protectores de policarbonato
- Mascarillas
- Preservantes

### **3.4. Metodología de la investigación**

#### ***3.4.1. Tipo de investigación***

El enfoque del estudio es cuantitativo, se ha seguido un proceso ordenado para recolectar, analizar y procesar datos cuantificables de las variables, lo que garantiza la confiabilidad de la información, así mismo, el tipo de investigación es descriptivo, se han caracterizado los parámetros físico-químicos del objeto de estudio “agua residual del Hospital JHSC”, para verificar que cumpla con los VMA.

#### ***3.4.2. Diseño de la investigación***

Es de un caso con prueba de salida (una sola medición), determinado por P, que viene a ser la prueba, en este caso la medición de los parámetros físico-químicos, para caracterizar al experimento (x), que está dado por el agua residual muestreado en el buzón 1, dicho buzón recibe el agua expulsada de las cirugías, partos, aguas residuales de servicios higiénicos, procedentes de la cocina, entre otros.

El diseño está representado por:

$(x) \rightarrow P$

Dónde:

(x): es el experimento

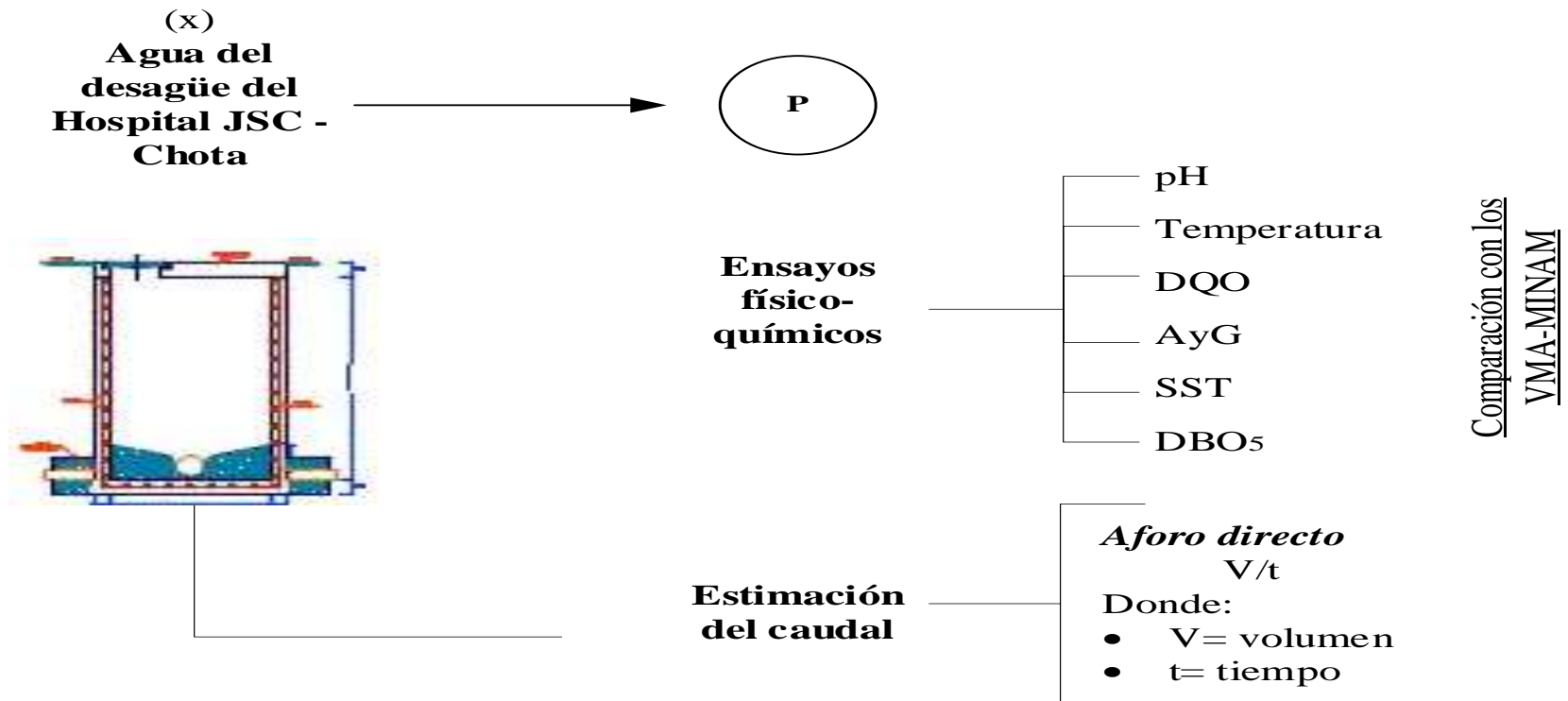
P: la prueba.

Así mismo, el esquema gráfico de la investigación se observa en la Fig. 3.



**Figura 3**

*Diseño de la investigación*



### 3.4.3. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

#### a) **Técnicas de recolección de datos**

- **Observación:** Mediante la observación ha permitido recolectar la información durante: toma de muestras y análisis físico-químico de las aguas residuales originadas en el Hospital JHSC.

**Trabajo de campo:** se desarrolló mediante el análisis de parámetros in situ (T y pH) y ex situ (DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A y G) de las aguas residuales del hospital de Chota, siguiendo para ello los procedimientos establecidos en la NTP 214.060 2016”.

**Comparación:** luego del análisis se procedió a comparar con el reglamento de VMA aprobado con D. S. 010-2019-VIVIENDA a fin de conocer la similitud o diferencia de cada parámetro con la normativa nacional y obtener conclusiones del trabajo de estudios.

#### b) **Instrumentos de recolección de datos**

Son las vías por las cuales es posible aplicar la técnica. Los instrumentos fueron:

**Las fichas de registro:** que en esta investigación se consideró a la cadena de custodia con la cual se recolectó y se evidencio toda la información o datos obtenidos desde la toma de muestra hasta su análisis en laboratorio.

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población**

El agua residual originada por el Hospital “JHSC”, Chota.

#### **Muestra**

Se tomó la muestra en el buzón a través del cual se descarga el agua residual generada en las instalaciones del Hospital de Chota, se tomaron muestras compuestas durante un periodo de tres meses recolectando un total de 6 muestras, para la recolección se utilizó el protocolo de muestreo descrito en la NTP 214.060.2016.

### **3.6. Análisis de las aguas residuales generadas en el hospital JHSC**

#### **3.6.1. Metodología de muestreo**

La presente investigación se basó en el “protocolo de muestreo de aguas residuales no domesticas que se descargan en la red de alcantarillado”, la cual se encuentra plasmada en la NTP 214.060 2016, tiene por objetivo detallar el punto de toma de muestra, método de medición del caudal, preservación, tamaño, envases de la muestra y los métodos de ensayo para aguas residuales no domésticas.

#### **3.6.2. Determinación y frecuencia de monitoreo**

**a) Selección del punto de toma de muestras:** fue el buzón a través del cual salen las aguas residuales provenientes de todas las areas del hospital (emergencia, centro quirúrgico, sala de partos, gineco obstetricia, cirugía, laboratorio, pediatria, rayos x, terapia física, rehabilitación, servicios de hemoterapia, banco de sangre, medicina, cirugía, consultorios externos, además las aguas provenientes de la cocina, lavandería y servicios higiénicos) hacia el alcantarillado de la ciudad de Chota. La georreferenciación del punto de muestreo se detalla a continuación:

**Tabla 5**

*Punto de muestreo de las aguas residuales del Hospital JHSC*

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Coordenadas UTM (WGS 84) – zona: 17S</b>		
	Norte	Este	Altura
Buzón	9274126	759422	2320 msnm

**b) Frecuencia de la toma de muestra:** La toma de muestras se ejecutó por un periodo de 3 meses, durante los cuales se recolectarán un total de seis muestras compuestas de agua residual provenientes del hospital, una muestra fue tomada el día 12/12/2019 luego se pospuso la toma de muestras debido a la cuarentena por el covid-19 y se retornó a muestrear en octubre y noviembre del 2020, con una frecuencia de cada 10 días por muestra, el horario de recolección fue durante la mañana con la finalidad de utilizar el resto del día para poder enviar las muestras al laboratorio y que puedan ser analizadas.

**c) Medición de caudal:** se mide empleando el método volumétrico, el cual se esgrime para el control de caudal en un conducto mediante descarga libre (Instituto Nacional de la Calidad [INACAL], 2016). Para ello se realiza lo siguiente:

- Medición del tiempo T (s): se utiliza un balde de 10 a 20 litros que tenga graduación para juntar el agua y se hace uso de un cronómetro, para posteriormente calcular el tiempo que tarda en llenarse.
- Medición del volumen V (L): se necesita conocer la capacidad del depósito utilizado.
- Medición del caudal Q (L/s): finalmente el caudal resulta dividiendo el volumen de agua recolectado/el tiempo que se invierte en la recolección.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q = caudal en (L/s)

V = volumen (L)

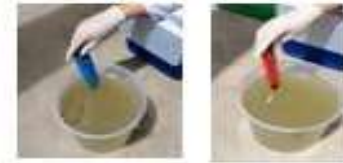
T = Tiempo en (s)

**Figura 4**

*Proceso de extracción de muestras de agua*



Buzón de toma de muestreo de agua residual del hospital JHSC



Medición del pH y temperatura



Toma de muestra para análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y A y G en laboratorio



Registro de la cadena de custodia



Envío de las muestras al laboratorio



Análisis en el laboratorio ALAB de los parámetros fisicoquímicos



### 3.6.3. *Parámetros de monitoreo*

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos procedentes del hospital de Chota, se realizaron in situ usando termómetro y pHmetro equipos prestados por la DISA – Chota y para el análisis ex situ se enviaron al laboratorio acreditado ALAB, los parámetros evaluados se detallan seguidamente:

**Tabla 6**

*Parámetros evaluados in situ y ex situ evaluados en el HJHSC*

<b>Evaluación</b>	<b>Parámetro</b>
In situ	Potencial de Hidrogeno
	Temperatura
	DBO <sub>5</sub>
Ex situ	DQO
	SST
	A y G

### 3.6.4. *Etiquetado*

Una vez recolectada la muestra se procedió a etiquetar y rotular los envases, para la rotulación de los frascos se colocó los datos en la etiqueta de manera clara utilizando plumón indeleble evitando así que se borre o algún tipo de manchón, luego se detalló los siguientes datos: (Nombre del punto de monitoreo, el N° de muestra, hora, fecha, nombre del operador del muestreo y de ser el caso el tipo de reactivo utilizado) después se selló con cinta adhesiva transparente.

### 3.6.5. *Recipientes y toma de muestras para parámetros fisicoquímicos*

Para la toma de muestras en el buzón del hospital de Chota se tuvo en cuenta el tipo de recipiente el cual puede ser de plástico o vidrio dependiendo del parámetro evaluado, teniendo presente la cantidad mínima a recolectar en cada envase, lo cual se detalla:

**Tabla 7***Tipo de recipiente y cantidad mínima de muestra para parámetros fisicoquímicos*

<b>Parámetro</b>	<b>Tipo de recipiente</b>	<b>Cantidad mínima (mL)</b>
pH	Vidrio	50
Temperatura	Vidrio	100
DBO <sub>5</sub>	Vidrio o plástico	1 000
DQO	Vidrio o plástico	100
SST	Vidrio o plástico	200
A y G	Vidrio de color ámbar de boca ancha	1 000

**3.6.6. Preservación de las muestras**

Se aplicó el preservante para aquellas muestras en las cuales el parámetro a analizar lo requiera, el reactivo de preservación se adiciona una vez tomada la muestra para evitar que esta se altere, sin dejar de considerar el tiempo máximo de almacenamiento, detallado a continuación.

**Tabla 8***Preservación y tiempo de almacenamiento de las muestras*

<b>Parámetro</b>	<b>Preservación/conservación</b>	<b>Almacenamiento máximo</b>	<b>Observaciones</b>
pH	Analizar inmediatamente	0,25 h	
T	Analizar inmediatamente	0,25 h	
DBO <sub>5</sub>	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas	Almacenar la muestra en un recipiente oscuro. Llenar el frasco sin dejar burbujas.
DQO	Analizar lo antes posible o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta llegar a un pH < 2, y refrigerar de $\leq 6^{\circ}\text{C}$	28 horas	De preferencia colocar en botellas de vidrio, si no se puede analizar inmediatamente preservar la muestra por acidificación a pH $\leq 2$
SST	Refrigerar de $2^{\circ}\text{C}$ a $6^{\circ}\text{C}$	7 días	



A y G	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HCl hasta 28 días llegar a un pH < 2, y refrigerar de ≤ 6 °C	Recolectar una muestra puntual representativa en un frasco de vidrio de boca ancha. No llenar en exceso el recipiente de muestra.
-------	---	---

*Nota.* Datos tomados de la NTP 214.060 2016 (INACAL, 2016, p. 11-13)

### **3.6.7. Transporte de las muestras: embalaje y envío**

Se colocó los envases en el cooler, para luego embalar y enviarlas para su análisis en el laboratorio de aguas ALAB juntamente a las muestras se colocó la cadena de custodia con la finalidad de registrar y tener un control de la información (punto de muestreo, N° de muestras, tipo de muestra, día y hora del muestreo, parámetros a evaluar, nombre del muestreador) desde el inicio de la toma de muestra hasta la entrega en el laboratorio.

### **3.4. Análisis de datos**

En esta disertación se ha utilizado el programa computacional Microsoft Excel, para el procesamiento de los resultados, mismos que han sido analizados en base al D.S. 010 - 2019 – VIVIENDA.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestra los resultados alcanzados de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales provenientes del hospital “JHSC” - Chota 2020 y su comparación con los VMA a fin de determinar si cumplen con la normativa nacional, los datos se muestran mediante la utilización del software Excel para su mayor comprensión a través de cuadros y gráficos y también se realiza la discusión a los resultados obtenidos, como respuesta a cada objetivo planteado en el trabajo de investigación.

#### 4.1. Cálculo del caudal

Antes de medir los parámetros fisicoquímicos se calculó el caudal de la descarga en el buzón a través del cual sale el agua residual procedente de las distintas áreas del hospital de Chota mediante el método volumétrico (L/s), obteniéndose un valor mín. de 0.87 L/s, un valor máx. de 1.02 L/s y un promedio de las seis muestras tomadas de 0.95 L/s, el aumento o disminución de la descarga varía de acuerdo a las actividades que se estén realizando como por ejemplo durante los días de limpieza, aseo a los pacientes y durante las horas de preparación de alimentos, aumenta la cantidad de agua usada por lo tanto mayor cantidad de agua vertida a través del buzón.

**Tabla 9**

*Caudal de descarga de las aguas residuales del Hospital de Chota*

Fecha	Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
12/12/20219	10	11	0.91
01/10/2020	10	9.9	1.01
20/10/2020	10	10.5	0.95
30/10/2020	10	9.8	1.02
10/11/2020	10	11.5	0.87
23/11/2020	10	11	0.91
<b>Promedio</b>			<b>0.95</b>

## 4.2. Parámetros fisicoquímicos

El análisis del agua residual generada por el hospital presento valores variables para cada parámetro, los cuales se detallan a través de tablas que muestran el valor máximo, mínimo, promedio, desviación estándar (Desv. Est.) y coeficiente de variación (C.V.), así mismo se muestra figuras que contienen las concentraciones de las 6 muestras (M1, M2, M3, M4, M5 y M6) con su respectiva fecha de muestreo que sirvieron para comparar con los VMA.

### 4.2.1. Concentración de DBO<sub>5</sub> de los seis muestreos y comparación con los VMA

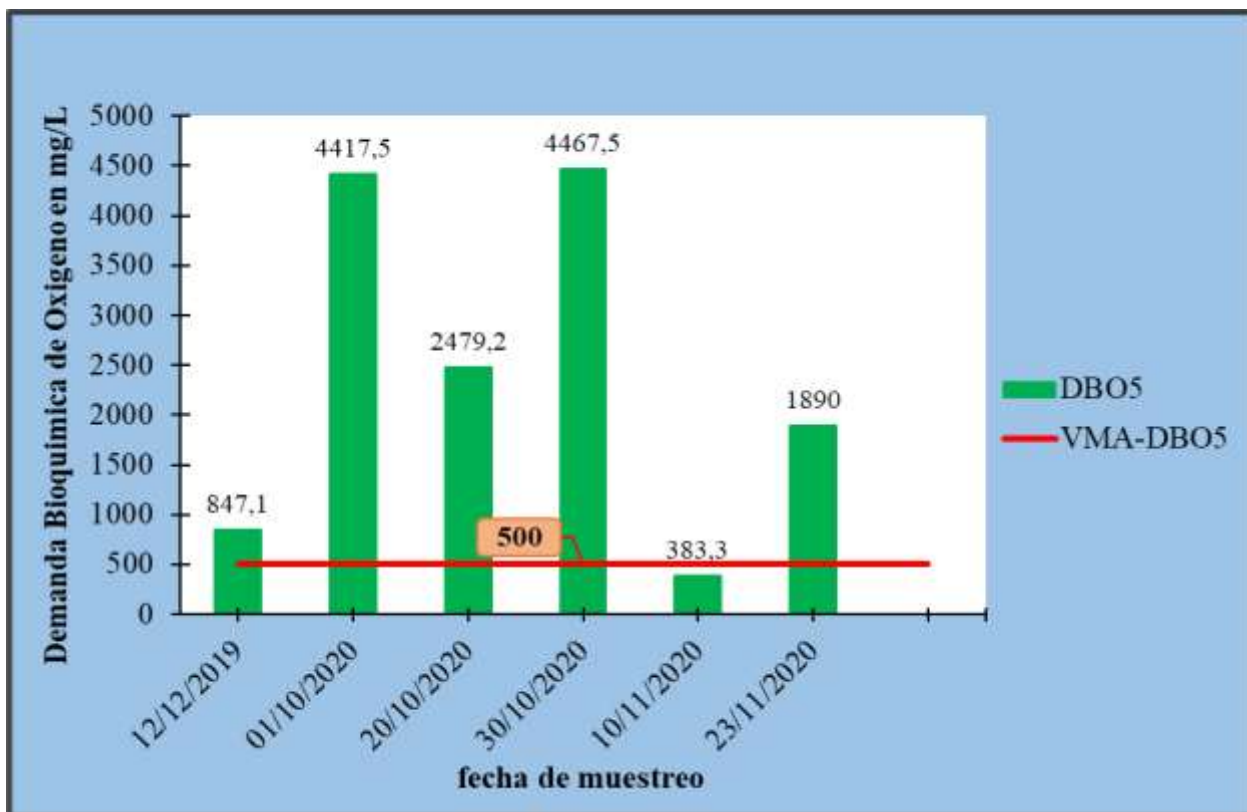
**Tabla 10**

*Estadísticos descriptivos de la DBO<sub>5</sub>*

Punto de muestreo	N° de muestras	Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. Est.	C.V.
Buzón del hospital	6	4467,5	383,3	2414,1	1737,2	0,7

**Figura 5**

*Comparación de la DBO<sub>5</sub> con los VMA*



La tabla 10 señala que al analizar las seis muestras se obtuvo que la concentración max. de DBO<sub>5</sub> fue 4467,5 mg/L, el valor min. 383,3 mg/L y su valor prom. de 2414,1 mg/L, esto permitió determinar que el agua residual generada en el hospital tiene concentración variable de DBO<sub>5</sub> debido a que no se puede predecir la cantidad de asistentes a dicho hospital ni las actividades que la población realizara dentro del nosocomio, opinión similar realizaron autores como Narvaez y Sánchez (2019) quienes durante el trabajo desarrollado en la ciudad de Cajamarca obtuvieron variaciones constantes de las concentraciones de DBO<sub>5</sub> del agua residual la cual aumentaba y disminuía su valor. Al determinar la DBO<sub>5</sub> se está conociendo indirectamente la cantidad de MO presente en la descarga de agua residual, esta ocasiona problemas al recurso hídrico variando sus características físico-químicas, la presencia de MO en el agua descargada del hospital JHSC es el resultado de la generación de agua residual proveniente de las diferentes instalaciones tales como servicios higiénicos, cocina, lavandería, laboratorio, agua residual proveniente de la sala de partos y operaciones, el contenido de MO al ser degradada consume elevadas cantidades de oxígeno disuelto, de igual manera Góngora et al. (2016) señalan que la generación de aguas residuales descargada en la mayoría de veces no recibe tratamiento afectando a los cuerpos receptores por los agentes contaminantes con M.O., el agua negra proveniente de las actividades antropogénicas es considerada un riesgo para la salud por ser portadora de bacterias, virus, coliformes, protozoarios, amebas y nematodos, la disminución de la cantidad de OD trae consigo pérdida de los ecosistemas acuáticos, contaminación del cuerpo receptor y pérdida de la calidad.

En la figura N° 5 se detalla la comparación del estudio de DBO<sub>5</sub> con los VMA, como se observa cinco de las muestras superan lo establecido para este parámetro, así lo manifiesta el MVCS (2019) el VMA es de 500 mg/L señalado en el anexos N° 1 del reglamento de VMA, la

M4 representa el valor más excedente superando en 3967,5 mg/L a los 500 mg/L establecido para el parámetro de DBO<sub>5</sub>, se exhibe que el análisis dio como resultado que el hospital supera en su mayoría los VMA, así mismo en diferentes trabajos de investigación se muestran resultados similares, autores como Ramdani et al. (2018), señalan que en la caracterización fisicoquímica realizada al efluentes del hospital Hassani Abdelkader de Sidi BelAbbes (oeste de Argelia) se determinó que las concentraciones del parámetro de DBO<sub>5</sub> variaban de 255 mg/L a 850 mg/L y el promedio de todas sus muestras fue de 405 mg/L superando el valor de 30 mg/L dado por la OMS lo cual demuestra que los vertimientos de agua residual de dicho hospital tiene una fuerte proliferación de contaminantes orgánicos de modo similar a los resultados del análisis del efluente del hospital de Chota los cuales son excedentes a la norma clasificándolo de esta manera como aguas residuales con carga orgánica considerable; del análisis realizado también se determinó que la quinta muestra (M5) está por menos 116,7 mg/L de la norma, de igual modo Bambarén (2014) al analizar las aguas residual del hospital público de la metrópoli de Lima-Perú obtuvo como resultado un valor de 9,5mg/L y 266,5 mg/L en el área de lavandería e infectología, los cuales al ser comparados con la normativa nacional se encuentran por debajo de los VMA sin embargo al ser comparados con la normativa mexicana NOM-029-ECOL-1993 supera lo establecido para la descarga de agua residual de hospitales, según el autor esta norma es específica para descarga de aguas de hospitales a diferencia de la normativa peruana que es general, en concordancia con el autor se considera que es importante disminuir la concentración de DQO<sub>5</sub> debido a que el agua residual descargada al alcantarillado público en Chota no cuenta con ninguna planta de tratamiento y va directamente a desembocar a la quebrada San Mateo y luego se une al río Chotano dos de los recursos hídricos más importantes para la población Chotana.

#### 4.1.1. Concentración de DQO de los seis muestreos y comparación con los VMA

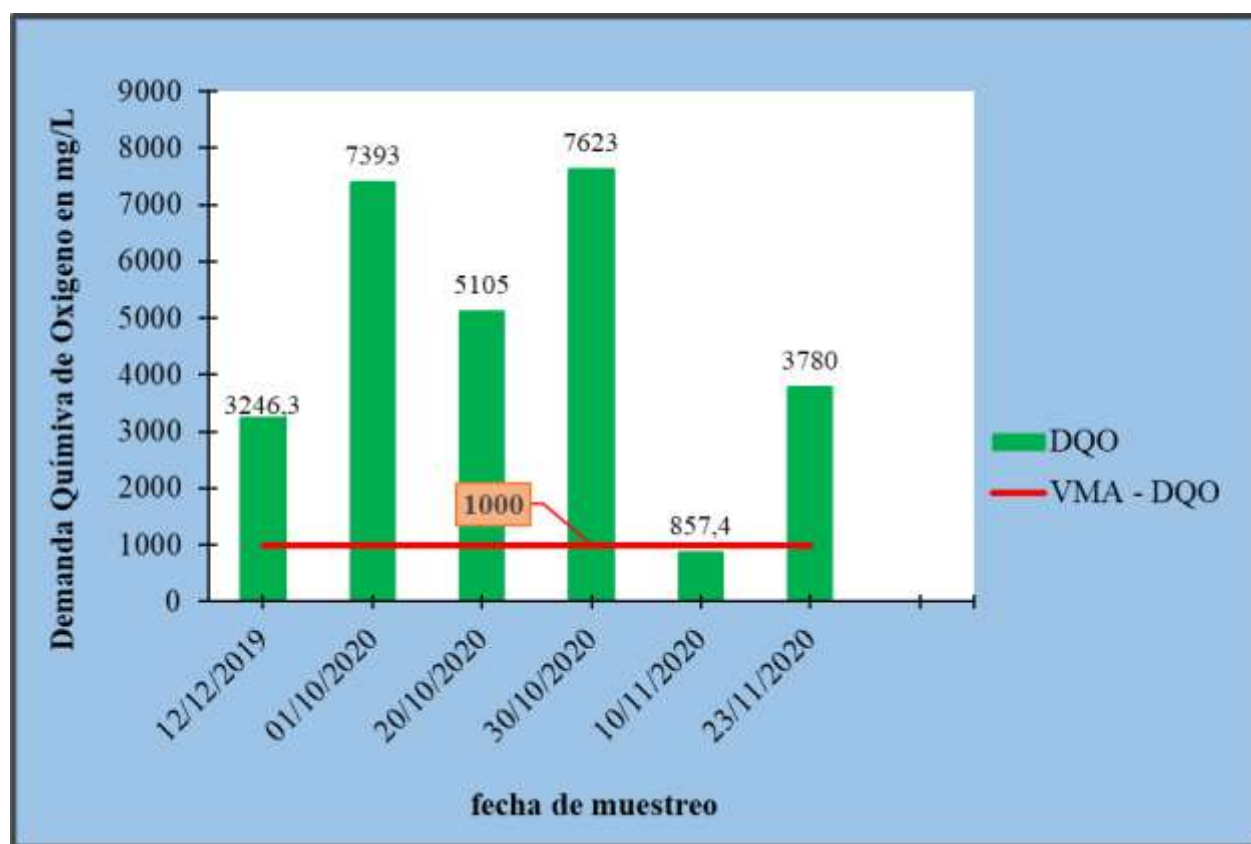
**Tabla 11**

*Estadísticos descriptivos de la DQO*

Punto de muestreo	N° de muestras	Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. Est.	C.V.
Buzón del hospital	6	7623	857,4	4667,5	2595,3	0,6

**Figura 6**

*Comparación de DQO con VMA*



La tabla 11 indica la cuantía de la DQO de la descarga de agua residual del hospital de Chota, el valor máximo obtenido para este parámetro fue de 7623 mg/L, el valor mínimo 4667,5 mg/L y el valor promedio de las seis muestras 857,4 mg/L, semejante a este trabajo Costa et al (2017), mencionan que el estudio de las muestras de agua de las instalaciones del hospital de la

Universidad Federal de Paraná, genero resultados que van desde 4mg/L hasta 2225 mg/L de DQO con lo cual determinaron que son aguas residuales fuertes, considerando que el valor promedio de la DQO es cinco veces mayor al de un alcantarillado doméstico, los resultados del hospital de Chota y de Paraná nos muestra que la carga contaminante es variable algunos días presenta concentraciones bajas y otros días concentraciones elevadas las cuales se deben a la presencia de orina, sangre, aceites, detergentes, agentes patógenos entre otros procedente de cada una de las instalaciones del hospital. así mismo Fuentes et al. (2015) afirman que los contaminantes del agua con presencia de MO constan de miles de componentes como coloides, partículas macroscópicas y macromoléculas disueltas causantes de provocar olor, color y sabor además del aumento de microorganismos patógenos o causar la manifestación de materia no biodegradable, disminuyendo la calidad del agua. Los resultados se compararon con la normativa vigente, en la fig. 6 se detalla la relación del análisis de DQO y los VMA para este parámetro el cual no se debe exceder de 1000 mg/L, sin embargo se obtuvo que cinco de las muestras recolectadas superan los VMA siendo el día 30/10/2020 en el cual se obtuvo un valor excedente de 6623 mg/L a los 1000 mg/L establecidos en el reglamento, de manera similar se presenta en otros trabajos como el desarrollado por Costa et al. (2017), quienes obtuvieron un valor de 2225 mg/L el cual supera los valores máximos, esto nos muestra la cantidad de MO e inorgánica que se genera producto de las actividades desarrolladas en los diferentes centros de salud a nivel mundial, en la investigación también se obtuvo que la quinta muestra (M5) estaba 142,6 mg/L por debajo de los 1000 mg/L establecido en el reglamento de VMA, resultados similares se determinaron en el estudio realizado al agua residual del alcantarillado del Centro Médico Naval, Callao-Perú realizado por Pajuelo et al. (2021), quien señalo que la concentración de DQO es de 344 mg/L el valor se encuentra dentro de los VMA, los autores

señalaron que si bien el valor está dentro de lo establecido este valor puede disminuir aún más con la utilización de diferentes tratamientos con la finalidad de obtener un efluente menos contaminado, Rodríguez en el (2015) al estudiar las aguas residuales contaminadas por el hospital regional de Cajamarca el cual cuenta con una poza de oxidación obtuvo valores que van desde 422 a 567 y al ser comparados con la normativa se encuentran dentro de los parámetros establecidos, con los resultados obtenidos comprendemos la importancia de la edificación de una planta de tratamiento en los hospitales para que estos valores disminuyan antes de su vertimiento al alcantarillado público, como ya se conoce diversos autores como Ramón et al. (2009) menciona que el agua residual producto de los centros de salud es considerada como aguas con un elevado nivel de MO observándose altos valores de la DBO<sub>5</sub> y DQO, igualmente Ramdani et al (2018) menciona que los efluentes generados por las actividades hospitalarias pueden representar una amenaza para los pobladores y el ambiente debido a la naturaleza y cantidad de sustancias que contienen, los cuales en muchas oportunidades son vertidos sin previo tratamiento.



#### 4.1.2. Concentración de SST de los seis muestreos y comparación con los VMA

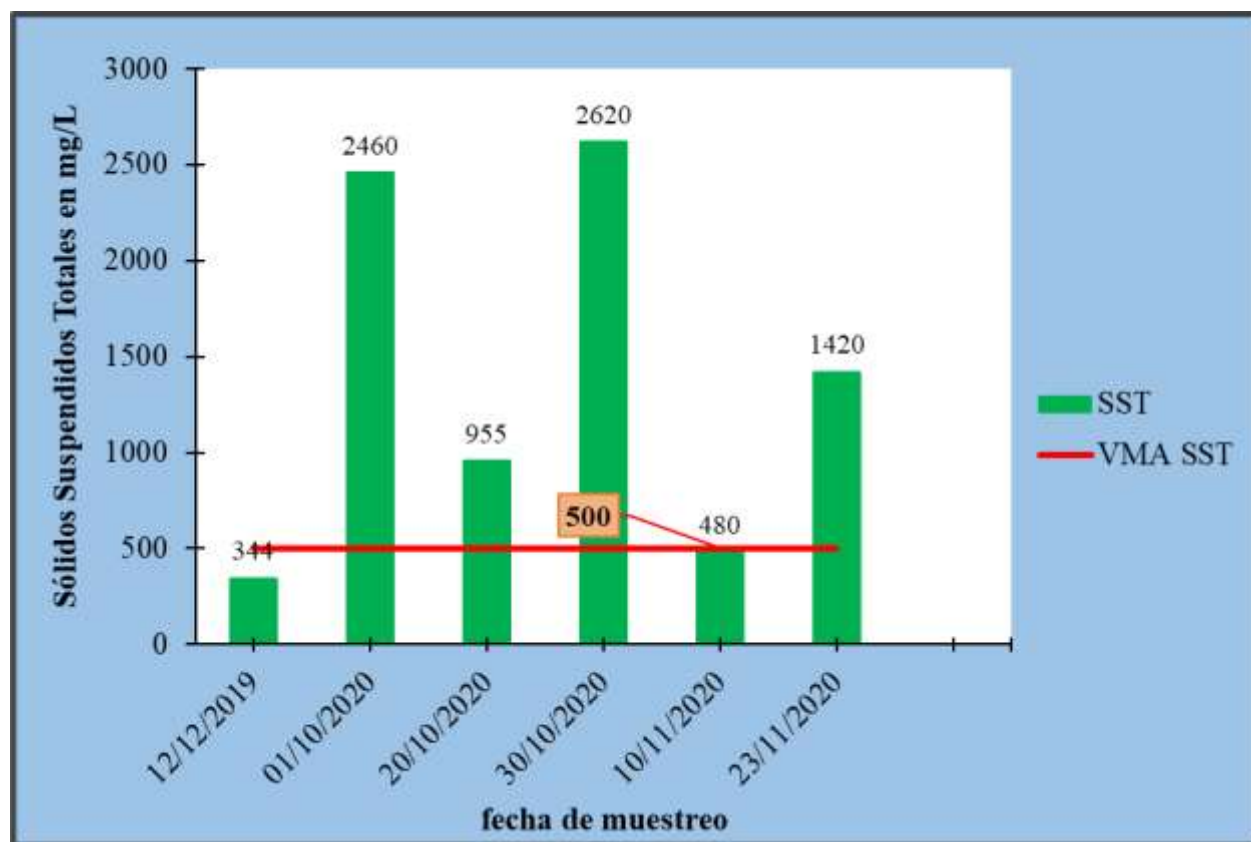
**Tabla 12**

*Estadísticos descriptivos de los SST*

Punto de muestreo	N° de muestras	Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. Est.	C.V.
Buzón del hospital	6	2620,0	344	1379,8	976,7	0,7

**Figura 7**

*Comparación de SST con los VMA*



A los hospitales ingresan grandes cantidades de agua de las cuales luego se genera similar cantidad de agua residual que sale producto de las actividades diarias conteniendo diferentes tipos de sólidos, en concordancia con lo dicho Vizcaíno y Fuentes (2016) indican que la contaminación del agua debido al vertimiento de efluentes residuales incrementa la concentración de MO y microorganismos indeseables en el agua superficial, Asimismo, Reyes

(2016) señala que las aguas residuales presentan sólidos totales en suspensión, que son las partículas inorgánicas y orgánicas que transportan las aguas residuales, cuando disminuye la celeridad, muchas de las partículas se asientan en el fondo en forma de sedimento y las que no se depositan inducen turbidez, tal como manifiesta Barrios et al. (2016) los SST no permiten el ingreso de la luz a profundidades mayores, con un impacto sobre los procesos fotosintéticos, además de generar turbiedad en el agua afectando la calidad de ríos, lagunas, quebradas y mares, el incremento de la turbiedad se atribuye a la cantidad de SST en el agua producto de las descargas de agua residual conteniendo materia orgánica viva y muerta (Aveiga et al., 2019). La concentración de SST de la descarga hospitalaria nos permite conocer la calidad del efluente, es por ello la importancia de su determinación durante el presente trabajo de investigación, Mite, et al (2016), quien manifiestan que para la evaluación de aguas residuales se usan los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST, que muestran la influencia antropogénica, en la tabla 12 se detalla la concentración de los SST del efluente generado en las instalaciones del hospital de Chota los cuales dieron como resultado una concentración máxima, un valor mínimo y un valor promedio de 2620, 344 y 1379,8 mg/L de SST respectivamente, las aguas procedentes de los hospitales contienen carga contaminante que presenta sólidos en suspensión y sedimentados producto de la amplia variedad de actividades tal como manifiesta Macías et al. (2019), que las aguas residuales hospitalarias incluyen gran diversidad de microcontaminantes como resultado de la investigación, diagnóstico, laboratorios, excreciones de pacientes, desinfectantes, contrastes radiológicos, disolventes halogenados, metales pesados, etc., estas aguas residuales generalmente se descargan con un alto nivel de contaminación por medicamentos sin pretratamiento al alcantarillado y se unen con las aguas residuales urbanas con una amplia variedad de productos químicos; luego de conocer la concentración de SST es importante que

los valores obtenidos se relacionen con la normativa nacional, en la figura 7 se detalla la comparación entre las concentraciones de SST obtenidos del análisis de muestras recolectadas en seis fechas diferentes en el hospital de Chota con los VMA, de lo cual se determinó que 4 de los muestreos realizados superan el valor de 500 mg/L y 2 muestreos si obtuvieron valores aceptables, los valores excedentes a lo señalado por la norma nacional se debe a que durante las actividades desarrolladas en el hospital se genera la producción de agua residual con presencia de sólidos suspendidos totales que perjudican la calidad de los cuerpos receptores, de manera similar en el estudio realizado en el hospital en Sri Lanka por Young et al. (2021) tuvieron como resultado valores de 480, 904 y 781 mg/L de SST en el efluente los cuales superan la norma, cabe señalar que los rangos de valores máximos con los cuales se compara las concentraciones de SST del agua son similares con solo una diferencia de 100mg/L a los VMA establecidos en la norma peruana, del mismo modo en la caracterización realizado por Al-Najar et al. (2018), a las aguas residuales médicas en la franja de Gaza: Al-Shifa complejo médico, la concentración más alta fue la proveniente del departamento de cirugía con 3008 mg/L de SST el agua se descarga al sistema de alcantarillado y luego van a desembocar al mar superando los 600 mg/L establecidos en el PEQA (Asuntos de calidad de Palestina), pero también se obtuvo valores que si cumplen con la norma los cuales son procedentes del análisis realizado al agua residual del área de lavandería el valor resultante fue de 253 mg/L, en concordancia con lo anteriormente señalado, en el hospital “Universitario Centro de Kigali” Alexandre et al (2020), indica que los resultados de SST fueron 56,5 mg/L hasta 77 mg/L de SST por muestra de agua de dicho hospital, estos valores son favorables debido a que cumplen con la normativa de cada país, en el hospital de Chota las muestras tomadas los días 12/12/19 y el día 10/11/20 tuvieron valores de 344 mg/L y 480 mg/L respectivamente estas dos muestras si cumplieron con lo estipulado

en el Reglamento de VNA para los SST, mientras que los valores superiores a la norma provocarían contaminación de agua por lo cual se recomienda realizar tratamientos de sedimentación con la finalidad de disminuir los SST y después eliminar los sedimentos asentados en el fondo y así eliminar los residuos sólidos médicos procedentes del vertimiento hospitalario.

#### 4.1.3. Concentración de A y G de los seis muestreos y comparación con los VMA

**Tabla 13**

*Estadísticos descriptivos de los A y G*

Punto de muestreo	N° de muestras	Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. Est.	C.V.
Buzón del hospital	6	85,7	18,8	46,0	28,0	0,6

**Figura 8**

*Comparación de los A y G con los VMA*



El vertimiento de aguas residuales generadas durante la preparación de alimentos al alcantarillado público genera grandes cantidades de aceites, grasas y restos de alimentos de cocina, en la tabla 13 se denota que durante el análisis de las 6 muestras de agua residual procedente del hospital JHSC de Chota se determinó la concentración de A y G y se obtuvo un resultado máximo, valor mín. y valor prom. de 85,7, 46 y 18,8 mg/L respectivamente, Puma y Palomino (2019) señalan que la contaminación del agua generada por los restaurantes o lugares donde se preparan alimentos se genera por residuos orgánicos, aceites, grasas, detergentes, sustancias químicas propias de la limpieza y lavado, que ocasionan daños en las redes de desagüe debido a la obstrucción por la acumulación de grasas a si mismo malos olores, Narvaez y Sánchez (2019) señalaron que durante el análisis del vertimiento de agua residual proveniente de dos pollerías en la ciudad de Cajamarca obtuvieron un valor promedio de 3104,85 mg/L en la pollería Brasa Menú Express y 3176,25 mg/L de la pollería Medileny en el análisis de aceites y grasas, estos valores nos demuestran que el agua residual proveniente de la preparación de alimentos puede llegar a concentraciones muy elevadas las cuales necesitaran de un tratamiento previo, la presencia de A y G en las muestras de agua procedentes de la descarga de agua residual del hospital de Chota el cual se descarga al sistema de alcantarillado público ocasiona contaminación en el recurso hídrico receptor modificando también sus características naturales del agua creando una lámina superficial la cual impide el paso del oxígeno, el agua contaminada por la presencia de A y G generada por las actividades antropogénicas modifican el equilibrio natural hídrico, Moya & Moya (2020) señalan que los residuos de aceite son capaces de crear una capa sobre la superficie dificultando el paso del oxígeno llegando a ocasionar la muerte de los seres vivos. Por lo que es importante comparar las concentraciones de este parámetro con la norma nacional, en la figura 8 se pone de manifiesto que las seis muestras analizadas del hospital

de Chota todas tienen concentraciones por debajo del VMA para el parámetro de A y G cumpliendo con el reglamento, tal como lo señala el MVCS (2019) en el anexo 1 del reglamento en el cual detalla que la descarga de los centros de salud debe tener valores menores a 100 mg/L de A y G, por cada muestra de agua analizada. Si bien durante el muestreo del agua del HJSC los parámetros están por debajo de lo estipulado podemos notar que tienen tendencia de subir de 24 mg/L a 85,7 mg/L acercándose al VMA de 100 mg/L resultados similares se presentan en el análisis realizado por Guevara (2020) en el análisis de las aguas residuales del hospital “Regional docente de Cajamarca”, en el cual el valor promedio del parámetro de aceite y grasa registrado del efluente de dicho hospital fue de 56,7 mg/L el cual se encuentra dentro del rango de valores aceptados para la descarga del efluente, de igual modo durante el análisis del hospital de Lima realizado por Bambarén (2014), se reconoció una concentración de 1,4 mg/L y 5 mg/L de A y G de las áreas de lavandería e infectología valores notablemente bajos que cumple con lo estipulado al igual que el hospital de Chota, los análisis realizados demuestran que el vertimiento de las aguas de estos hospitales peruanos si cumplen con los VMA para el parámetro de A y G.

#### 4.1.4. Concentración del pH de los seis muestreos y comparación con los VMA

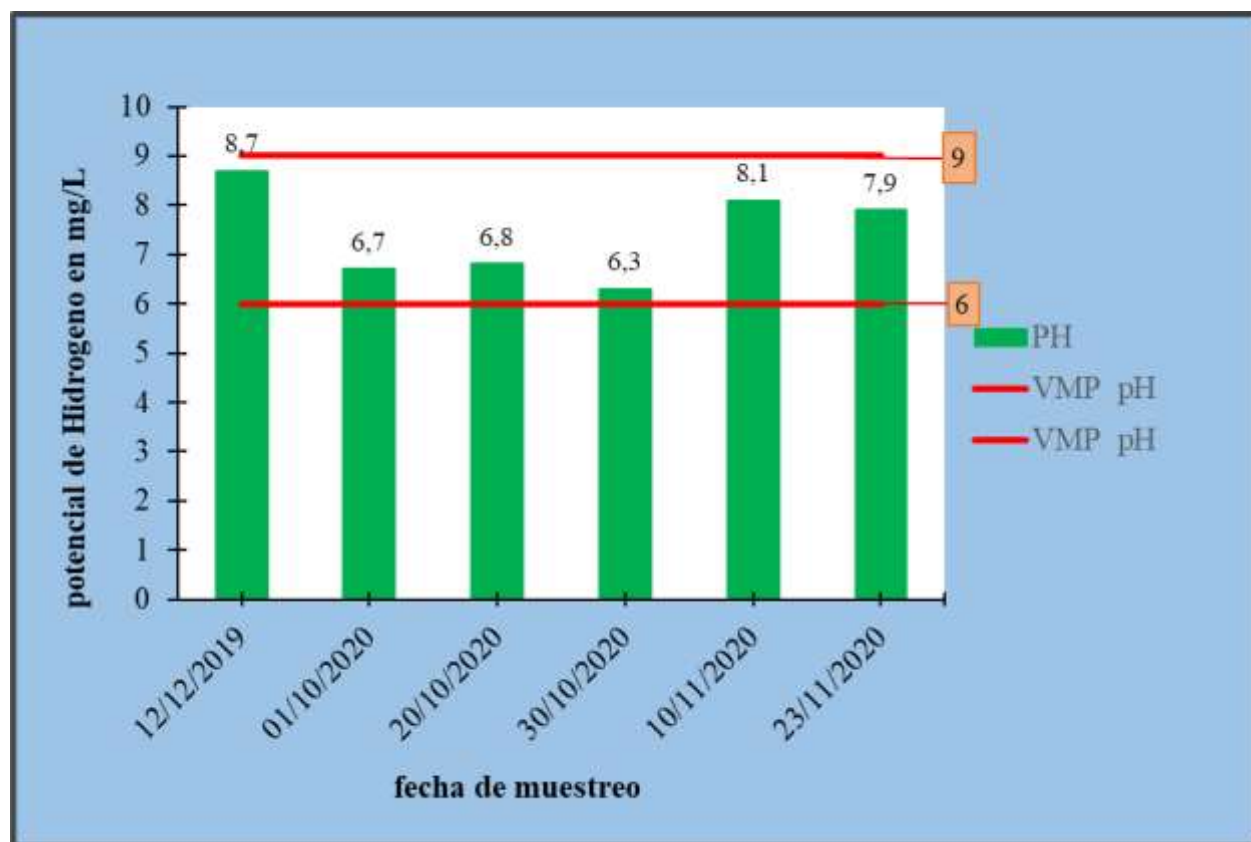
**Tabla 14**

*Estadísticos descriptivos del pH*

Punto de muestreo	N° de muestras	Máxim o	Mínim o	Promedi o	Desv. Est.	C.V .
Buzón del hospital	6	8,7	6,3	7,4	0,9	0,1

**Figura 9**

*Comparación del pH con los VMA*



La medida del potencial de hidrogeno durante la caracterización de aguas residuales permite tener mejor conocimiento sobre los cursos de agua y las especies que en este crecen, Durán (2016), indica que el potencial de hidrogeno origina la variación de la composición de la flora y fauna, además de influir en el grado de toxicidad por ser un indicativo de basicidad, acides y alcalinidad, la tabla 15 detalla los valores del parámetro de pH durante el análisis del agua residual del hospital de Chota en el cual tenemos valores desde un mínimo de 6,3 el día

30/10/20 hasta el valor máximo de 8,7 el día 12/12/19 y un promedio de las seis muestras de 7,4 unidades de pH, esto manifiesta que la mitad de las muestras representan aguas alcalinas, y la otra mitad da como resultado muestras ligeramente ácidas, con valores similares en el trabajo desarrollado por Placide et al. (2016) sobre las aguas del hospital “Universitario en Abidján, Costa de Marfil” se obtuvo que el pH varía entre 6,30 y 9,40 unidades, como valor mínimo y máximo respectivamente y un valor promedio de 7,18, por lo cual los autores señalan que el potencial de hidrógeno es casi neutro por lo tanto es adecuado para su descarga al sistema de alcantarillado, de lo contrario ocasionarían daños al medio ambiente, las aguas residuales generadas en los hospitales pueden llegar a ser muy contaminantes al aumentar o disminuir su pH y alterar la vida acuática, tal como lo señala Rehman et al, (2020), un problema alarmante de nuestra sociedad es la contaminación del agua debido a que desechamos sin parar las aguas residuales sin tratar, en este problema se incluye las aguas residuales hospitalarias y laboratorios sin ningún tipo de gestión. Tanto la sangre como la orina son agentes importantes que están presentes en las aguas del hospital y deben curarse antes de descargarse en los desagües, Rodríguez y Silva (2015) señala que si el valor del pH se encuentra entre 6,5 y 8,5 el agua es apropiada y permite la vida de los ecosistemas caso contrario cuando presenta valores superiores a 9 o menores a 5,8 se produce baja o nula posibilidad de los organismos acuáticos, además mencionan que del pH depende los procesos heterotróficos que acontecen en el agua tales como la disgregación aeróbica de la MO. Luego de conocer los valores del pH del agua residual del hospital de Chota estos se comparan como se indica en la figura 9 en la cual se pone de manifiesto la relación entre el valor máximo admisible del pH con los valores obtenidos durante el análisis de agua residual, el MVCS (2019) describe en el anexo 2 que el rango permitido para la descarga de agua residual es de 6 – 9 unidades de pH, en el presente trabajo se analizó en seis



diferentes oportunidades muestras de la descarga de agua residual generada de las instalaciones del hospital de Chota en las cuales se pudo apreciar que todas las muestras cumplen con el valor establecido en el reglamento dentro del rango de 6 a 9, de igual modo en el estudio realizado por Falcón y Leo (2018), obtuvieron un valor de 8,29 unidades de pH durante el análisis de las muestras de agua residual generadas en el hospital “Víctor Ramos Guardia – Huaraz” valor que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para ser descargados al alcantarillado público de la ciudad de Huaraz. Las muestras analizadas en el hospital de Chota también se acercan al valor superior a 9 unidades similar al estudio realizado por Guevara (2020), durante la el análisis de calidad del agua residual del hospital “Regional docente de Cajamarca”, 2019, quien obtuvo valores de 9,2 de pH en el agua generada de las actividades desarrolladas en dicho hospital estos resultados nos muestra que supera ligeramente el valor máximo permisible, en resumen las muestras tomadas si cumplen con la norma pero tienen una inclinación a tener un valor de pH alcalino lo cual al momento de ser descargado puede generar impacto en el agua por lo tanto es importante mantener los valores de pH dentro del rango establecido.

#### 4.1.5. Concentración de la Temperatura de los seis muestreos y comparación con los VMA

**Tabla 15**

*Estadísticos descriptivos de la temperatura*

Punto de muestreo	N° de muestras	Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. Est.	C.V.
Buzón del hospital	6	21,09	17	18,9	1,7	0,1

**Figura 10**

*Comparación de la temperatura con los VMA*



La temperatura es un parámetro importante porque nos permite realizar la caracterización de la descarga, en el hospital de Chota durante la cocción de alimentos, limpieza de equipos técnicos, desinfección de camas, ropa de pacientes y personal médico se utiliza agua a elevadas temperaturas las cuales luego son vertidas al sistema de alcantarillado, según

Zambrano et al. (2020) la temperatura es considerado como un parámetro físico importantes debido a que un elevado o muy bajo valor puede afectar directamente el crecimiento de microorganismos y perjudica el funcionamiento normal del sistema de tratamiento, en la tabla 14 nos muestra las concentraciones obtenidas durante el muestreo realizado a las aguas del hospital de Chota, el valor máximo fue de 21,09° C, el valor mínimo de 17,0 °C y el promedio de las seis muestras llego a ser 18,9 °C, de igual manera en el trabajo realizado por Neisi et al. (2017) durante el análisis a la planta de tratamiento de aguas residuales de los hospitales Golestán, Abuzar y Taleghani de Ahvaz” obtuvieron un valor promedio de la temperatura de 23,8 °C similar a lo obtenido en el presente trabajo, el aumento de temperatura se debe a los días en los que se realiza aseo en el hospital y una disminución de este parámetros a los otros días de la semana en los cuales hay menor vertimiento de agua caliente, la T elevada puede llegar a ocasionar desoxigenación por ende muerte de las especies acuáticas, tal como señala Botero et al. (2020), que las variables fisicoquímicas como la temperatura influyen en los sistemas acuáticos, el aumento de la T llega a disminuir la concentración de oxígeno la cual es vital para la vida acuática, este aumento se debe a factores derivados de la contaminación por el vertimiento de agua residual, Scordo (2018), menciona que la temperatura esta relaciona con la cantidad de OD lo cual afecta al habita de las especies acuáticas como los salmónidos (como truchas y los salmones) especies que viven en condiciones óptimas de oxigenación entre 6,5 mg L<sup>-1</sup> y el mín. es 4,0 mg L<sup>-1</sup> las cuales se refugian en las zonas más profundas, frías y oxigenas para poder subsistir; del mismo modo Álvarez et al. (2008). manifiesta que la descarga de agua térmica ocasiona incremento de la solubilidad de compuestos químicos, disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto, aumento de la evaporación, el calentamiento de las aguas afecta la vida acuática. Es importante que antes de su vertimiento este parámetro cumpla con el

reglamento de VMA, en la fig. 10 se detalla el análisis de agua residual de la descarga del hospital JHSC comparados con los VMA para el parámetro de temperatura el cual no debe exceder de los 35 ° C, tal como señala el MVCS (2019) en el anexo 2 del reglamento de VMA, en los valores de las seis muestras de la descargada de agua del hospital de Chota se puede apreciar que todos los resultados son < 35 ° C, por lo tanto cumplen con lo establecido en el D.S. N° 010-2019-VIVIENDA, en concordancia con lo referido en otros estudios como el realizado por Edan y Sharqi (2020), al analizar el efluente del Hospital Docente de Ramadi y su impacto en el río Éufrates obtuvieron valores entre 12° C a 33° C parámetros aceptables para la descarga, así mismo en otros estudios realizados por Martínez et al. (2020), quienes analizaron los patotipos y resistencia a antibióticos de *E. coli* en agua residual procedentes de un hospital de México, durante el análisis fisicoquímico de sus aguas residuales obtuvieron un valor de 31.30 ° C el cual también cumple con la norma esos estudios nos demuestran su similitud con el presente trabajo de investigación realizado, en concordancia con lo analizado sobre el parámetro de temperatura todos sus valores son aptos para su vertimiento al sistema de alcantarillado al encontrarse dentro de lo establecido en el reglamento de VMA.

## 4.2. Índice de biodegradabilidad - IB

**Tabla 16**

*Índice de biodegradabilidad*

<b>N° muestra</b>	<b>FECHA</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DQO</b>	<b>IB</b>
M1	12/12/2019	847,1	3246,3	0,26
M2	01/10/2020	4417,5	7393	0,60
M3	20/10/2020	2479,2	5105	0,49
M4	30/10/2020	4467,5	7623	0,59
M5	10/11/2020	383,3	857,4	0,45
M6	23/11/2020	1890	3780	0,50
<b>Promedio de IB</b>				<b>0,48</b>

La presente tabla nos detalla los valores del IB del análisis de las aguas residuales del hospital de Chota, determinado mediante la división de las concentraciones de DBO<sub>5</sub>/DQO teniendo como resultado valores del IB desde 0,26 hasta 0,60 y un valor promedio de 0,48 lo cual indica que son aguas residuales parcialmente biodegradables tal como señalan Medina et al, (2016). El IB se obtiene tras calcular el DBO<sub>5</sub> y DQO que indica la fracción de M.O. total que existe en una muestra y que es capaz de descomponerse biológicamente cuando el resultado del IB es > 0,60 indica que es fácilmente biodegradable, un valor de IB entre 0,41 -0,59 son muestras parcialmente biodegradables, un valor de IB < 0,4 son muestras con contenido orgánico persistente y que no son biodegradables. Otros autores también señalan que conforme al resultado estimado se clasifica en biodegradabilidad normal (0,2-0,4), baja ( $\leq 0,2$ ) y alta ( $\geq 0,4$ ), así mismo, si el índice es menor, mayor es la cantidad de elementos difícilmente biodegradables, el valor del IB mayor a 0,4 se clasifica con un nivel de biodegradabilidad alta, es por ello la importancia de la relación DBO<sub>5</sub> /DQO el cual muestra la biodegradabilidad de las aguas residuales y (Barrera et al., 2018 citado por Garavito, Ospina & Ospina, 2020) en otros estudios realizados se obtuvo valores similares como es el caso de Guzmán, Pérez & Valdés (2020) quienes definen que el análisis de la

DBO y de la DQO permite calcular el índice de biodegradabilidad (IB), obteniendo en su estudio un valor de (DBO/DQO) 0,5 indicador de MO biodegradable.

La determinación de la cantidad de MO biodegradable como no biodegradables es importante para conocer el nivel de contaminación de los efluentes generados por las diferentes actividades antropogénicas como las desarrolladas en los hospitales esto con la finalidad de establecer medidas amigables con el medio ambiente, Reyes (2016) señala que las aguas residuales presentan contaminantes debido al contenido de MO e inorgánica por lo cual surge la necesidad de utilizar diversos métodos o tratamientos los cuales pueden ser biológicos, químicos o físicos o combinados con la finalidad de depurar los contaminantes y obtener un vertido más limpio, entre los tratamientos óptimos y comprobados tenemos la aplicación del proceso fenton el cual logra depurar el agua haciendo que sus concentraciones disminuyan y sean aptas para ser vertidas tal como señalan Medina et al. (2020), durante su estudio se notó una mejoría en el índice de biodegradabilidad (IB = 0,5) en el agua residual tratada, así como en todos sus parámetros estudiados. Por tanto, la aplicación del proceso Fenton sobre aguas residuales resulta efectivo, así mismo Sánchez & García (2018), señalan que la reacción fenton oxidó la materia orgánica no biodegradable, aumentando la concentración de DBO<sub>5</sub>/DQO de 0,22 a 0,46 mg/L por lo cual afirman que este es un tratamiento óptimo para aguas residuales.

#### **4.2.1. Análisis de la probabilidad que cumplen con los VMA**

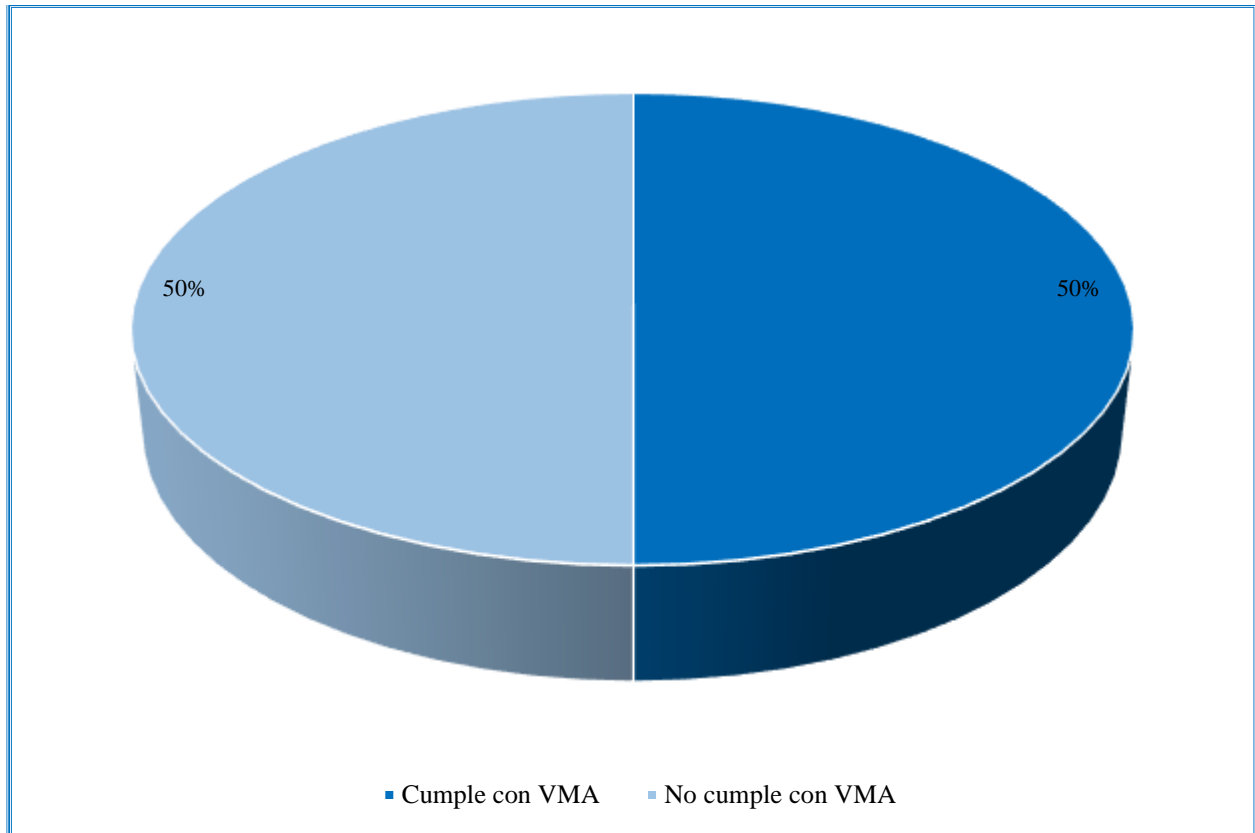
**Tabla 17**

*Análisis de probabilidad de las muestras de agua residual del hospital JHSC*

<b>Agua residual del JHSC</b>	<b>Probabilidad</b>
Cumple con VMA	50%
No cumple con VMA	50%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### Figura 11

*Probabilidad de que los parámetros fisicoquímicos cumplan con los VMA*



En cuanto a la probabilidad la figura 11 señala que la descarga de agua residual del hospital de Chota tiene una probabilidad dividida, el 50% no cumple con los VMA principalmente los parámetros más sustanciales para definir la contaminación del agua tal como la DBO<sub>5</sub>, DQO y SST estos parámetros superan la normativa nacional y el otro 50% cumplen con los VMA tales como los parámetros de T, pH, aceites y grasas

### 4.3. Correlación de parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del HJHSC

**Tabla 18**

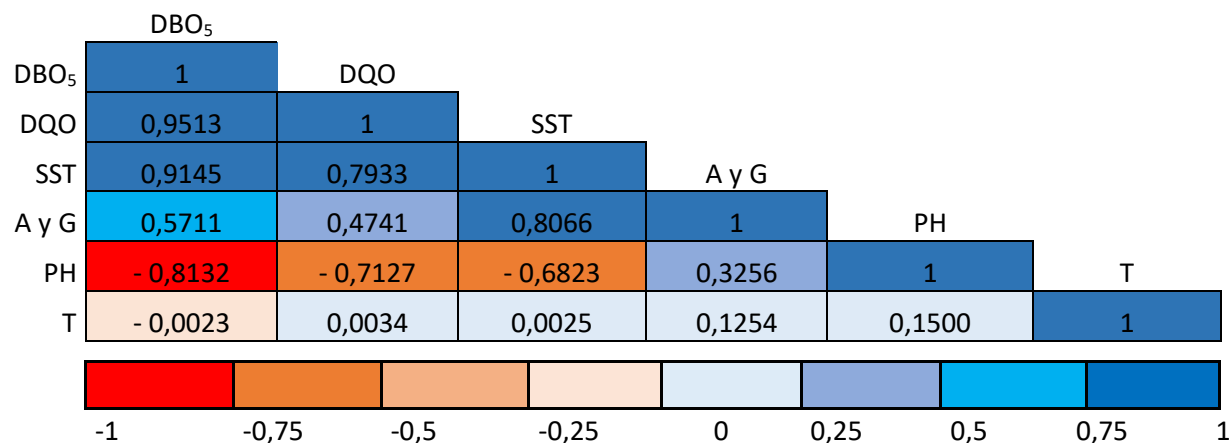
*Correlación de parámetros fisicoquímicos*

Punto de muestreo	Coeficiente de correlación														
	DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	DQO	DQO	DQO	DQO	SST	SST	SST	A y G	A y G	PH
buzón HJHSC	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs
	DQO	SST	A y G	PH	T	SST	AyG	PH	T	AyG	PH	T	PH	T	T
	0,9513	0,9145	0,5711	0,8132	0,0023	0,7933	0,4741	0,7127	0,0034	0,8066	0,6823	0,0025	0,3256	0,1254	0,1500
	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)

Nota. (+) = Correlación positiva, (-) = Correlación negativa, (0) = correlación nula

**Figura 12**

*Correlación de Pearson de los parámetros del HJHSC-Chota*



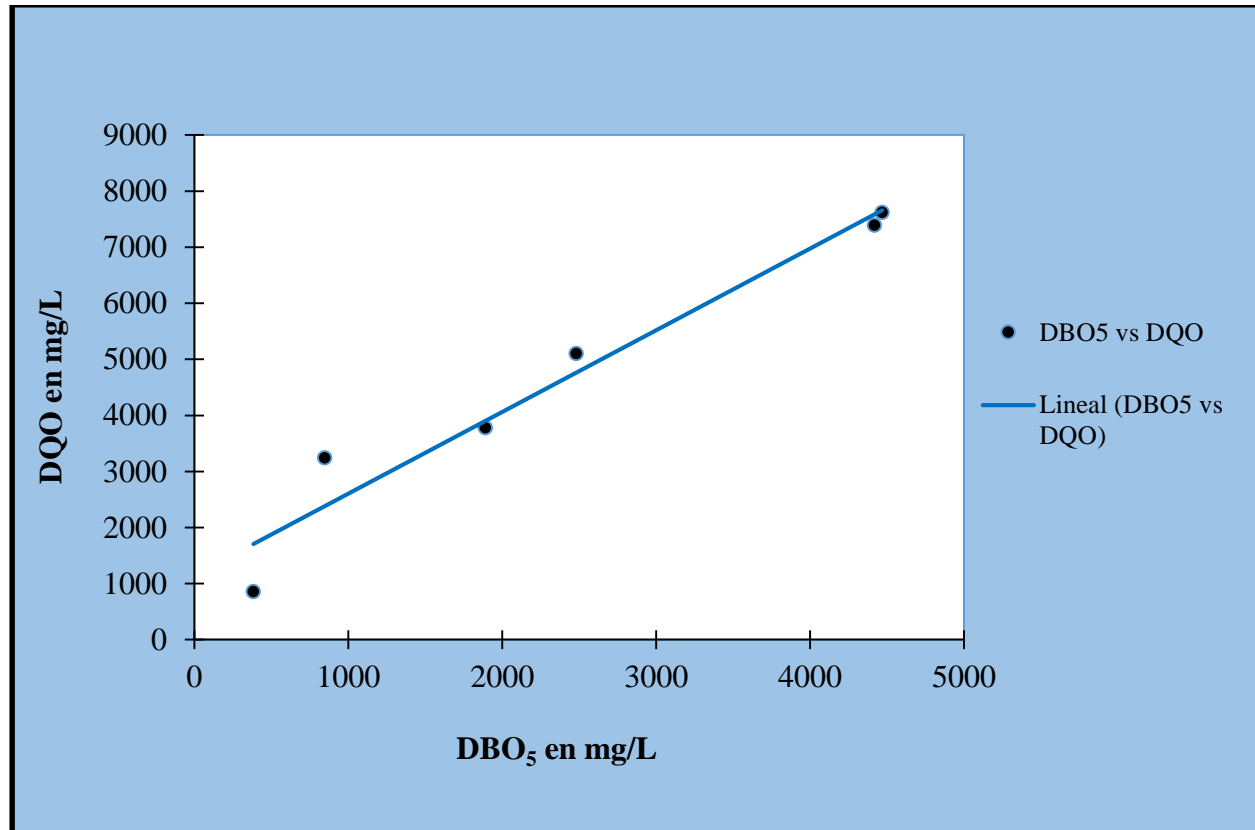


La tabla 19 nos muestra la correlación que existe entre los diferentes parámetros evaluados del efluente del hospital de Chota en los cuales se puede apreciar que existe una correlación directa significativa a fuerte en cuanto a los parámetros de  $DBO_5$  vs DQO,  $DBO_5$  vs SST,  $DBO_5$  vs A y G, DQO vs SST, SST vs A y G, esto quiere decir que cuando aumenta un parámetro el otro parámetro también aumenta o disminuyen los dos a la vez debido a que están correlacionados positivamente uno con el otro y una correlación negativa o inversa significativa entre los parámetros  $DBO_5$  vs pH, DQO vs pH es decir si un parámetro aumenta el otro disminuye y viceversa, según Martínez et al (2009), la correlación entre dos variables expresa el grado de asociación entre estas, relacionado a su aumento o disminución, clasificándose en curvilínea o lineal según como se muestren los puntos en torno a la línea, puede ser positiva o directa esto sucede cuando una variable aumenta la otra variable también aumenta o viceversa, es una correlación negativa o inversa cuando al crecer o aumentar una variable la otra decrece o viceversa y es una correlación nula se debe a que no existe ninguna relación entre sus variables por lo cual los puntos se encuentran distantes o dispersos para saber el grado de correlación se utilizan valores del -1 al +1 cuando son más cercanos a la unidad tienen una correlación más fuerte y cuando más se acercan al cero existe poca o nula correlación entre parámetros, tal como señala Medina, et al (2020), que el grado de correlación se define con el coeficiente de correlación de Pearson.

### 4.3.1. Correlación entre DBO<sub>5</sub> y DQO

**Figura 13.**

Correlación entre DBO<sub>5</sub> vs DQO



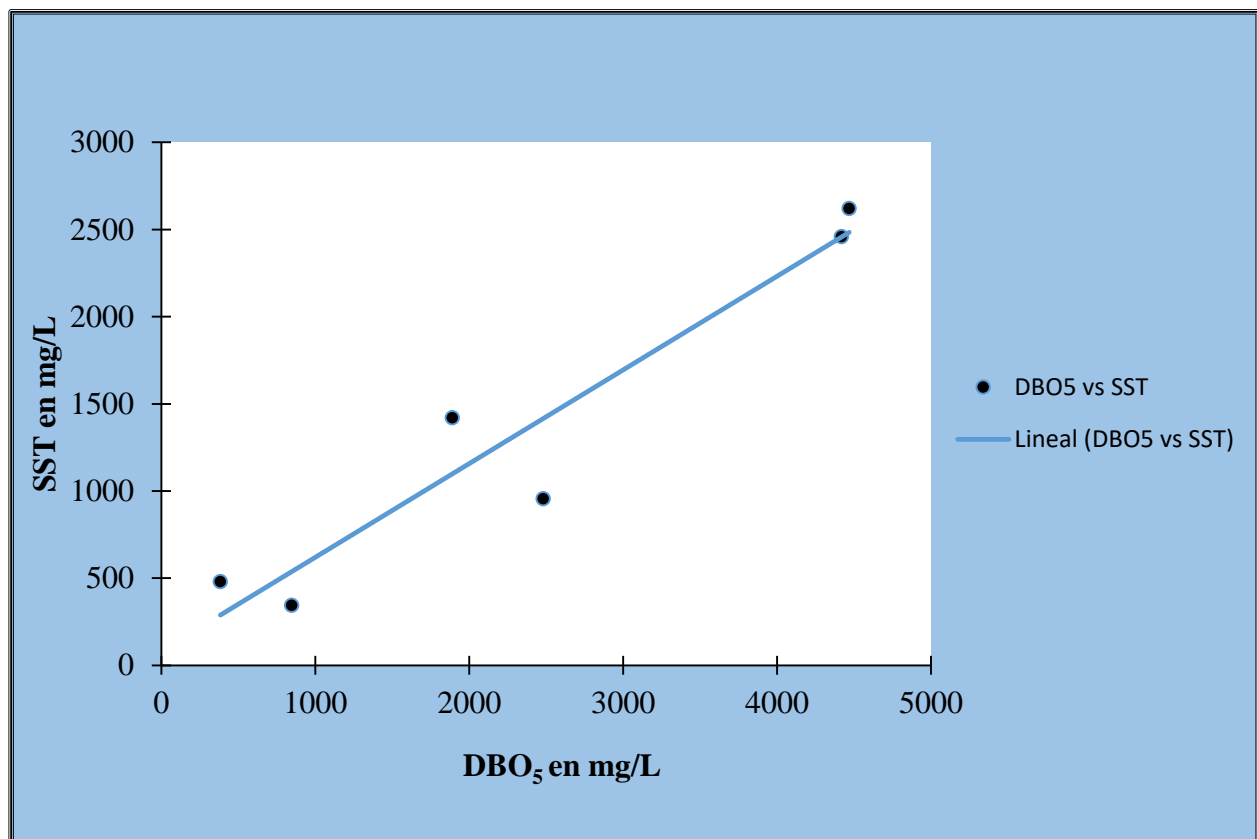
En la fig. 13 se muestra que existe una correlación directa fuerte con un valor de  $R^2=0,9513$ , lo cual indica que mientras aumenta la DQO también aumenta la DBO<sub>5</sub>, en concordancia con lo señalado Ortiz (2020), manifiesta que la relación altamente significativa que se presenta entre la DQO y la DBO ( $r=0,986$ ) es debido a que la DQO depende tanto del material nitrogenado como del material carbonoso presente, y de todos los compuestos capaces de ser oxidados por el  $K_2Cr_2O_7$ , es natural observar una relación estrecha entre estas variables, del mismo modo Crombet et al. (2019), observan que la DQO está fuertemente correlacionada con la DBO<sub>5</sub>, esta relación se debe a que la DQO mide o incluye toda la MO o inorgánica capaz de ser oxidada, por tanto, este parámetro contiene al mismo tiempo la DBO<sub>5</sub> sirve como medida de la cantidad requerida de

oxígeno para la oxidación de la MO biodegradable de las muestras de agua, como consecuencia de la acción de oxidación bioquímica aeróbica. La correlación significativa derivada de que los parámetros fisicoquímicos son importantes para la selección del tratamiento adecuado de las aguas residuales, la relación entre la DBO<sub>5</sub> y DQO indican que estas aguas residuales pueden ser tratables fácilmente mediante procesos biológicos

#### 4.3.2. Correlación entre DBO<sub>5</sub> y SST

**Figura 14**

*Correlación entre DBO<sub>5</sub> vs SST*



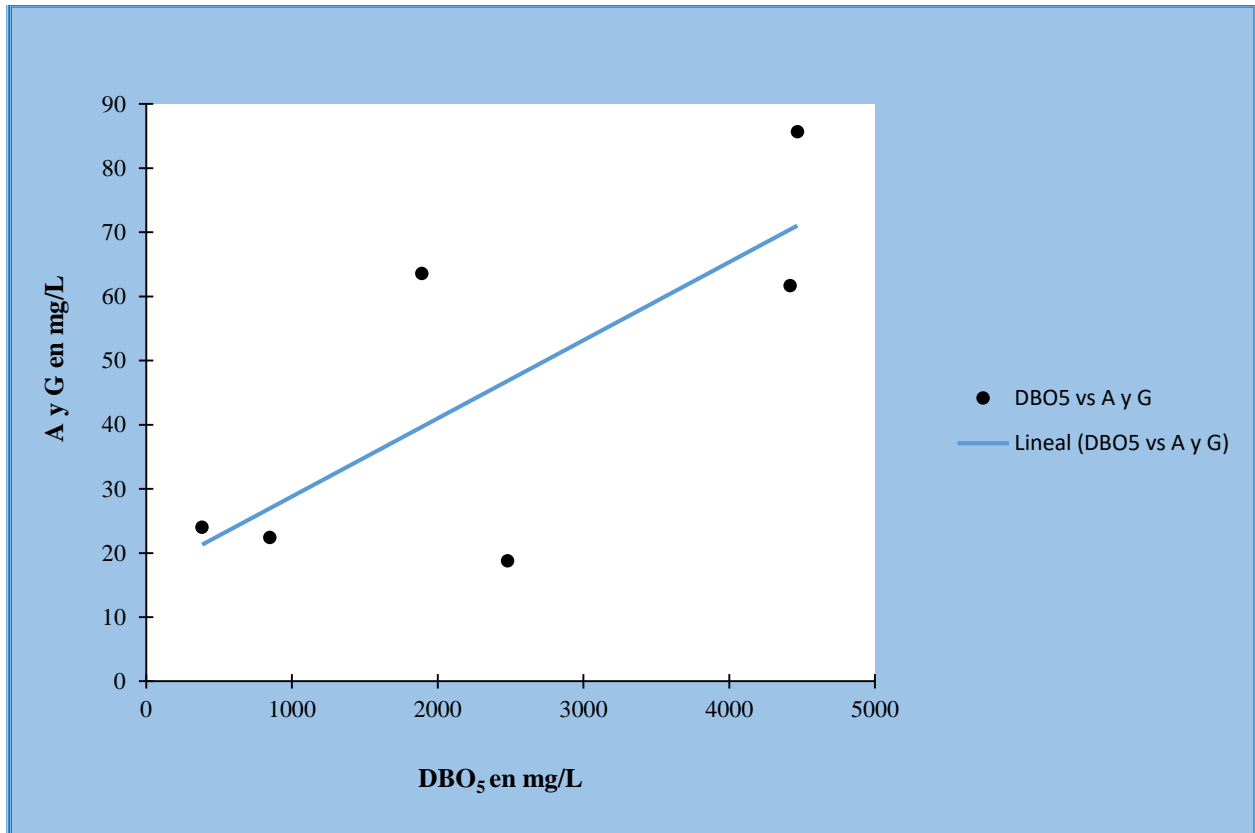
En la fig. 14 se manifiesta que existe una correlación directa fuerte entre los dos parámetros analizados es decir que uno depende del otro, en cuanto los SST aumentan también aumenta la DBO<sub>5</sub>, con un valor de  $R^2=0,9145$ , esta significativa correlación se debe a las actividades humanas como la generación de agua residual hospitalaria con presencia de carga orgánica e inorgánica la

cual muchas veces se sedimenta y otras veces se mantiene en suspensión e inhibe el paso de la luz e incrementa de manera excesiva la cantidad de algas, posteriormente los microorganismos en su afán de degradar los contaminantes disminuyen la cantidad de oxígeno disuelto del agua por lo cual al realizar la medida de la DBO<sub>5</sub> se obtendrá un valor elevado debido a que se consumirá mayor cantidad de oxígeno para su descomposición a la par con el aumento de la concentración del valor de SST, tal como señala Acosta et al.(2015), que las aguas de acciones financieras, manufactureras y demás son vertidas, incrementando consigo la cantidad de solidos suspendidos totales en consecuencia se determinara en los análisis mayor concentración de DBO<sub>5</sub>; las actividades industriales aceleran el deterioro de la disposición del agua producto de los vertimientos con diferentes contaminantes, así mismo Basílico et al. (2016) señalan que la presencia de SST significa que menor cantidad de oxígeno está disponible para la vida acuática, las consecuencias son los organismos acuáticos se sofocarán, se estresen o en el peor de los casos morirán.

### 4.3.3. Correlación entre DBO<sub>5</sub> y A y G

**Figura 15**

Correlación entre DBO<sub>5</sub> vs A y G



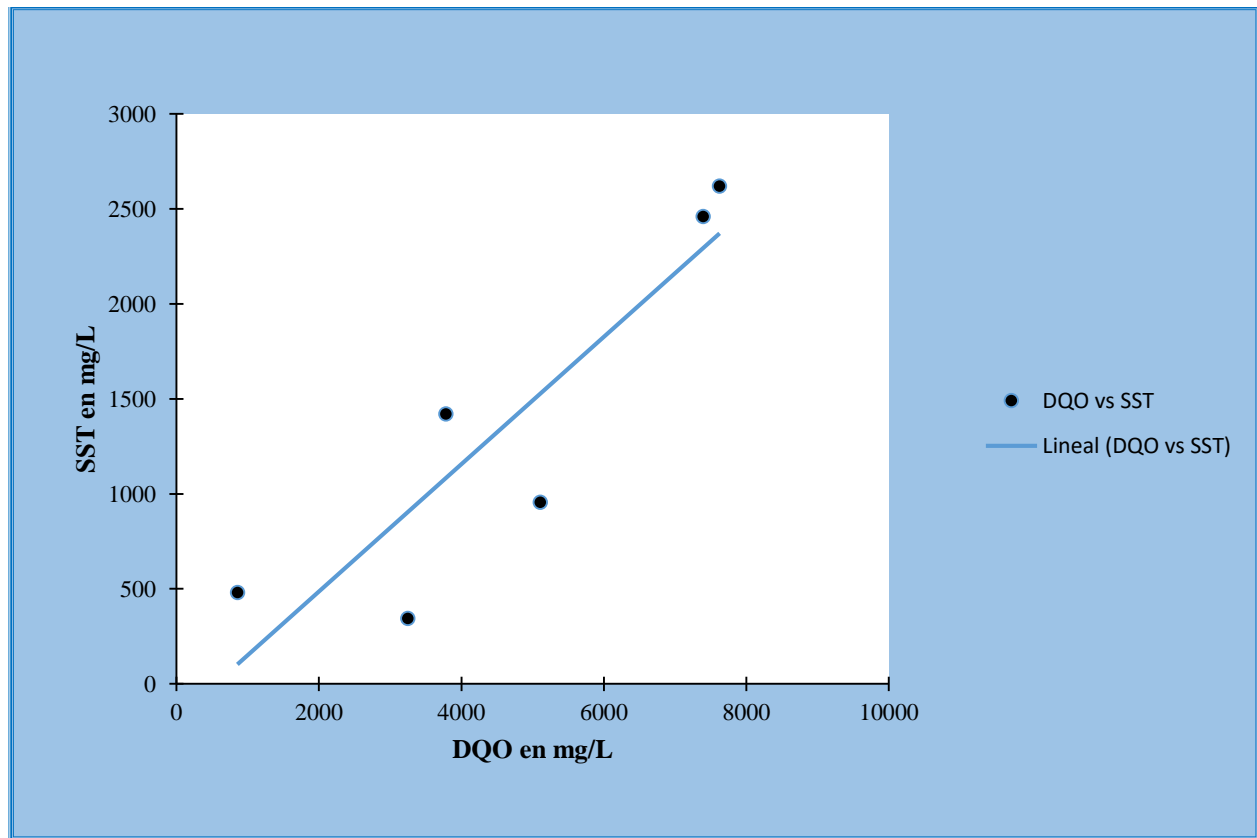
En la fig. 15 se detalla que existe una correlación positiva moderada, lo cual significa que al aumentar la concentración de A y G también aumenta el valor de la DBO<sub>5</sub> del agua, de igual manera si los A y G empiezan a disminuir también lo hará la DBO<sub>5</sub>, la correlación que existe entre estos dos parámetros es de  $R^2=0,5711$ , esto se debe a que la descarga de agua residual con presencia de aceites y grasas crean una capa superficial obstaculizando el paso del oxígeno disuelto para la degradación de compuestos orgánicos dando como resultado valores más elevados en la medición de DBO<sub>5</sub>, de la misma manera Ponce et al. (2020), señala que los A y G en el agua pueden crear una película superficial dificultando la transferencia de oxígeno debido a que su densidad es más baja a la del agua, las grasas son los contaminantes que tienen tendencia a oxidarse

lo cual provoca que los reactores biológicos fijen el oxígeno rápidamente disuelto ocasionando anoxia generando la proliferación de microorganismos filamentosos, otros autores estipulan que la presencia de A y G en el agua ocasionan el incremento de las concentración de  $DBO_5$  y DQO, en tanto disminuirá la cantidad de oxígeno disuelto esto debido al consumo de los microorganismos y debido a la transferencia además de obstruir las instalaciones sanitarias (Romero, 1999 citado por Paniagua, 2016).

#### 4.3.4. Correlación entre DQO y SST

**Figura 16**

*Correlación DQO vs SST*



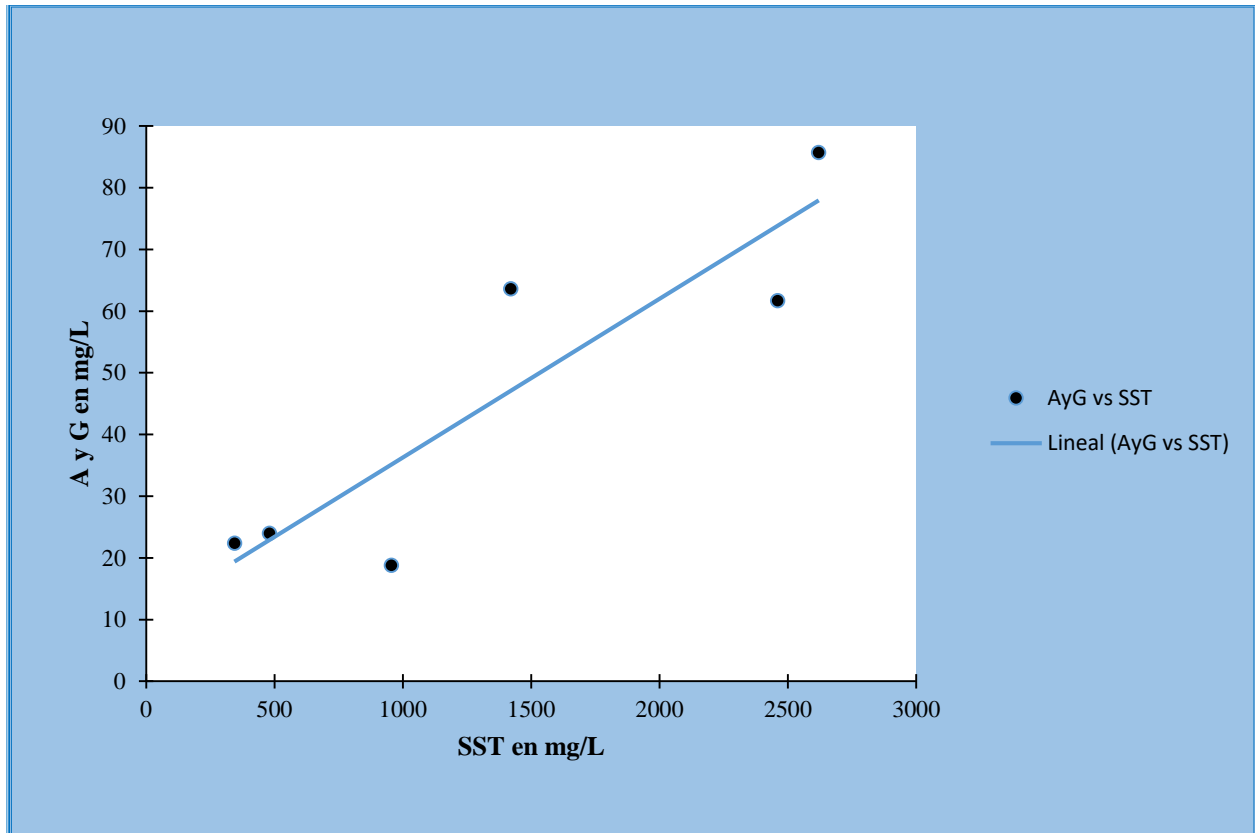
En la fig. 16 se denota que existe una correlación directa fuerte entre los dos parámetros analizados esto nos permite conocer que cuando los SST aumentan también aumenta el valor de la DQO y si disminuye los SST entonces también disminuirá la DQO del agua, la correlación entre

estos dos es de 0,7933, esto se debe a que los sólidos suspendidos muchas veces están compuestos por material no biodegradable por lo cual al aumentar la cantidad de estos contaminantes también se ve reflejado en el valor de DQO, según Peña & Zamora (2013) el uso de la DQO permite evaluar de manera independiente las cantidades de SST, DBO<sub>5</sub> y nitrógeno total, además Zhindón et al. (2018), señalan que las aguas residuales están compuestas por 1% de sólidos en suspensión y solución y 99% de agua, estos SST pueden clasificarse en inorgánicos u orgánicos, es por ello que la medición de la DQO está referido ampliamente con los sólidos inorgánicos los cuales están compuestos por cloruros, fósforo, nitrógeno y sulfatos.

#### 4.3.5. Correlación entre SST y A y G

**Figura 17**

Correlación entre A y G vs SST



La figura 17 muestra que hay una correlación positiva fuerte entre los A y G y los SST, esto se refiere a que si uno aumenta el otro parámetro también del mismo modo si disminuye, la correlación que existe entre estos dos parámetros es de 0,8066, durante la cocción de alimentos se genera la presencia de A y G las cuales son descargadas a los cuerpos de agua residual además de generar cantidades de sólidos por lo cual estos dos parámetros van a la par y deben tomarse en cuenta durante la instalación de plantas tratamiento debido a que ambos están ampliamente relacionados con la disminución del oxígeno disuelto tal como señala Concepción (2014) que los niveles elevados de SST, aceites y grasas ejercen niveles altos de DBO, con lo cual impactan directamente en la biota marina, no admiten la entrada de la luz solar dificultando la fotosíntesis y



afectando negativamente la eficacia de una PTAR, esta relación directa de aumento de ambos parámetros perjudica notablemente la calidad del agua por lo cual se debe realizar un adecuado manejo antes de su vertimiento.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

La composición físico-química de las aguas residuales generadas por el hospital “José Hernán Soto Cadenillas”, Chota – 2020, reflejada en los parámetros DBO, DQO y SST, se ve afectada por la descarga de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

La concentración promedio del cálculo de los parámetros fisicoquímicos es de 2414,1 mg/L del parámetro DBO<sub>5</sub>, en cuanto a la DQO el valor fue de 4667,5 mg/L, la cantidad de SST calculado es 1379,8 mg/L, los A y G tuvieron un valor de 46,0 mg/L, el pH con un resultado de 7,4 y la temperatura 18,9 ° C.

Se determinó que de las seis muestras tomadas al agua residual del hospital JHSC – Chota, cinco superan las concentraciones de DBO<sub>5</sub> Y DQO, mientras que 4 de las muestras superan los valores máximos de SST, sin embargo, todas las muestras de agua cumplen con los parámetros de pH, temperatura, aceites y grasas, según el D.S. 010-2019 – VIVIENDA.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Es de suma importancia que los prestadores de servicios de saneamiento en el caso de la ciudad de Chota el SEMAPA, monitoree la descarga de agua residual no domestica de tal manera que se cumpla con los parámetros establecidos en el reglamento de los VMA a fin de no perjudicar al medio ambiente.

Para poder cumplir y apoyar a los centros de salud y al organismo encargado de la fiscalización es necesario que las autoridades ejecuten y aprueben proyectos sobre la edificación de una PTAR para el hospital de Chota el cual descarga aguas residuales con carga contaminante excedente a la normativa y garantizar un adecuado uso del alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales

Se recomienda tomar en cuenta este trabajo para emprender la exploración de un tratamiento óptimo para la descarga de agua residual del hospital de Chota el cual es vertido directamente al sistema de alcantarillado público.

En posteriores investigaciones de las aguas residual del hospital de Chota se recomienda analizar la concentración de sulfuros y nitrógeno amoniacal parámetros contemplados en la resolución ministerial N° 360-2016- VIVIENDA para las actividades hospitalarias.

El ámbito de estudio sobre las aguas residuales hospitalarias es muy amplio por lo cual se recomienda adicional al presente trabajo que se centra en analizar parámetros fisicoquímicos también es importante realizar investigaciones microbianas y radiactivas para garantizar que las aguas residuales estén libres de patógenos y enfermedades infecciosas antes de su eliminación al sistema de alcantarillado público

Se recomienda realizar investigaciones y ejecutar planes de manejo de residuos sólidos a fin de prevenir propagación de enfermedades intrahospitalarias y disminuir la contaminación del medio ambiente.

Finalmente es necesario dar a conocer a la población Chotana, la contaminación originada por las aguas residuales procedentes del hospital de Chota el cual a través del sistema de alcantarillado va a desembocar a la quebrada San Mateo la cual es utilizada para riego de vegetales y bebida de animales poniendo en riesgo a la población aledaña y alterando la calidad de nuestros recursos hídricos.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adanloknon, E. A. S., Kanhounon, W. G., Chabi, B. C., Adjahouinou, D. C., Koumolou, L., Bonou, B., & Eдорh, P. A. (2018). Physicochemical and microbiological characterization of effluents from the “Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l’Enfant Lagune (CHU-MEL)” discharged in the Cotonou lagoon in Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(4), 1955-1964. <https://n9.cl/gz8rb>.
- Acosta, J. C., Baldiris, I., y Pacheco, H. P. (2015). Análisis De La Variación En La Calidad Del Agua En La Bahía De Barbacoas-Cartagena Durante El Periodo 2001-2014. *Ingeniería e Innovación*, 3(1), 7-17. <https://n9.cl/xeuki>.
- Alexandre, B., Maniragaba, A., Christophe, M., & Bazambanza, A. (2020). Physico-Chemical and Bacteriological Analysis of Waste water from Hospital “Case of Centre University Teaching Hospital of Kigali”. *Revista International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 6(3), 2454-1850. <https://n9.cl/5vywd>.
- Al-Najar, H., Ghourab, A., Eid, R., & Farhouda, H. (2018). Medical Wastewater Characterization in the Gaza Strip: Al-Shifa Medical Complex as a Case Study. *Scope*, 7(3). 1-6. <https://n9.cl/uzh8z>.
- Álvarez, J., Panta, J. E., Ayala, C. R., & Acosta, E. H. (2008). Calidad integral del agua superficial en la cuenca hidrológica del Río Amajac. *Información tecnológica*, 19(6), 21-32. <https://n9.cl/a6xei>.
- Andrade, Y., y Castro, L. (2017). *Diseño hidráulico de una planta de tratamiento de agua residual en el hospital nuevo del municipio de Zipaquirá Colombia* [tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Colombia]. <https://n9.cl/d1hlc>.

- Ascue, J. D. R. (2018). Medición en línea de la DQO mediante correlación del coeficiente de absorción espectral de luz uv. *Producción+ Limpia*, 13(2), 67-76.  
<https://n9.cl/o8o4z>.
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionadas con los recursos hídricos*. [Archivo PDF].  
<https://n9.cl/o3izy>.
- Arias, D. M, y Méndez, E. (2014). Remoción de sólidos en aguas residuales de la industria harinera de pescado empleando biopolímeros. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(3), 115 – 123.  
<https://n9.cl/i428d>.
- Bambarén, Celso (2014). *Impacto ambiental de la operación de un hospital público en la ciudad de Lima-Perú* [tesis de grado, Universidad de Piura, Perú]. <https://n9.cl/u0wi>.
- Basílico, G. O., De Cabo, L., y Faggi, A. (2016). Adaptación de índices de calidad de agua y de riberas para la evaluación ambiental en dos arroyos de la llanura pampeana. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 17(2), 119-134. <https://n9.cl/jueg6>.
- Barrios, L. F., Gaviria, L. F., Agudelo, E. A., y Cardona, S. A. (2016). Estudio de la toxicidad asociada al vertimiento de aguas residuales con presencia de colorantes y pigmentos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista EIA*, 13(26), 61-74.  
<https://n9.cl/vh99k>.
- Bedoya, J. C., Ardila, A. N., y Reyes, J. (2014). Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(3), 275-283. <https://n9.cl/kfp4c>.
- Bermúdez, M. (2010). *Contaminación y turismo sostenible* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/nw37b>.

- Botero, C., Montoya, Y., Aguirre, N. J., de Jesús, F., & Hernández, E. (2020). Vegetación acuática y semiacuática en tres ríos altoandinos y su relación con la fisicoquímica del agua. *Revista politécnica*, 16(31), 138-150. <https://n9.cl/5ivui>.
- Cabo, J. (2014). *Gestión de calidad en las organizaciones sanitarias* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/hff8w>.
- Castillo, A. T., Alfaro, E. B., & Carranza, C. C. (2019). Aguas residuales de lavandería y su tratamiento por Oxidación fotocatalítica con dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) y luz ultra violeta (UV) en Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja-2017. *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica*, 22(43), 3-8. <https://n9.cl/vkrgo>.
- Comisión Nacional del Agua. (2009). *Manual de Agua potable, alcantarillado y saneamiento* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/mui4h>.
- Concepción, P. P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Industrial data*, 17(2), 72-80. <https://n9.cl/2npuc>.
- Crombet, S., Abalos, A., & Zamora, L. (2019). Determinación de los parámetros ambientales de mayor incidencia en las aguas residuales de la comunidad universitaria Antonio Maceo. *Revista Cubana de Química*, 31(1), 137-153. <https://n9.cl/gd8fv>.
- Decreto Supremo N° 010-2019 [Ministerio de Vivienda]. Por medio del cual se aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. 11 de marzo del 2019.
- Delgado, M. M. (2017). *Propuesta de tratamiento del manejo de aguas residuales generadas en una unidad de diálisis*. [tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Ecuador]. <https://n9.cl/0vsma>.

- Durán, L. E. G. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Dinámica ambiental*, (1), 83-102. <https://n9.cl/22b3>.
- Edan, A. I., & Sharqi, M. M. (2020). A study Some Physico-Chemical And Bacterial Properties of Wastewater for Ramadi Teaching Hospital and its Impact on the Euphrates River. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 14(4), 2319-2325. <https://n9.cl/llfl4>.
- Falcón, J. X., & Leo, C. M. (2018). Diseño de una planta de tratamiento de agua residual generada en el hospital “Victor Ramos Guardia”–Huaraz, Ancash 2018 [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejos]. <https://n9.cl/i96no>.
- Fernández, C. E. (2003). *Relación entre la demanda bioquímica de oxígeno (DBQ) y a la demanda química de oxígeno (DQO) para sanguaza de pescado*. Editorial Instituto Tecnológico de Producción. <https://n9.cl/565up>.
- Fuentes, R. M., Ramos, J. A., Jiménez, M. D. C., & Esparza, M. (2015). Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 253-264.
- Flores, C. M., Del-Angel, E., Frías, D. M., y Gómez, A. L. (2018). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 9(2), 39-57. <https://n9.cl/v72ur>.
- Garavito, G. I., Ospina, L. V., & Ospina, D. C. (2020). Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 12(1), 10-20. <https://n9.cl/j7f36>.



- Gobierno Regional de Cajamarca. (2014). Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental 2014 [Archivo PDF]. <https://n9.cl/frynv>.
- Góngora, M. A. S., Escalante, I. E. P., Juárez, T. C., Arroyo, L. O., & Calderón, G. U. (2016). Evaluación inicial de parámetros de campo en un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 173-184. <https://n9.cl/2unho>.
- González, R., y Ramírez, H. (2011). Modelación numérica de la hidrodinámica, del oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno en sistemas con vegetación. *Hidrobiológica*, 21(2), 147-158.
- Guevara, W. (2020). *Evaluación de la calidad de las aguas residuales del hospital regional docente de Cajamarca*, 2019. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://n9.cl/qatj3>.
- Gunther, M.A. (2015). *El Agua Como Recursos Natural Renovable*. Editorial Trillas, <https://n9.cl/ewueb>.
- Guzmán, T. M., Pérez, O., & Valdés, O. (2020). Biodegradación de residuos sólidos urbanos utilizando cultivos microbianos y biofiltro estático de *Eisenia foetida*. *Tecnología Química*, 40(1), 81-92.
- NTP 214.060.2016 [INACAL]. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado. 12 septiembre del 2016.
- Jiménez, D., De Lora, F. y Sette, R. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Editorial Revertè, S.A. <https://n9.cl/rk1zg>.
- Jiménez, B. E. (2001). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. Editorial Limusa. <https://n9.cl/cbk1j>.

- León, C.A. (2015). Estandarización y validación de una técnica para medición de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico y la demanda química de oxígeno por el método colorimétrico [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://n9.cl/3p3uf>.
- Neisi, A., Farhadi, M., Takdastan, A., Babaei, A., Yari, A., Mohammadi, M. J., & Vosoughi, M. (2017). Removal of oxytetracycline antibiotics from hospital wastewater. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(3), 2422-2429. <https://n9.cl/64xiy>.
- Macías, A., García, J., Carrasco, J. P., & Segura, R. (2019). Adsorption of paracetamol in hospital wastewater through activated carbon filters. *Sustainability*, 11(9), 2672. <https://n9.cl/e9ct3>.
- Manahan, S.E. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Editorial Revertè, S.A. <https://n9.cl/2rpgk>.
- Martínez, R. M., Tuya, L. C., Martínez, M., Pérez, A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), 0-0. <https://n9.cl/gdjs4>.
- Martínez, A., Garza, U., Sampedro, M. L., González, J., Nava, G., & Jiménez, J. T. (2020). Patotipos y resistencia a antibióticos de Escherichia coli EN AGUA RESIDUAL. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(4), 957-966. <https://n9.cl/hxijt>.
- Medina, I. S. (2020). Calidad del agua de consumo humano influenciada por aguas servidas. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(1), 80-89. <https://n9.cl/k0mjd>.
- Medina, C., Uriarte, W., Cardenas, E., & Orrego, S. (2020) Treatment wastewater of slaughterhouses through technology advanced oxidation: fenton process, *Revista ingeniería UC, ISSN*, 27(2), 165-174. <https://n9.cl/qcg7k>.

- Menéndez, C., & Dueñas, J. (2018). Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión no convencional. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 39(3), 97-107. <https://n9.cl/o1pz5>.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Agua y alimento* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/g8mxz>.
- Ministerio de agricultura. (2016). *Resolución N° 580-2016-ANA/TNRCH*. [Archivo PDF]. <https://n9.cl/zb9qa>.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/9fote>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/2d9vq>.
- Decreto supremo N° 001 – 2015 [VIVIENDA]. Por el cual se modifica diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, así como de su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2011- VIVIENDA y modificado por el Decreto Supremo N° 010-2012- VIVIENDA. 10 de enero del 2015. <https://n9.cl/4gijx>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/n8joh>.
- Mite, R. B., Ochoa, L. S., Osorio, B. G., Suatunce, P., Ocampo, E. D., y Arevalo, L. C. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117. <https://n9.cl/egv2i>.

- Morales, N., Torre, A. D. L., García, V., & Chávez, C. (2018). Estudio de la calidad bacteriológica y parámetros fisicoquímicos del agua del Distrito de Riego 023. *Tecnología y ciencias del agua*, 9(1), 53-67. <https://n9.cl/r4zkc>.
- Moya, M. M., & Moya-Salazar, J. (2020). Biodegradación de residuos de aceite usado de cocina por hongos lipolíticos: un estudio in vitro. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 36(2), 351-359. <https://n9.cl/hyxww>.
- Narvaez, C. E., & Sánchez, W. (2019). *Evaluación de los valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el rubro pollería en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca]. <https://n9.cl/jqigy>.
- Organismos de Evaluación y Fiscalización. (2017). *Fiscalización ambiental en aguas residuales* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/v4yj>.
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Aguas Residuales el recurso desaprovechado* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/ubguc>.
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Planificación de la seguridad del saneamiento* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/dv0zs>.
- Ortiz, C. (2020). Aguas residuales aceitosas generadas en autolavados de la ciudad de Cumaná, Venezuela. *Revista ingeniería UC*, 27(2), 200-210. <https://n9.cl/8n4ou>.
- Ortiz, A. M. A., Noles, P., Cruz, A. D. L., Peñarrieta, F., & Alcantara, F. (2019). Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, 10(3), 30-41. <https://n9.cl/yjlz5>.
- Pajuelo, R. B. A., Lopez, J. P. V., Olivera, C. C., Nakayo, J. L. J., Alfaro, E. G. B. y Carranza, C. F. C. (2021). Inactivación de bacterias resistentes a antibióticos en aguas residuales

- hospitalarias mediante fotocátalisis de  $\text{Tio}_2$  /  $\text{h}_2\text{o}_2$ . *Transacciones de ingeniería química*, 86, 853-858. <https://n9.cl/6tj4q>.
- Pardo, S. C., Suárez, H. y Pertuz Buelvas, V. M. (2009). Interacción de los suelos sulfatados ácidos con el agua y sus efectos en la sobrevivencia del bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en cultivo. *Revista Redalyc*, 22(4), 619-631. <https://n9.cl/071fw>.
- Paniagua, M. C. (2016). Relación de sólidos sedimentados con la eficiencia de las trampas de grasas (desengrasadores). *Revista Científica Agua, Saneamiento & Ambiente*, 11(1). <https://n9.cl/0gsky>.
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en marcha*, 29(3), 3-14. <https://n9.cl/0p1ik>.
- Peña, C. A., & Zamora, D. A. (2013). Determinación de las concentraciones de SST,  $\text{DBO}_5$ , NT, PT, SAAM, GyA en el río Tunjuelo, Bogotá DC a través de modelos de redes neuronales tipo feed-forward. *Grupo de Investigación Ciencia e Ingeniería del Agua y el Ambiente*, 7, 40-6. <https://n9.cl/iwbu9>.
- Ponce, G. E. B., Briones, G. A. B., Delgado, E. A. R., & Mendoza, C. A. M. (2020). Aplicaciones de sales inorgánicas en el tratamiento de aguas residuales industriales procedente de la refinación de aceites y grasas. *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 7(2), 55-75. <https://n9.cl/2qklu>.
- Puma, E. K., & Palomino, K. A. (2019). Caracterización de *Pseudomonas* sp. En aguas residuales de cuatro restaurantes de la ciudad del Cusco, Perú. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 10(4), 15-21. <https://n9.cl/yqk45>.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2015). *Instructivo manejo de vertimientos* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/izy39>.

- Placide, SS, Mohamed, B., Hélène, LEM, Auguste, AFT, Quand-Meme, GC, Sanogo, I. y Ouattara, L. (2016). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de un hospital universitario en Abidjan, Côte d'Ivoire. *Revista de protección y recursos hídricos*, 8 (13), 1251-1265.
- Raffo, E. y Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista Redalyc*, 17(1), 71-80. <https://n9.cl/pd9h>.
- Ramírez, L. I., Durán, M. C., García, J. A., Montuy, R., y Oaxaca, M. (2008). Demanda Química de oxígeno de muestras acuosas [Archivo PDF]. <https://n9.cl/ofse>.
- Ramos, R., Sepúlveda, R. y Villalobos, F. (2002). El agua en el medio ambiente: Muestreo y análisis. *Editorial Universidad Autónoma de Baja California*. <https://n9.cl/rzfe4>.
- amdani, N., Benouis, K., Lousdad, A., Hamou, A., & Boufadi, M. Y. (2018). Physicochemical and bacteriological characterization of hospital effluents and their impact on the environment. *Chemistry International*, 4(2), 102-108. <https://n9.cl/wja17>.
- Ramón, F., Rodríguez, N. J., Torres, D. G., y Yendis, H. J. (2009). Uso de agua residual y contenido de materia orgánica y biomasa microbiana en suelos de la llanura de Coro, Venezuela. *Agricultura técnica en México*, 35(2), 211-218. <https://n9.cl/uiq5y>.
- Rehman, H., Khan, N. A., Hira, H., & Bibi, A. (2020). 113. Analysis of physicochemical parameters of hospitals wastewater: a case study in Faisalabad, Pakistan. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 9(1), 1191-1198. <https://n9.cl/ijghy>.
- Reyes, J. V. (2016). Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. *Enfoque UTE*, 7(3), 41-56. <https://n9.cl/v97wp>.

- Roldán, F. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. *Editorial Universidad Antioquia*.  
<http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0742.%20Fundamentos%20de%20limnolog%C3%ADa%20neotropical.pdf>
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. *Editorial Universidad de Antioquia*. <https://n9.cl/ra9y4>.
- Rodríguez, C. y Silva, M. (2015). Calidad del agua en la microcuenca alta de la quebrada Estero en San Ramón de Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 15(25), 85-97.  
<https://n9.cl/9drhk>.
- Rodríguez, J. P., García, C. A., y García, M. C. (2015). Gestión ambiental en hospitales públicos: aspectos del manejo ambiental en Colombia. *Scielo*, 64(4), 621-4. <https://n9.cl/eomxw>.
- Rodríguez, M. J., Rodríguez, G., Serodes, J. y Sadiq, R. (2007). Subproductos de la desinfección del agua potable: formación, aspectos sanitarios y reglamentación. *Revista Redalyc*, 32(11), 749-756. <https://n9.cl/zutox>.
- Rubio, H. O., Ortiz, R. C., Quintana, R. M., Saucedo, R. A., Ochoa, J. M. y Rey, N. I. (2014). Índice de Calidad del Agua. *Revista Scielo*, 1(2), 139-150. <https://n9.cl/rx9t2>.
- Samboni, N. E., Carvajal, Y., y Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Redalyc*, 27(3), 172-181.  
<https://n9.cl/9uxkj>.
- Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R. y Zambrano, L. (2007). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. *Editorial copyright*.  
<https://n9.cl/erb76>.

- Sánchez, R. G., & García, K. J. (2018). Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), 103-111. <https://n9.cl/ap5f6>.
- Souza, R. C., Silva, T. L. D., Santos, A. Z. D., & Tavares, C. R. G. (2019). Wastewater treatment of hospital laundry by advanced oxidation process: UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(3), 601-611. <https://n9.cl/k2uf8>.
- Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento. (2015). *BENCHMARKING regulatorio de la EPS* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/w0pyx>.
- Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento. (2013). *Implementación de los valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no doméstica* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/9hfi1>.
- Scordo, F. (2018). Dinámica integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Senguer [Tesis de grado, Universidad Nacional del Sur]. <https://n9.cl/5cwcy>.
- Tacias, V. G., Rosales, A., & Torrestiana, B. (2016). Evaluación y caracterización de grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodiésel: un caso de estudio. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(3), 303-313. <https://n9.cl/bax8s>.
- Torres, A. E. (2011). Metodología para la Estimación de Incertidumbres Asociadas a Concentraciones de Sólidos Suspendedos Totales Mediante Métodos de Generación Aleatoria. *Revista Scielo*, 1(26), 181-200. <https://n9.cl/u78ev>.
- Young, S. M., Kumara, A. M. I. U., Kattange, K. G. R. D. H., Amaraweera, T. H. N. G., & Yapa, Y. M. S. S. (2021). Assessment and Removal of Suspended Solids in Hospital Wastewater Using Clay in Sri Lanka. *Journal of the Geological Society of Sri Lanka*, 22(1). <https://n9.cl/kupu2a>.



- Medina V., Montero del Águila, E., & Cruz Pio, L. E. (2016). Optimización del proceso Fgenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(4), 454-466. <https://n9.cl/tlq9n>.
- Valbuena, R. D. y Cruz Casallas, P. E. (2006). Efecto del peso corporal y temperatura del agua sobre el consumo de oxígeno de tilapia roja (*Oreochromis sp*). *Revista Redalyc*, 10(1). 57-63. <https://n9.cl/j57nf>.
- Vizcaíno, L., & Fuentes, N. (2016). Efectos de *Eisenia foetida* y *Eichhornia crassipes* en la remoción de materia orgánica, nutrientes y coliformes en efluentes domésticos. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1), 189-198. <https://n9.cl/c38fh>.
- Zambrano, D. C., Valverde, S. P., & Brenes, G. C. (2020). Evaluación fisicoquímica y biológica en sistemas de tratamiento comerciales en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 33(4), 47-61. <https://n9.cl/huft5>.
- Zhindón, R., Cartuche, D., España, P., & Maldonado, M. (2018, July). Evaluación ambiental de aguas residuales: estero y manglar el macho de la ciudad de Machala. *In Conference Proceedings*, 2(2). <https://n9.cl/6j8oa>.

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### 7.1. Panel fotográfico

**Figura 18**

*Buzón de salida del agua residual del HJHSC - Chota al sistema de alcantarillado público.*



**Figura 19**

*Recolección de agua residual del hospital de Chota*



**Figura 20g**

*Medición de parámetros de campo (T y pH)*



**Figura 21**

*Muestra de agua residual para analisis de aceites y grasas*



**Figura 22**

*Muestra de agua residual para análisis de (DBO<sub>5</sub>, DQO y SST)*



**Figura 23**

*Adición de preservante a la muestra de DQO*



**Figura 24**

*Colocamos preservante a las muestras de A y G*



**Figura 25**

*Aseguramiento de la muestra para su traslado y transporte a laboratorio*



**Figura 26**

*Etiquetado de las muestras de agua residual*



**Figura 27**

*Traslado de las muestras en el cooler para su envío al laboratorio*



**Figura 28**

*Kit de muestras listas para envió a laboratorio para el análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y A y G*



## 7.2. Cadena de custodia

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F-096-142 R: 01 W: 2020-Feb-02								
<b>Datos del cliente</b> Razón Social: <i>Lizbeth Rojas Gonzales</i> Persona de contacto: <i>Lizbeth Rojas Gonzales</i> Correo / Teléfono: <i>943286711</i> Nombre del proyecto: <i>Evaluación de los parámetros físico-químicos de la Agua residual generada por el Hospital S.H.C., Chota - 2020</i>												Orden de servicio: _____ Pag. _____ de _____ Plan de Monitoreo: _____ Informe de ensayo: _____ Procedencia o lugar de muestreo: <i>Hospital de Chota</i>								
Preservante: <i>26°C</i> <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> <i>26°C</i> <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>																				
N°	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestra	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		PARÁMETROS DE BISAJO				PARÁMETRO IN SITU				OBSERVACIONES			
				Grupo	Sub-grupo		V	P	DQO <sub>5</sub>	DQO	SST	AYG	T° Mtra (°C)	pH (Escala de pH)	CE (µmhos/cm) Salinidad (ppt)	OD (mg/L)		Cloro-Libres (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	
1	<i>Buzón de Hospital</i>		<i>F: 23/11/20 H: 12:00 p.m.</i>	<i>22</i>	<i>Agua R Hospitalera</i>	<i>N: - E: -</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		<i>21,09</i>	<i>7,9</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>Agua residual del Hospital</i>	
2			F: H:			N: E:														
3			F: H:			N: E:														
4			F: H:			N: E:														
5			F: H:			N: E:														
6			F: H:			N: E:														
7			F: H:			N: E:														
8			F: H:			N: E:														

Descripción de equipos utilizados:			Leyenda				Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042		
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	F: Fecha H: Hora	N: Norte E: Este	V: Vidrio P: Plástico	T° Mra: Temperatura de Muestra T° Amb: Temperatura ambiente	CE: Conductividad Eléctrica OD: Oxígeno Disuelto	GRUPO	SUB GRUPO
1								AR: Aguas Naturales	SUBTERRÁNEAS (Manantiales - Tercias)
2								AR: Aguas Residuales	DOMÉSTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
3								AR: Aguas para Uso y Consumo Humano	PRIMA Y ÚLTIMA ARTIFICIAL SERVIDA (Chatarra, Hozas, Simposales)
4								AR: Aguas Salinas	SIN TRATAMIENTO - DURENDO AGUA INYECTADA Y DESINFECCION
								AR: Aguas de Proceso	REFRESCACION O ENTREFRÍO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO AGUA PURIFICADA - AGUA DE BEBIDA Y REFRIGERACION

Muestreado por:	<input type="checkbox"/> ALAB	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente
-----------------	-------------------------------	---

Nombre:	<i>Lizbeth Rojas Gonzales</i>	<i>Lizbeth Rojas Gonzales</i>
Fecha:	<i>23/11/20</i>	<i>23/11/20</i>
Firma:	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>

Observaciones / Comentarios
-----------------------------





CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L: FOP-142  
R: 01  
W: 2020 Feb 13

Datos del cliente

Razón Social: Lizbeth Rojas Gonzales  
 Persona de contacto: Lizbeth Rojas Gonzales Correo / Teléfono:  
 Nombre del proyecto: Evaluación de los parámetros físico-químicos de los Aguas residuales generados por el Hospital JHSC, Chota-2020

Orden de servicio: Pág. 1 de 1  
 Plan de Monitoreo:  
 Informe de ensayo:  
 Procedencia o lugar de muestreo: Hospital de Chota

Preservante	≤ 6°C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	≤ 6°C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
-------------	-------	--------------------------------	-------	--------------------------------

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO								PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES
			Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frescos		DQO <sub>5</sub>	DQO	SST	A y G	T° Mtra (°C)	pH (valor en pH)	CE (µm/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)		
				Grupo	Sub-grupo		Coordenadas (UTM)	V										P	
1	Buceo del Hospital		F: 10/11/20 H: 12:00pm	A.R	A.R	N: - E: -	1	3	/	/	/	17	8,1	=	=	=	Aguas Residuales del Hospital		
2			F: H:			N: E:													
3			F: H:			N: E:													
4			F: H:			N: E:													
5			F: H:			N: E:													
6			F: H:			N: E:													
7			F: H:			N: E:													
8			F: H:			N: E:													

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

F: Fecha	N: None	V: Vidrio	T° Mtra: Temperatura de Muestra	CE: Conductividad eléctrica
H: Hora	E: Estado	P: Plástico	T° Amb: Temperatura ambiente	OC: Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	Cliente:	Recepción de muestra:
Nombre: <u>Lizbeth Rojas Gonzales</u>	<u>Lizbeth Rojas Gonzales</u>	
Fecha: <u>10/11/20</u>	<u>10/11/20</u>	
Firma: <u>[Firma]</u>	<u>[Firma]</u>	

GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Agua Residual	SUBSTRANEA (Residual - Terciario)
AR: Agua Residual	DOMESTICA - INDUSTRIAL - URBICAPAL
AR: Aguas servidas y efluente de saneamiento	FECSIA Y LOGIA (ARTIFICIAL - SERVICIO (Público, Mas, Residual))
AR: Agua Edita	WAF - SACUBRES - SALUDINA - AGUA WYECODY REWYECODY
AP: Agua de Proceso	CIRCULACION O EMPUJAMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REWYECODY

Observaciones / Comentarios





CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L: 7-08-142  
R: 81  
LV: 2014-Feb-13

**Datos del cliente**

Razón Social: *Lizbeth Acosta Rojas-González*  
 Persona de contacto: *Lizbeth Acosta Rojas González* Correo / Teléfono: *943286711*  
 Nombre del proyecto: *Evaluación de Un parámetro Psicocquímico de la agua residual generada por el Hospital HSC, Chota -2020*

Orden de servicio: *Pág. 1 de 1*  
 Plan de Muestreo:  
 Informe de ensayo:  
 Procedencia o lugar de muestreo: *Hospital de Chota*

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación	N° Frascos	PARAMETROS DE ENSAYO				PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES				
			Muestreo	Clasificación			Y	P	D50s	D200	SST	A y G	T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)		CE (µmhos/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)
1	<i>Buena del Hospital</i>		<i>F: 20/10/20</i> <i>H: 12:00 pm</i>	<i>A.R.</i>	<i>A.R. Hospital</i>	<i>N: -</i> <i>E: -</i>	<i>13</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>		<i>17,3</i>	<i>6,8</i>				<i>Agua Buena del Hospital</i>		
2			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													
3			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													
4			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													
5			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													
6			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													
7			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													
8			<i>F:</i> <i>H:</i>			<i>N:</i> <i>E:</i>													

**Descripción de equipos utilizados:**

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

**Legenda**

F: fecha N: Norte V: Video I° Mtra: temperatura de Muestra C: Conductividad eléctrica  
 H: Hora E: Este P: Píjaro T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por: *Lizbeth Rojas González* Cliente: *Lizbeth Rojas González*  
 Fecha: *20/10/20* *20/10/20*  
 Firma: *Lizbeth Rojas* *Lizbeth Rojas*

Recepción de muestra:

**Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042**

Grupo	SUB-GRUPO
AR: Agua residual	SISTEMAS (doméstico, comercial, industrial)
AR: Agua residual	DOMÉSTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AR: Agua para Urea / Centro Murgas	PRODUCCIÓN Y LAVADO ARTIFICIAL (Fábrica, Planta, Industria)
AR: Agua salina	SALINICIDAD Y MINERALIZACIÓN (Agua salada, Agua mineral)
AR: Agua de Pezón	ORIGEN ALIMENTICIO (LACTARIO - LACTACIÓN) ALIMENTACIÓN DE CALDERAS - AGUA DE LIMPIACIÓN AGUA PURIFICADA - AGUA DE RIEGOS Y REFRIGERACIÓN

Muestreado por:  ALAB  Cliente

**Observaciones / Comentarios:**



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L: F-05-142  
R: 01  
U: 2020-Feb-15

Datos del cliente

Razón Social: Lizbeth Arcely Rojas González  
Persona de contacto: Lizbeth Arcely Rojas González Correo / Teléfono: 948286711  
Nombre del proyecto: Evaluación de los parámetros físico-químicos de las aguas residuales generadas por el Hospital JHSC, Chota - 2020

Orden de servicio: \_\_\_\_\_ Pág. 1 de 1  
Plan de monitoreo: \_\_\_\_\_  
Informe de ensayo: \_\_\_\_\_  
Procedencia o lugar de muestreo: Hospital de Chota

Preservante  
≤6°C  
H2SO4  
-6°C  
H2SO4

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO										PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES		
			Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		DQ0 <sub>2</sub>	DQ0	SST	A y G	T° Agua (°C)	pH (Medida de pH)	CE (µmhos)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)					
				Grupo	Sub-grupo		Coordenadas (UTM)	V											P				
1	Buzón del Hospital		F: 01/10/20 H: 12:00pm	A.R.	A.P. Hospitalarios	N: - E: -	1	3	✓	✓	✓	✓						18,4	6,7	-	-	-	Agua Residual del Hospital
2			F: H:			N: E:																	
3			F: H:			N: E:																	
4			F: H:			N: E:																	
5			F: H:			N: E:																	
6			F: H:			N: E:																	
7			F: H:			N: E:																	
8			F: H:			N: E:																	

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha	N: Nombre	V: Vidrio	T° Mts: Temperatura de Muestra	CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora	E: Este	P: Plástico	T° Amb: Temperatura ambiente	OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	Cliente:	Recepción de muestra:
Nombre: <u>Lizbeth Rojas González</u>	Nombre: <u>Lizbeth Rojas González</u>	
Fecha: <u>01/10/20</u>	Fecha: <u>01/10/20</u>	
Firma: <u>Arcely Glos</u>	Firma: <u>Arcely Glos</u>	

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Aguas Residuales	SUBTRAYENDA (Muestra - Tipo)
AR: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AR: Aguas por Litra y Consumo Urbano	POZOS Y CAGUAS ARTIFICIALES (Pozos, Pozos, Vertidos)
AR: Aguas Salinas	AGUAS SALINAS SUBSUELO
AR: Aguas de Proceso	AGUAS DE PRODUCCION Y REFINACION
	CIRCULACION Y EMPROBAMIENTO - AGUA DE CALDERAS
	ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LIMPACION
	AGUA PURIFICADA - AGUA DE RESECCION Y REFINACION

Muestreado por:  ALAB  Cliente

Observaciones / Comentarios



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L: F-095-142  
R: 01  
W: 2020-Feb-13

**Datos del cliente**  
 Razón Social: *Lizbeth Arcely Rojas Gonzales*  
 Persona de contacto: *Lizbeth Arcely Rojas Gonzales* Correo / Teléfono: *943286711*  
 Nombre del proyecto: *Evaluación de los parámetros físico-químicos de los efluentes generados por el hospital HSC, Chota - 2020*

Orden de servicio: *Pág. 1 de 1*  
 Plan de Monitoreo:  
 Informe de ensayo:  
 Procedencia o lugar de muestreo: *Hospital de Chota*

Preservante:  $\leq 6^\circ\text{C}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$   $< 6^\circ\text{C}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación	N° Frascos	PARAMETROS DE ENVASE				PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES		
			Muestreo	Clasificación			V	P	D.O.	SST	A.G.	T° Agua (°C)	pH (medido en pH)	CE (µm/cm)		OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)
1	<i>Buzón del Hospital</i>		<i>F. 12/12/2019</i> <i>H. 12:00 pm</i>	<i>A. D.</i> <i>A. E.</i>	<i>Hospital</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>✓</i>	<i>✓</i>	<i>✓</i>	<i>✓</i>	<i>20,5</i>	<i>8,7</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>Agua Residual del Hospital</i>
2			F: H:		N: E:												
3			F: H:		N: E:												
4			F: H:		N: E:												
5			F: H:		N: E:												
6			F: H:		N: E:												
7			F: H:		N: E:												
8			F: H:		N: E:												

**Descripción de equipos utilizados:**

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

**Leyenda**

F: Fecha N: Nota V: Vidrio I° Agua: Temperatura de Muestra CL: Conductividad eléctrica  
 H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	Cliente:	Recepción de muestra:
<i>Lizbeth Rojas Gonzales</i>	<i>Lizbeth Rojas Gonzales</i>	
<i>12/12/2019</i>	<i>12/12/2019</i>	
<i>P. Rojas G. 15</i>	<i>P. Rojas G. 15</i>	

**Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042**

GRUPO	SUB-GRUPO
AR	Agua Residual
AR	Agua Residual DOMESTICA-INDUSTRIAL-MUNICIPAL
AR	Agua para Uso y Consumo Humano
AR	Agua Salina
AR	Agua de Proceso

Muestreado por:  ALAB  Cliente

Observaciones / Comentarios

### 7.3. Informes de análisis de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON EL REGISTRO N° LE - 096



## INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-5174

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
2.-DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU 270
3.-PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL HOSPITAL JOSÉ HERNÁN SOTO CADENILLAS, CHOTA -2020
4.-PROCEDENCIA	: HOSPITAL DE CHOTA - CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1766
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-12-12

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2019-12-01
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-12-01 al 2019-12-12

Marco Valencia Huerta  
Ingeniero Químico  
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-5174**

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Acetres y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(2)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(2)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales <sup>(2)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

<sup>(1)</sup>SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(2)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5174**

**IV. RESULTADOS**

ITEM		1		
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M-20-10854		
CÓDIGO DEL CLIENTE:		BUZON DEL HOSPITAL		
COORDENADAS:		NO APLICA		
UTM WGS 84:		NO APLICA		
PRODUCTO:		Agua Residual		
SUB PRODUCTO:		Residual Domestica		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		NO APLICA		
FECHA y HORA DE MUESTREO :		12-12-2019 08:30		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceltes y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	22,40
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	647,1
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2	5	3246,3
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	344

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

**"FIN DE DOCUMENTO"**




## INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5194

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
2.-DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU 270
3.-PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL HOSPITAL JOSÉ HERNÁN SOTO CADENILLAS, CHOTA -2020
4.-PROCEDENCIA	: HOSPITAL DE CHOTA - CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1766
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-19

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-10-01
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-10-01 al 2020-10-19

  
\_\_\_\_\_  
Marco Valencia Huerta  
Ingeniero Químico  
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5194**

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ "= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5194**

**IV. RESULTADOS**

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-20-16854
CÓDIGO DEL CLIENTE:				BUZON DEL HOSPITAL
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Residual Doméstica
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:				30-09-2020 10:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	61,70
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	4 417,5
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2	5	7 393
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	2 460

\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

**"FIN DE DOCUMENTO"**

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5935

### I. DATOS DEL SERVICIO

---

1.-RAZON SOCIAL	: ROJAS GONZALES LIBBETH ARACELY
2.-DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU 270
3.-PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL HOSPITAL JOSÉ HERNÁN SOTO CADENILLAS, CHOTA -2020
4.-PROCEDENCIA	: HOSPITAL DE CHOTA-CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ROJAS GONZALES LIBBETH ARACELY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1983
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-28

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

---

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-10-20
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-10-20 al 2020-10-28



Marco Valencia Huerta  
Ingeniero Químico  
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5935****III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017 <sup>(1)</sup>	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017 <sup>(1)</sup>	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017 <sup>(1)</sup>	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017 <sup>(1)</sup>	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

<sup>(1)</sup>"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

\*.: No ensayado

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5935**

**IV. RESULTADOS**

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-20-19302
CÓDIGO DEL CLIENTE:				BUZÓN DEL HOSPITAL
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Residual Doméstica
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				19-10-2020 08:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	18,80
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	2 479,2
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2	5	5 105
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	955

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**"FIN DE DOCUMENTO"**

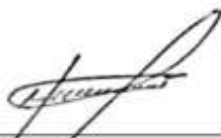
## INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5904

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
2.-DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU 270
3.-PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL HOSPITAL JOSÉ HERNÁN SOTO CADENILLAS, CHOTA -2020
4.-PROCEDENCIA	: HOSPITAL DE CHOTA - CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1983
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-11-08

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-10-30
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-10-30 al 2020-11-08

  
Marco Valencia Huerta  
Ingeniero Químico  
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5904**

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspensos Totales <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

<sup>(1)</sup>SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado



**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-5904**

**IV. RESULTADOS**

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-20-19191
CÓDIGO DEL CLIENTE:				BLUZÓN DEL HOSPITAL
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Residual Municipal
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:				18-10-2020 08:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Azúcares y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	85,70
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	4 467,5
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2	5	10 623
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	7 620

\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**"FIN DE DOCUMENTO"**

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-7323

### I. DATOS DEL SERVICIO

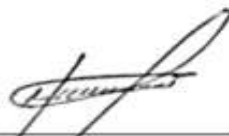
---

1.-RAZON SOCIAL	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
2.-DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU 270
3.-PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL HOSPITAL JOSÉ HERNÁN SOTO CADENILLAS, CHOTA 2020
4.-PROCEDENCIA	: HOSPITAL DE CHOTA - CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-2493
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-11-22

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

---

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-11-10
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-11-10 al 2020-11-22



---

Marco Valencia Huerta  
Ingeniero Químico  
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-7323**
**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Acetees y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed, 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed, 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed, 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-7323**

**IV. RESULTADOS**

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-20-24140
CÓDIGO DEL CLIENTE:				BUZÓN DEL HOSPITAL
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Residual Municipal
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				10-11-2020 08:35
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	24,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	383,3
Demanda Química de Oxígeno (*)	ODD as mg O2/L	2	5	857,4
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg Total Suspendidos/L	2	5	480

Ⓢ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

**"FIN DE DOCUMENTO"**

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-7322

### I. DATOS DEL SERVICIO

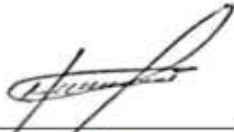
---

1.-RAZON SOCIAL	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
2.-DIRECCIÓN	: AV. TUPAC AMARU 270
3.-PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL HOSPITAL JOSÉ HERNÁN SOTO CADENILLAS, CHOTA - 2020
4.-PROCEDENCIA	: HOSPITAL DE CHOTA - CAJAMARCA
5.-SOLICITANTE	: ROJAS GONZALES LIZBETH ARACELY
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-2493
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-12-04

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

---

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2020-11-23
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-11-23 al 2020-12-04



---

Marco Valencia Huerta  
Ingeniero Químico  
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.  
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-7322**
**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Acetres y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

<sup>(1)</sup>SMEWW<sup>®</sup> : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-7322**

**IV. RESULTADOS**

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-20-24139
CÓDIGO DEL CLIENTE:				BUZÓN DEL HOSPITAL
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Residual Municipal
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				21-11-2020 08:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	63,6
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	1 890,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2	5	3 780
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	1 420

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Limite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

**"FIN DE DOCUMENTO"**

## 7.4. Reglamento de Valores Máximos Admisibles -VMA

**El Peruano**

Firmado Digitalmente por:  
EDITORIA PERU  
Fecha: 14/03/2019 07:05:52

**El Peruano** / Lunes 11 de marzo de 2019

### NORMAS LEGALES

17

**Artículo 2.- Incorporación de los artículos 13-A y 14-A al Reglamento de la Ley N° 29973, Ley General de la Persona con Discapacidad, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2014-MIMP.**

Incorpórase los artículos 13-A y 14-A al Reglamento de la Ley N° 29973, Ley General de la Persona con Discapacidad, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2014-MIMP, quedando redactado de la siguiente manera:

**“Artículo 13-A.- Supervisión de las condiciones de accesibilidad en los espacios públicos y privados de uso público con fines recreacionales y que cuenten con juegos infantiles.**

El Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad – CONADIS supervisa el cumplimiento de las condiciones de accesibilidad en los espacios públicos y privados de uso público con fines recreacionales y que cuenten con juegos infantiles.

Ante el incumplimiento de las normas de accesibilidad respecto de edificaciones privadas, el CONADIS elabora y remite al Gobierno Local el informe técnico de supervisión, en un plazo de cinco (5) días hábiles, para su evaluación, y si fuera el caso, el inicio del procedimiento administrativo sancionador. Concluido dicho procedimiento, se comunica al CONADIS para que lo incorpore en el informe anual que remite al Congreso de la República.”

**Artículo 14-A.- Cumplimiento de las normas de accesibilidad**

(...)

Los gobiernos locales, en el marco de sus competencias, emiten las disposiciones necesarias para fiscalizar y sancionar el incumplimiento de las normas de accesibilidad en las edificaciones privadas ubicadas en sus jurisdicciones, considerando como circunstancia agravante cuando los espacios privados de acceso y uso público con fines recreacionales que cuenten con juegos infantiles no sean accesibles para niños, niñas y adolescentes con discapacidad”.

**Artículo 3.- Financiamiento**

La implementación de la presente norma se financia con cargo al presupuesto institucional de las entidades involucradas, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

**Artículo 4.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, el Ministro de la Producción, la Ministra de Salud, el Ministro de Educación y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

**Primera.- DISPOSICIÓN NORMATIVA DE LOS GOBIERNOS LOCALES**

Los gobiernos locales, en un plazo de noventa (90) días hábiles, establecen las disposiciones normativas necesarias para la fiscalización de las edificaciones privadas y su correspondiente sanción por el incumplimiento de las normas de accesibilidad, adecuación urbanística y arquitectónica para las personas con discapacidad.

**Segunda.- CRITERIOS DE ACCESIBILIDAD Y DISEÑO UNIVERSAL**

El Instituto Nacional de la Calidad – INACAL, en coordinación con el CONADIS, en un plazo de ciento ochenta (180) días hábiles, contados a partir del día siguiente de la publicación del presente Decreto Supremo, emite la Norma Técnica que contiene los requisitos técnicos para los juegos infantiles ubicados en los espacios públicos y privados de uso público con fines recreacionales para los niños, niñas y adolescentes con discapacidad, considerando criterios de accesibilidad y de diseño universal, garantizando especialmente su seguridad.

**Tercera.- INFORME ANUAL AL CONGRESO DE LA REPÚBLICA**

El Presidente del Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad remite el informe sobre el cumplimiento de la Ley N° 30603, Ley que garantiza el derecho al juego y la accesibilidad urbana para niños, niñas y adolescentes con discapacidad a la Comisión de Inclusión Social y Personas con Discapacidad del Congreso de la República, en el marco del Día Nacional de la Persona con Discapacidad.

**Cuarta.- ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL**

El Ministerio de Salud, el Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, a través del CONADIS; y en coordinación con los gobiernos regionales, en un plazo de ciento ochenta (180) días hábiles, elaboran una Estrategia Nacional Multianual para promover el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías de apoyo, dispositivos y ayudas compensatorias.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los nueve días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO  
Presidente de la República

DANIEL ALFARO PAREDES  
Ministro de Educación

ANA MARÍA MENDIETA TREFOGLI  
Ministra de la Mujer y Poblaciones Vulnerables

RAÚL PÉREZ-REYES ESPEJO  
Ministro de la Producción

ELIZABETH ZULEMA TOMÁS GONZÁLES  
Ministra de Salud

JAVIER PIQUÉ DEL POZO  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

1748339-2

#### VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

**Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario**

DECRETO SUPREMO  
N° 010-2019-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, establece que este Ministerio es el Ente rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;

Que, el artículo 25 del citado Decreto Legislativo, establece la prohibición de descargar en las redes de alcantarillado sanitario, sustancias o elementos extraños que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes; para ello, los usuarios del servicio de



alcantarillado sanitario tienen prohibido descargar al sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales no domésticas que excedan los Valores Máximos Admisibles de los parámetros que establezca el Ente rector, excepto aquellos parámetros en los que el usuario no doméstico efectúe el pago adicional por exceso de concentración, conforme lo determinen las normas sectoriales y las normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La contravención o incumplimiento de esta disposición ocasiona la suspensión de los servicios de saneamiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento; garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales;

Que, mediante Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, modificado por los Decretos Supremos N° 010-2012-VIVIENDA y N° 001-2015-VIVIENDA, se aprobó el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, con el objeto de regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario;

Que, durante el proceso de implementación de los Valores Máximos Admisibles se ha identificado la necesidad de emitir un nuevo Reglamento que establezca el procedimiento para el adecuado cumplimiento de sus disposiciones, con el propósito de adecuarlas al marco normativo sectorial y a la realidad del país, de forma tal que permita a los prestadores de los servicios de saneamiento efectuar una apropiada implementación;

De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS;

DECRETA:

#### Artículo 1.- Aprobación

Apruébese el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

#### Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo, del Reglamento y sus anexos, en el diario oficial El Peruano, y la difusión en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe)), el mismo día de su publicación.

#### Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### DISPOSICIÓN TRANSITORIA FINAL

##### Única. - Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA,

Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.

#### DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

##### Única. - Derogación

Derógase los siguientes dispositivos legales:

1. El Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos; así como, sus disposiciones modificatorias.

2. El Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario; así como, sus disposiciones modificatorias.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los nueve días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO  
Presidente de la República

JAVIER PIQUÉ DEL POZO  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

#### REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

##### TÍTULO I

##### DISPOSICIONES GENERALES

##### Artículo 1.- Objeto

El presente Reglamento tiene por objeto establecer los parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA) y regular el procedimiento para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

##### Artículo 2.- Finalidad

El presente Reglamento tiene por finalidad preservar las instalaciones, la infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos de los servicios de alcantarillado sanitario e incentivar el tratamiento de las aguas residuales para disposición o reúso, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales; así como, la disminución del riesgo sobre el personal del prestador de los servicios de saneamiento que tenga contacto con las descargas de aguas residuales no domésticas.

##### Artículo 3.- Ámbito de aplicación

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento por parte de los Usuarios No Domésticos (UND) que efectúan descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario bajo el ámbito de los prestadores de los servicios de saneamiento a nivel nacional. Asimismo, su cumplimiento es exigible por los prestadores de servicios de saneamiento.

##### Artículo 4.- Definiciones

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

1. **Agua residual no doméstica:** Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distinta a la generada por los usuarios

domésticos, quienes descargan aguas residuales domésticas como producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos.

**2. Balance hídrico:** Equilibrio del recurso hídrico entre lo que ingresa (afuente) y sale (efluente) en las instalaciones del UND, representado por un esquema general del recurso hídrico empleado en el proceso productivo o actividad económica, en un intervalo de tiempo determinado.

**3. Caso fortuito o fuerza mayor:** Causa no imputable, consistente en un evento extraordinario, imprevisible e irresistible, que impide la ejecución de la obligación o determina su cumplimiento parcial, tardío o defectuoso.

**4. Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU):** Clasificación internacional de referencia de las actividades económicas productivas, para facilitar un conjunto de categorías de actividad que pueda utilizarse para la elaboración de estadísticas por actividades.

**5. Contramuestra:** Muestra adicional que se toma en la misma oportunidad y bajo los mismos criterios que la muestra original a ser analizada.

**6. Dirimencia:** Procedimiento técnico iniciado a pedido de parte, sea por el interesado o su representante, a fin que, un laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), realice un nuevo análisis de la muestra en custodia, por no estar de acuerdo con los resultados emitidos por el laboratorio acreditado.

**7. Laboratorio acreditado:** Laboratorio que ha obtenido el Certificado de Acreditación otorgado por el Inacal, para realizar el análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

**8. Muestra de parte:** Muestra puntual realizada a través de laboratorio acreditado ante el Inacal, por cuenta y costo del UND, sin previo requerimiento, de forma voluntaria y bajo los procedimientos, criterios y disposiciones establecidos por el organismo competente.

**9. Muestra dirimente:** Muestra puntual tomada en la misma oportunidad que la muestra original a ser analizada y la contramuestra, bajo los mismos criterios, para analizar y/o compararla en el caso que existan eventuales reclamos sobre la validez de los resultados de la muestra, de acuerdo a lo dispuesto en el procedimiento de resolución de quejas establecido por el Inacal.

La muestra dirimente aplica a los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, a excepción de los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Sólidos Suspendedos Totales (SST), Sulfuros (S<sup>2-</sup>), Nitrógeno Amoniacal (NH<sup>4+</sup>), Potencial Hidrógeno (pH), Sólidos Sedimentables (SS) y Temperatura (T).

**10. Muestra inopinada:** Muestra puntual tomada por un laboratorio acreditado ante el Inacal, a solicitud y en presencia del representante del prestador de los servicios de saneamiento y sin previo aviso al UND. Para su realización no es necesario contar con la presencia del UND o de su representante.

**11. Muestra puntual:** Muestra original tomada al azar de la descarga de agua residual no doméstica del UND, que se utiliza para evaluar todos los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

**12. Pago adicional por exceso de concentración:** Pago que debe ser requerido por el prestador de los servicios de saneamiento y que es aplicado a los UND, cuando superen los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, en base a la metodología elaborada y aprobada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass).

**13. Prestador de los servicios de saneamiento:** Persona jurídica constituida según las disposiciones establecidas en la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobada con el Decreto Legislativo N° 1280 (Ley Marco) y su Reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA, cuyo objeto es prestar los servicios de saneamiento a los usuarios, a cambio de la contra prestación correspondiente, en cuyo ámbito de responsabilidad existan servicios de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final y reúso.

**14. Punto de toma de muestra:** Caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario, ubicada fuera del predio, para descargas de aguas residuales no domésticas, en el que se realiza la toma de muestra de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y de ser necesario la medición del caudal.

**15. Reclamo:** Derecho de contradicción del que goza todo UND, cuando surge una controversia entre este y el prestador de los servicios de saneamiento, respecto a la aplicación del presente Reglamento y/o normas conexas.

**16. Registro de Usuario No Doméstico:** Base de datos implementada por el prestador de los servicios de saneamiento, en la que se identifican, clasifican y registran a los UND del servicio de alcantarillado sanitario, con información sobre la ubicación de punto de toma de muestra, características de las aguas residuales no domésticas, entre otros datos requeridos por el prestador de servicios de saneamiento.

**17. Subcontratación:** Mecanismo a través del cual aquel laboratorio que encontrándose acreditado ante el Inacal para realizar el análisis de aguas residuales en alguno de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y no alcanza la totalidad de estos, subcontrata a otro laboratorio acreditado ante el Inacal para que realice el análisis de aguas residuales respecto de aquellos parámetros en los que el laboratorio subcontratante se encuentra en proceso de acreditación.

El muestreo debe ser realizado por el laboratorio acreditado que efectúe el análisis por el cual fue subcontratado.

**18. Usuario No Doméstico (UND):** Persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario.

**19. Valores Máximos Admisibles (VMA):** Es la concentración de los parámetros, establecidos en el Anexo N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, contenidos en las descargas de las aguas residuales no domésticas a descargar en los sistemas de alcantarillado sanitario y que puede influenciar negativamente en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, al exceder dichos valores.

## TÍTULO II

### GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS

#### CAPÍTULO I

#### DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

##### Artículo 5.- Derechos de los prestadores de los servicios de saneamiento

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento tienen derecho a:

1. Efectuar la toma de muestra inopinada y análisis del efluente residual generado por el UND, a través de un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), considerando la actividad económica que desarrolla, las cuales se encuentran establecidas en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA. En caso la actividad económica del UND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial antes citada, el prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación técnica y el informe técnico que lo sustente, efectúa la toma de muestra inopinada y análisis de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

2. Participar en la toma de muestra de parte, programada por el UND.

3. Proponer al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) la modificación y/o actualización de los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Dicha propuesta debe encontrarse sustentada con estudios de caracterización de los

diferentes tipos de descargas no domésticas, además de otros documentos que el MVCS considere necesarios.

**Artículo 6.- Obligaciones de los prestadores de los servicios de saneamiento**

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento están obligados a:

1. Identificar, registrar y asignar un Código al UND.
2. Otorgar la factibilidad de servicios a los UND, siempre que cumpla con las condiciones técnicas necesarias para el cumplimiento de los VMA.
3. Cumplir con realizar el porcentaje de toma de muestra inopinada a los UND, consignado en el Registro de UND, de acuerdo a lo establecido con el artículo 23 del presente Reglamento.
4. Monitorear la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, a través de laboratorios acreditados ante el Inacal, para realizar los análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
5. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
6. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(los) parámetro(s) analizado(s) no sobrepase los VMA. En caso de sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el UND asume el importe de la toma de muestra inopinada y del análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, de los parámetros que sobrepasen, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.
7. Realizar el cobro a los UND respecto a: i) el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) el costo de la instalación nueva o la reubicación de la caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar para aguas residuales no domésticas; y, iii) los costos establecidos en el artículo 27 del presente Reglamento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.
8. Destinar los recursos recaudados, en el marco del cumplimiento del presente Reglamento, en la implementación de los VMA y en la mejora de la infraestructura de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso.
9. Suspender temporalmente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario por: i) el incumplimiento del Pago adicional por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) exceder los VMA de algún parámetro del Anexo N° 2 del presente Reglamento; y, iii) los demás casos que establezca el presente Reglamento. El prestador de los servicios de saneamiento, comunica a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el incumplimiento del UND al presente Reglamento, para que esta evalúe la cancelación de la licencia de uso.
10. Rehabilitar los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, previo pago de los importes pendientes por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y/o la verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento; y la verificación de la instalación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA, y en los casos que establezca el presente Reglamento. La Sunass establece el plazo y el procedimiento para que el prestador de los servicios de saneamiento rehabilite los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.
11. Suspender el cobro del pago adicional por exceso de concentración al UND, previa verificación del cumplimiento de las concentraciones de los parámetros del Anexo N° 1 del presente Reglamento, mediante los resultados de un laboratorio acreditado por el Inacal, la verificación de la instalación y operación del sistema de

tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA.

12. Comunicar a los UND las modificaciones y actualizaciones realizadas al marco normativo aplicable a los VMA, así como efectuar periódicamente campañas de sensibilización entre sus usuarios.
13. Evaluar si procede exonerar, temporalmente, al UND del pago adicional por exceso de concentración de parámetros o de la suspensión temporal de los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando las descargas de aguas residuales no domésticas superen los VMA por caso fortuito o fuerza mayor.
14. Presentar anualmente a la Sunass, con copia a la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento del MVCS, durante el primer trimestre de cada año, un informe sobre el proceso de implementación del marco normativo aplicable a los VMA y el grado de cumplimiento por parte de los UND.
15. Evaluar si procede el otorgamiento del plazo adicional solicitado por el UND para ejecutar las acciones de mejora para el cumplimiento de los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.
16. Revisar, verificar y determinar la ubicación, acceso y características técnicas del punto de toma de muestra de las descargas de aguas residuales no domésticas.
17. Instalar, reubicar o reponer, la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario del UND o punto de toma de muestra en la parte exterior del predio, a efectos de realizar las descargas de aguas residuales no domésticas.
18. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar en dicha diligencia, de acuerdo a lo señalado en los artículos 23, 24 y 25 del presente Reglamento.
19. Levantar y suscribir, a través de su personal debidamente acreditado, el Acta de inspección y el Acta de toma de muestra inopinada, conforme a los formatos de los Anexos N° 3 y N° 4 del presente Reglamento, respectivamente.
20. Cumplir con las disposiciones establecidas en las normas aprobadas por la Sunass.
21. Cumplir con las demás obligaciones establecidas en el presente Reglamento, así como con las disposiciones sectoriales que se emitan para regular el cumplimiento de los VMA.

## CAPÍTULO II

### DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS NO DOMÉSTICOS

**Artículo 7.- Derechos de los UND**

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND, tienen derecho a:

1. Recibir información sobre el marco normativo aplicable a los VMA, así como de sus modificaciones y actualizaciones.
2. Solicitar la exoneración del pago adicional por exceso de concentración de los parámetros o de la suspensión temporal del servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando por caso fortuito o fuerza mayor la descarga de agua residual no doméstica en el sistema de alcantarillado sanitario exceda los VMA, de acuerdo con el procedimiento establecido en el presente Reglamento.
3. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar de dicha diligencia, así como suscribir el Acta de toma de muestra inopinada, según el formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.
4. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
5. Presentar reclamos, en caso consideren que se ha vulnerado alguno de sus derechos, de acuerdo a los procedimientos que para tal fin apruebe la Sunass.
6. Solicitar por escrito y por única vez al prestador de los servicios de saneamiento, el otorgamiento de un plazo para implementar acciones de mejora destinadas a la adecuación sus descargas no domésticas a los VMA, en los casos establecidos en el inciso 2 del párrafo 27.1 del artículo 27 del presente Reglamento.

**Artículo 8.- Obligaciones de los UND**

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND que descargan aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, están obligados a:

1. Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o las modificaciones del proceso productivo, cuando sus descargas excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, para lo cual deben elaborar y presentar al prestador de los servicios de saneamiento, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un diagrama de flujo de los procesos unitarios que involucra el tratamiento realizado al agua residual no doméstica y/o las modificaciones del proceso productivo.

2. Elaborar y presentar, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un balance hídrico del proceso productivo o actividad económica que realiza, mediante un esquema general en el que se incluya el sistema de tratamiento de las aguas residuales no domésticas y la ubicación del punto de toma de muestra.

3. Brindar todas las facilidades, accesos e ingresos necesarios para que el personal debidamente acreditado por el prestador de los servicios de saneamiento efectúe la inspección necesaria para verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

4. Pagar el costo de la conexión domiciliaria, instalación nueva, reubicación o reposición, al exterior del predio, a través del recibo de pago emitido por el prestador de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

5. Informar al prestador de los servicios de saneamiento, cuando la descarga de sus aguas residuales no domésticas presente alguna modificación derivada de la ampliación o variación de las actividades que realiza el UND, dentro de un plazo que no debe exceder los quince (15) días hábiles, contados desde la ampliación o variación de sus actividades.

6. No suspender, diluir y/o regular, de cualquier forma, el flujo de sus descargas de aguas residuales no domésticas antes, durante o después de la toma de muestra inopinada, realizada por el personal del laboratorio acreditado por el Inacal.

7. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(os) parámetro(s) analizado(s) sobrepase los VMA. En caso de no sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el prestador de los servicios de saneamiento asume el importe de la toma de muestra y del análisis de dicho(s) parámetro(s), así como el costo proporcional adicional por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.

8. Efectuar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass y lo previsto en el artículo 26 del presente Reglamento.

9. Cumplir con las normas sectoriales que se emitan para la regulación de la aplicación de los VMA.

**CAPÍTULO III****SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO****Artículo 9.- Del pago adicional por exceso de concentración en la descarga de aguas residuales no domésticas**

9.1. La Sunass, elabora y aprueba la metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Anexo N° 1 del presente Reglamento.

9.2. Los prestadores de los servicios de saneamiento, en aplicación de la metodología mencionada en el párrafo precedente, cobran a los UND el monto correspondiente al pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, cuando verifiquen el exceso de los VMA.

**Artículo 10.- De la implementación, control y cumplimiento de los VMA**

10.1. La Sunass, como parte de su función normativa, supervisora y fiscalizadora, incorpora y supervisa el cumplimiento de los VMA en sus respectivos Reglamentos, aprobados mediante Resolución de Consejo Directivo.

10.2. Adicionalmente, el prestador de los servicios de saneamiento presenta, como mínimo una vez al año y dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga las actividades de implementación y control de los VMA y debe dar cuenta de las inversiones y costos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales hasta su disposición final o reúso, efectuadas en aplicación de lo establecido en el inciso 8 del artículo 6 del presente Reglamento.

10.3. Acorde con lo dispuesto en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos y su modificatoria, la Sunass se encuentra facultada para tipificar infracciones y sanciones aplicables a los prestadores de los servicios de saneamiento por el incumplimiento de las obligaciones detalladas en el presente Reglamento y las normas complementarias.

**CAPÍTULO IV****LABORATORIOS ACREDITADOS****Artículo 11.- Acreditación del laboratorio para el alcance de aguas residuales**

11.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal están facultados a efectuar la toma de muestra y el análisis de las descargas de aguas residuales no domésticas, a fin de verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Para dicho fin, deben obtener el certificado de acreditación emitido por la Dirección de Acreditación del Inacal.

11.2. Excepcionalmente, la subcontratación de laboratorios acreditados es permitida en: i) casos justificados sustentados por el laboratorio acreditado, evaluado y aceptado por el Inacal; y/o, ii) cuando el laboratorio subcontratante se encuentre en proceso de acreditación ante el Inacal respecto del(os) parámetro(s) que pretenda subcontratar, y que este proceso no se encuentre interrumpido por causas imputables al laboratorio. En los casos de subcontratación, el muestreo y análisis son realizados por el laboratorio acreditado subcontratado, sin excepción.

**Artículo 12.- Toma de muestras**

12.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal son responsables de efectuar la toma de muestra puntual y de efectuar el análisis de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, en las descargas de aguas residuales no domésticas, cumpliendo lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana NTP 214.060.2016 "AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado", en tanto no se contraonga con el presente Reglamento.

12.2. Los laboratorios acreditados ante el Inacal están obligados a informar al UND y al prestador de los servicios de saneamiento que contraten sus servicios, sobre la facultad de estos a solicitar la dirimencia, sus alcances y costos, así como la obligación de los laboratorios a tomar la muestra dirimente. Esta información es comunicada antes y durante la realización de la toma de muestra de parte o inopinada.

**TÍTULO III****VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES****CAPÍTULO I****DE LAS DESCARGAS****Artículo 13.- Descargas permitidas**

13.1. Está permitida la descarga directa de aguas residuales no domésticas realizadas por el UND en el

sistema de alcantarillado sanitario, siempre que estas no excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Estas descargas no demandan el pago adicional o la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

**13.2.** Los UND cuyas descargas sobrepasen los VMA contenidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúan el pago adicional por exceso de concentración, conforme a las disposiciones establecidas por la Sunass.

#### Artículo 14.- Descargas prohibidas

**14.1.** Los UND están prohibidos de descargar aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario que sobrepasen los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

**14.2.** Está prohibido descargar, verter, arrojar o introducir, directa o indirectamente, al sistema de alcantarillado sanitario:

1. Residuos sólidos, líquidos, gases o vapores, o la mezcla de estos.
2. Sustancias inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas.
3. Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
4. Disolventes orgánicos y pinturas, cualquiera sea su proporción y cantidad.
5. Carburo cálcico y otras sustancias sólidas potencialmente peligrosas, tales como hidruros, peróxidos, cloratos, percloratos, bromatos y sus derivados.
6. Materias colorantes.
7. Agua salobre.
8. Residuos que generen gases nocivos.
9. Otros que establezca la normativa sectorial.

### CAPÍTULO II

#### SUSPENSIÓN DEL SERVICIO

##### Artículo 15.- Suspensión temporal del servicio

**15.1.** Los prestadores de los servicios de saneamiento, suspenden temporalmente el servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario ante el incumplimiento, por parte del UND, de las obligaciones contenidas en los incisos 2, 4, 6, 7 y 8 del artículo 8, en el artículo 14, en el párrafo 19.4 del artículo 19, en el párrafo 25.2 del artículo 25, en el artículo 27 y en el artículo 31 del presente Reglamento, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal que apruebe la Sunass.

**15.2.** En caso el UND cuente con fuente de agua propia, autorizada por la autoridad competente, el prestador de los servicios de saneamiento informa a la ANA y a la Sunass, para que efectúen las acciones y medidas necesarias a fin de suspender dicha autorización.

##### Artículo 16.- Suspensión definitiva del servicio

**16.1.** Los prestadores de los servicios de saneamiento suspenden definitivamente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando encontrándose suspendidos temporalmente dichos servicios, el UND, realice alguna de las siguientes acciones:

1. Se conecte clandestinamente a las redes del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.
2. Rehabilita la conexión del sistema de agua potable y/o alcantarillado sanitario suspendido sin autorización del prestador de los servicios de saneamiento.

**16.2.** La verificación, por parte del prestador de los servicios de saneamiento, de cualquiera de las acciones descritas en el párrafo precedente, genera el levantamiento físico de las conexiones de agua potable y de alcantarillado sanitario y la pérdida de su condición como UND, la cual debe ser efectuada por el prestador

de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

##### Artículo 17.- Del cobro adicional por exceso de concentración

**17.1.** Cuando el prestador de los servicios de saneamiento verifique que el UND excede uno o más parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúa, en el recibo del servicio de saneamiento, el cobro correspondiente a los siguientes conceptos:

1. Exceso de concentración de los parámetros que superen los VMA, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass.
2. El importe de la toma de muestra inopinada y análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, respecto a la cantidad de los parámetros que sobrepasan, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.

**17.2.** La Sunass aprueba las normas complementarias correspondientes para tal efecto, precisando, entre otros, las disposiciones referidas a las fechas de pago, conceptos facturables y falta de entrega del recibo.

### CAPÍTULO III

#### INSPECCIÓN

##### Artículo 18.- Inspección

**18.1.** La inspección que debe efectuar los prestadores de los servicios de saneamiento, sin ser limitativo, se realiza con la finalidad de:

1. Determinar la ubicación del punto de toma de muestra del UND.
2. Verificar el estado del punto de toma de muestra del UND.
3. Verificar la implementación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o las modificaciones al proceso productivo para adecuar las descargas que superan los VMA.
4. Efectuar la toma de muestra de parte y el análisis, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, de los parámetros correspondientes, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, o en su defecto de lo dispuesto en el inciso 1 del artículo 5 del presente Reglamento.

**18.2.** La inspección, para la ejecución del inciso 3 del párrafo precedente, es de carácter inopinado y reservado, no requiere comunicación previa al UND.

**18.3.** La inspección, para la ejecución de los incisos 1 y 2 del párrafo precedente, requiere comunicación previa al UND. Dicha comunicación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

**18.4.** La inspección para la toma de muestra de parte y el análisis establecido en el inciso 4 del párrafo 18.1 del presente artículo, requiere comunicación previa al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, para que, de considerarlo necesario, participe en ella, conforme lo dispone el artículo 26 del presente Reglamento, en lo que le corresponda.

**18.5.** La programación y ejecución de la inspección es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

**18.6.** Los UND están facultados a presenciar y participar en la inspección, directamente o a través de un representante con la obligación de facilitar al personal del prestador de los servicios de saneamiento y al laboratorio acreditado por el Inacal, la realización de dicha diligencia. La ausencia del UND o de su representante, no constituye impedimento para realizar la inspección, tampoco la invalida.

18.7. Realizada la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento elabora el Acta de inspección correspondiente.

18.8. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente complementario, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realiza la inspección.

#### Artículo 19.- Acta de inspección

19.1. El Acta de inspección a ser utilizada por el prestador de los servicios de saneamiento es el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

19.2. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

19.3. La información detallada en el párrafo precedente se adjunta al Acta de inspección, la misma que puede ser suscrita por el UND o su representante y el personal del prestador de los servicios de saneamiento. En caso el UND o su representante se niegue a suscribir el Acta de inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento procede a consignar dicho hecho, el cual de ninguna manera invalida el Acta. Una copia del acta es entregada al UND o a su representante.

19.4. La falta de presentación del diagrama de flujo y balance hídrico, no invalida el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, los prestadores de los servicios de saneamiento pueden otorgar al UND un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, contados a partir del día siguiente de requerido, a efectos que este cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

19.5. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento puede además, requerir la información que considere necesaria que le permita actualizar los datos de UND.

### CAPÍTULO IV

#### DEL REGISTRO Y/O ACTUALIZACIÓN DEL USUARIO NO DOMÉSTICO

##### Artículo 20.- Registro del UND

20.1. El registro del UND, bajo el ámbito de responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento, se efectúa con la información obtenida en la inspección realizada, de acuerdo a los incisos 1 y 2 del párrafo 18.1 del artículo 18 del presente Reglamento.

20.2. El prestador de los servicios de saneamiento, asigna al UND, un código del registro en la base de datos, en el cual puede incorporar los resultados de la caracterización de las aguas residuales no domésticas. El registro del UND se efectúa con fines informativos.

20.3. El prestador de los servicios de saneamiento está facultado para emplear el catastro comercial de usuarios u otra herramienta que facilite el registro del UND.

##### Artículo 21.- Actualización del registro de UND

La inspección realizada por los prestadores de los servicios de saneamiento permite, en caso lo requiera, el recojo de datos del UND para la actualización del registro mediante el Acta de inspección, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

##### Artículo 22.- Conexión domiciliaria

22.1. La instalación de la caja de registro de la conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas o dispositivo similar, ubicada en el exterior del predio

del UND, está a cargo del prestador de los servicios de saneamiento correspondiente. El costo de la caja de registro de la conexión domiciliaria y su instalación es asumido por el UND.

22.2. El Ente Rector está facultado a aprobar la normativa complementaria, la cual comprende entre otros, las características y/o especificaciones técnicas de la caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas.

### CAPÍTULO V

#### TOMA DE MUESTRA INOPINADA

##### Artículo 23.- Toma de muestra inopinada

23.1. El prestador de los servicios de saneamiento, como responsable del control de la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, realiza la toma de muestra inopinada, de dichas descargas. La toma de muestra inopinada no requiere comunicación previa al UND. La programación y ejecución de la toma de muestra inopinada es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

23.2. El personal del prestador de los servicios de saneamiento conjuntamente con el personal del laboratorio acreditado por el Inacal se apersonan a las instalaciones del UND a fin de realizar la toma de muestra inopinada en el punto de toma de muestra previamente determinado por el prestador de los servicios de saneamiento, de los parámetros de los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, que correspondan, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA.

Excepcionalmente, en caso que la actividad económica del UND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, el prestador de los servicios de saneamiento está facultado a solicitar la toma de muestra de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, previa evaluación y el informe técnico que lo sustente.

23.3. De forma anual, el prestador de los servicios de saneamiento está obligado a realizar la toma de muestra inopinada, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, como mínimo del quince por ciento (15%) de los UND consignados en el Registro de UND, los que son seleccionados por el prestador de los servicios de saneamiento, priorizando a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente al sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. El porcentaje antes mencionado puede ser variado por el Ente Rector mediante Resolución Ministerial.

##### Artículo 24.- Acta de toma de muestra inopinada

El Acta de toma de muestra inopinada es un documento emitido por el prestador de servicios en el que constan entre otros, las condiciones físicas en las que se realiza la toma de muestra inopinada, los datos del UND, su(s) actividad(es) económica(s), lugar, fecha y hora en la que se realizó, las personas que participan en ella, así como cualquier otra circunstancia en la que se realiza, conforme al formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.

##### Artículo 25.- Realización de la toma de muestra inopinada

25.1. Para la toma de muestra inopinada, el personal del prestador de los servicios de saneamiento levanta el Acta de toma de muestra inopinada.

25.2. Si el UND impide u obstaculiza de alguna manera la realización de la toma de muestra inopinada, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado hasta la efectiva realización de la toma de muestra inopinada.

**25.3.** El UND o su representante está facultado a presenciar la toma de muestra inopinada y suscribir el Acta respectiva. La no suscripción de dicha Acta por parte del UND o su representante, no la invalida.

**25.4.** El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente, distinto al Acta de toma de muestra inopinada, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realizó la toma de muestra inopinada, la misma que forma parte de los informes y procedimientos de supervisión, monitoreo e implementación de los prestadores de los servicios de saneamiento.

**25.5.** Luego de realizada la toma de muestra inopinada, y recibidos los resultados por parte del laboratorio acreditado por el Inacal, el prestador de los servicios realiza el procedimiento establecido en los artículos 26 y artículo 27 del presente Reglamento, según corresponda.

## CAPÍTULO VI

### EVALUACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

#### Artículo 26.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 1

**26.1.** Si los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, superan los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa las acciones siguientes:

1. Solicita al UND que ejecute la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas a fin de no exceder los VMA; y,

2. Realiza el cobro del pago adicional por exceso de concentración, en tanto el UND implemente las acciones de mejora.

**26.2.** Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, este comunica al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella. Cuando el UND no efectúe la referida comunicación o lo efectúe fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencia y participe en dicha toma de muestra, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirlo, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

**26.3.** El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

**26.4.** El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias

presentadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

**26.5.** De verificarse que el UND cumple con los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento y que ha implementado las acciones de mejora señaladas en el párrafo 26.2 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender el cobro por exceso de concentración al UND.

**26.6.** De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento continúa cobrando por concepto del pago adicional por exceso de concentración correspondiente.

#### Artículo 27.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 2

**27.1.** En la primera oportunidad que el UND supere alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento, comunica al UND lo siguiente:

1. Que cuenta con un plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados desde el día siguiente de la notificación, para implementar las acciones de mejora necesarias y acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento. Vencido dicho plazo máximo indicado, sin que el UND implemente las acciones de mejora necesarias y acredite cumplir con los VMA, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

2. Excepcionalmente, y dentro del plazo antes indicado, el UND está facultado a solicitar el otorgamiento de un plazo adicional, el cual es evaluado y, de ser el caso, otorgado por el prestador de los servicios de saneamiento. Las opciones para el otorgamiento del plazo adicional son las siguientes:

**2.1.** Hasta sesenta (60) días calendario adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario adicionales. La solicitud debe contener el sustento técnico y las evidencias del inicio de ejecución de las acciones de mejora necesarias para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

**2.2.** Hasta dieciocho (18) meses adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo superior a sesenta (60) días calendario adicionales. Para dicho fin debe seguir con el procedimiento establecido a continuación:

**a)** El UND, dentro del plazo establecido en el inciso 1 del presente párrafo, puede solicitar por escrito y por única vez, al prestador de los servicios de saneamiento, un plazo adicional, de hasta dieciocho (18) meses, para implementar acciones de mejora a fin de cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, adjuntando para dicho fin la documentación sustentatoria que contenga como mínimo, lo siguiente:

i) Propuesta técnica de las acciones de mejora que efectúa el UND.

ii) Propuesta económica del costo total de las acciones de mejora.

iii) Cronograma de ejecución de las acciones de mejora propuestas.

**b)** Presentada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la evaluación de la documentación antes indicada, en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles, contados desde el día siguiente de presentada la solicitud, considerando la situación de las descargas de aguas residuales no domésticas de cada UND.

En caso el UND presente información incompleta, se le otorga un plazo de tres (3) días hábiles para subsanarla.

c) Presentada la información faltante dentro del plazo otorgado, el prestador de los servicios de saneamiento evalúa la solicitud y determina su aprobación o desaprobación, dentro de un plazo no mayor de diez (10) días hábiles.

Si transcurrido el plazo para presentar la información faltante, el UND incumple con presentar dicha información o la realiza fuera del plazo otorgado, se archiva el trámite y se procede a la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

d) De ser aprobada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento comunica al UND dicha decisión, señalando el plazo adicional con el que cuenta para ejecutar las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento. El plazo adicional se contabiliza desde el día siguiente de la fecha de comunicación realizada por el prestador de los servicios de saneamiento.

En caso que el prestador de los servicios de saneamiento desapruébe la solicitud presentada por el UND, se archiva el trámite y procede a efectuar la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

e) A partir del día siguiente de comunicada la aprobación de la solicitud por el prestador de los servicios de saneamiento, el UND cuenta con un plazo no mayor a quince (15) días hábiles para gestionar y presentar una garantía financiera de una institución financiera supervisada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), que represente el treinta por ciento (30%) del costo total de las acciones de mejora propuestas por el UND.

f) Presentada dicha garantía financiera, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suscribir con el UND un Acuerdo en el que se establece el plazo otorgado por única vez, a fin de ejecutar las acciones de mejora propuestas por el UND para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

El Acuerdo debe incluir una cláusula penal que contemple que el UND se obliga a pagar mensualmente al prestador de los servicios de saneamiento el cien por ciento (100%) adicional al importe facturado por el servicio de alcantarillado sanitario, durante los seis (6) primeros meses de ejecución de las acciones de mejora aprobadas, y del doscientos por ciento (200%) adicional por el mismo concepto, en caso el plazo del acuerdo suscrito sea superior a seis (6) meses.

El prestador de los servicios de saneamiento procede a cobrar el importe correspondiente desde el siguiente mes de facturación, luego de suscrito el Acuerdo, con efecto retroactivo al día siguiente de notificado el UND en la situación descrita en el presente párrafo.

g) Si transcurrido el plazo señalado en el literal e) del presente artículo, el UND no suscribe el Acuerdo, se archiva el trámite y se procede con la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

h) En caso que el UND incumpla el Acuerdo suscrito, el prestador de los servicios de saneamiento procede con ejecutar la garantía financiera otorgada a su favor, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento. Del mismo modo, el prestador de los servicios de saneamiento suspende el cobro del pago establecido en el literal f) del presente artículo.

i) En caso el UND cumpla con el Acuerdo suscrito y acredite haber ejecutado las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de

anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo, participe en ella. Si el UND no efectúa la referida comunicación o lo efectúa fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la toma de la muestra de parte, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

j) El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, a fin de que proceda con revisar y evaluar los resultados de los análisis, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

De verificarse que el UND cumple los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a actualizar el Registro de UND.

De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

**27.2.** Si en una nueva oportunidad, producto de los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, se verifica que el UND supera alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa los siguientes pasos:

1. Notifica al UND que incumple con los parámetros del VMA.
2. Solicita al UND, ejecutar la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas y no exceder los VMA.
3. Suspende temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que el UND implemente las acciones de mejora y acredite cumplir con los parámetros del VMA.

**27.3.** Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos; debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella.

En caso que, el personal del prestador de los servicios de saneamiento participe en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la realización de dicha diligencia, la cual debe ser efectuada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento, debidamente acreditado, procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en



el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND o a su representante.

**27.4.** El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

**27.5.** El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias de mejora implementadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

**27.6.** De verificarse que el UND cumple con los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, y que ha implementado las acciones de mejora mencionadas en el párrafo 27.3 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la rehabilitación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

**27.7.** De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento mantiene la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

#### TÍTULO IV

### DENUNCIAS, RECLAMOS Y SITUACIÓN DE EMERGENCIA

#### CAPÍTULO I

#### DENUNCIAS Y RECLAMOS

##### Artículo 28.- Participación de otros usuarios

Los usuarios domésticos y los UND están facultados a denunciar, de forma escrita o verbal, ante el prestador de los servicios de saneamiento competente, los hechos, actos u omisiones que dañen el sistema de alcantarillado sanitario, proporcionando, como mínimo, la información siguiente:

1. Identificación completa de la persona que realiza la denuncia.
2. Identificación del UND que efectúa la descarga al sistema de alcantarillado sanitario.
3. Breve descripción del hecho, acto u omisión que se presume cometido.

Sin perjuicio de ello, están facultados a interponer las quejas y/o denuncias ante las instancias que consideren competentes.

##### Artículo 29.- Procedimiento de reclamo

**29.1.** Los UND están facultados a presentar reclamos ante los prestadores de los servicios de saneamiento.

**29.2.** La Sunass es la encargada de establecer los procedimientos, plazos e instancias correspondientes para la atención de dichos reclamos.

#### CAPÍTULO II

### DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

##### Artículo 30.- Situación de emergencia

**30.1.** Si bajo una situación de emergencia, por caso fortuito o fuerza mayor, se incumple(n) alguna(s) de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, el UND, a través de cualquier medio, debe comunicar inmediatamente dicha situación al prestador de los servicios de saneamiento competente.

**30.2.** Una vez producida la situación de emergencia, el UND utiliza todos los medios a su alcance para reducir

al máximo los efectos de la descarga por situación de emergencia, en coordinación con el prestador de los servicios de saneamiento competentes.

##### Artículo 31.- Procedimiento a seguir en caso de emergencia

**31.1.** Sin perjuicio de lo establecido en el párrafo 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, en un plazo máximo de dos (2) días calendario de producido el hecho, el UND debe informar por escrito al prestador de los servicios de saneamiento la situación de emergencia ocurrida, señalando su identificación y los siguientes datos:

1. Causas que originaron la situación de emergencia.
2. Hora en que se produjo y duración de la misma.
3. Volumen y características de la descarga.
4. Acciones de mejora adoptadas.
5. Hora y forma en que se comunicó el suceso al prestador de los servicios de saneamiento.

**31.2.** El prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación de la información remitida por el UND, en un plazo no mayor de dos (2) días calendario de recibida, se encuentra facultado para exonerar del cobro por el pago adicional por exceso de concentración o de la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario por las descargas de aguas residuales no domésticas que superen los VMA detallados en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, otorgando como máximo el plazo de tres (3) días calendario, contados desde la comunicación del pronunciamiento efectuado por los prestadores de los servicios de saneamiento, para reponer su sistema de tratamiento de aguas residuales.

**31.3.** Sin perjuicio de otras responsabilidades en que pudiera haber incurrido el UND, los costos que realice el prestador de los servicios de saneamiento como producto de las acciones de mejora por las descargas accidentales, son asumidas por el UND, de acuerdo al procedimiento que para dicho fin apruebe la Sunass.

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

##### Primera.- Aprobación de normas Complementarias

En un plazo no mayor de noventa (90) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente decreto supremo en el Diario Oficial El Peruano, la Sunass aprueba las normas complementarias necesarias, a fin de adecuarlas a lo dispuesto en el presente Reglamento.

##### Segunda.- Indicador de Gestión

En cumplimiento de lo dispuesto en la Decimoséptima Disposición Complementaria Final de la Ley Marco, la Sunass en un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, aprueba, mediante Resolución de Consejo Directivo, la incorporación del cumplimiento de los VMA como indicador de gestión de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento.

##### Tercera.- Difusión

Corresponde a las entidades con competencias reconocidas en materia de saneamiento efectuar la difusión del presente Reglamento, por los medios más adecuados para su conocimiento y aplicación, debiendo, además, disponer su publicación en sus respectivos Portales Institucionales.

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas y programas de difusión, a fin de que los UND, adecúen sus descargas a las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

##### Cuarta.- Capacitación

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas de capacitación y otras que considere pertinentes, al interior de su organización, para el mejor cumplimiento e implementación de los VMA.

**Quinta.- Asistencia Técnica**

Sin perjuicio de las funciones que realicen las entidades e instituciones con competencias reconocidas en materia de saneamiento, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), en el marco de sus funciones y competencias, brinda asistencia técnica a los prestadores de servicios de saneamiento del ámbito urbano, para el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS****Primera.- Plazo para el Registro de UND**

Los prestadores de los servicios de saneamiento tienen un plazo máximo de un (1) año, contados desde el día siguiente de la publicación del presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, para registrar y/o actualizar a la totalidad de sus UND que se encuentren dentro de su ámbito de responsabilidad.

**Segunda.- Implementación del punto de toma de muestra del UND**

Los prestadores de los servicios de saneamiento, en un plazo no mayor de dos (2) años, contados a partir del día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, realizan las acciones necesarias para implementar, bajo responsabilidad, que todos los UND cuenten con una caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliar en la parte externa de su predio, acorde con las características y especificaciones técnicas establecidas en la normativa sectorial.

**Tercera.- Procedimiento para identificar y determinar el punto de toma de muestra temporal del UND**

En tanto se implemente la instalación del punto de toma de muestra o conexión domiciliar mencionada en la Segunda Disposición Complementaria Transitoria, a efectos de aplicar lo dispuesto en el presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento, identifican y determinan el punto de toma de muestra temporal del UND, el cual en todos los casos debe estar ubicado antes de la red de alcantarillado sanitario. Para dicho fin, se debe cumplir con el procedimiento siguiente:

1. El prestador de los servicios de saneamiento, notifica al UND, precisando el día y hora en que se lleva a cabo la visita a sus instalaciones, a fin de realizar la verificación y determinación del punto de toma de muestra temporal, el cual puede contar con la presencia del UND o su representante, persona encargada o con la persona que se encuentre en las instalaciones. Dicha notificación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

2. El prestador de los servicios de saneamiento se apersona a las instalaciones del UND a efectos de proceder con lo señalado en el numeral precedente, previa verificación de que la notificación realizada al UND, cumple con las disposiciones establecidas en el artículo 21 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General (TUO de la Ley N° 27444), aprobado por el Decreto Supremo N° 006-2017-JUS, para lo cual procede a levantar el Acta de inspección, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

3. Durante la diligencia, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND o su representante, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. La no presentación de la documentación antes mencionada no invalida la diligencia ni el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, el prestador de los servicios de saneamiento, puede otorgar un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, a partir del día siguiente de realizada la diligencia, a efectos que el UND cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

4. En el Acta de inspección debe constar la determinación del punto de toma de muestra temporal. La suscripción del Acta por parte del UND o su representante no es obligatoria, por lo que si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta debe ser entregada al UND o su representante.

5. Si el UND o su representante no permite el ingreso a sus instalaciones u obstaculiza las labores del personal del prestador de los servicios de saneamiento debidamente identificado, este procede a consignar dicha circunstancia en el Acta de inspección, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta la efectiva realización de la inspección. El Acta de inspección es notificada al UND o su representante en el momento de la diligencia, cumpliendo con las disposiciones establecidas en los párrafos 21.1, 21.3 y 21.4 del artículo 21 del TUO de la Ley N° 27444.

6. Suspendidos temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, el prestador de los servicios de saneamiento reprograma la visita a las instalaciones del UND, a solicitud de este, para lo cual debe restablecer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

**ANEXO N° 1**

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

**ANEXO N° 2**

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr <sup>6+</sup>	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000
Sulfuros	mg/l	S <sup>2-</sup>	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacoal	mg/l	NH <sup>4+</sup>	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, es la precisada en el presente Reglamento tomando como referencia el código CIUJ. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código, deben cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo. Los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, son determinados a partir del análisis de muestras puntuales.

(2) Las concentraciones de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 deben ser determinadas a partir del análisis de muestras puntuales.

## ANEXO N° 3

## "ACTA DE INSPECCIÓN"

(Ficha a ser llenada por el Prestador de Servicios)

Código de Usuario No Doméstico: 

## 1. MOTIVO DE LA INSPECCIÓN:

Muestra de parte: Determinación de punto de muestreo: Rutina y/o verificación: 

## 2. DATOS GENERALES:

A. Nombre o Razón Social: B. DNI o RUC: C. Actividad: D. Dirección Fiscal: Distrito:  Provincia:  Departamento: E. Teléfono(s) de contacto: 

F. Lugar de Inspección:

Distrito:  Provincia:  Departamento: Dirección: G. Representante: H. Nombre del Propietario y/o arrendatario del predio: I. Fecha inicio operación: J. Número de la CIU:  Descripción:  Descripción:  Descripción:  Descripción: 

## 3. ACTIVIDAD QUE REALIZA

A. Indicar los meses de máxima y mínima producción:

Meses de Máxima Producción Meses de Mínima Producción 

B. Materia(s) Prima(s) Empleada(s) Principal(es)

Materia Prima	Producto

## 4. ABASTECIMIENTO DE AGUA: (Marcar un aspa lo que corresponde)

A. Tipo de fuente:

Conexión domiciliaria  Cantidad Fuente propia  Cantidad 

Otro (especificar)

Observaciones

--

**B. Consumo de agua durante los últimos 12 meses en m<sup>3</sup> (medidor)**

1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5		11	
6		12	

**5. DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS (PUNTO DE TOMA DE MUESTRA)**

**A. Ubicación del punto de toma de muestra de las aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario:**

Vértice	Coordenadas UTM (WGS 84)
A	
B	
C	
D	

**B. Presentar un croquis del punto de toma de muestras con punto referencial fijo. (Anexo)**

**C. Descripción del sistema de tratamiento de las aguas residuales no domésticas (indicar capacidad, insumos, tipo de procesos, eficiencias)**

--

**D. Observaciones**

--

**6. DOCUMENTOS PRESENTADOS (Marque con un aspa los documentos que adjunta)**

- A.** Ficha del Registro Único de Contribuyente-Acreditación del inicio de actividades.
- B.** Diagrama de flujo del tipo de tratamiento del agua residual, de ser el caso.
- C.** Balance hídrico, de ser el caso.
- D.** Panel fotográfico. (Anexo)

\_\_\_\_\_  
Llenado por:  
DNI:

\_\_\_\_\_  
Firma del UND o representante  
DNI:

\_\_\_\_\_  
Lugar y Fecha:

## ANEXO N° 4

**"ACTA DE TOMA DE MUESTRA INOPINADA"**  
(Ficha a ser llenada por el Prestador de Servicios)

Código de Usuario No Doméstico: **1. DATOS GENERALES:**

- A. Nombre o Razón Social:
- B. DN o RUC:
- C. Actividad:
- D. Dirección Fiscal:
- Distrito:  Provincia:  Departamento:
- E. Teléfono(s) de contacto:
- F. Lugar de Toma de Muestra:
- Distrito:  Provincia:  Departamento:
- G. Representante:
- H. Fecha inicio operación:
- I. Número de la CIU:  Descripción:
- Descripción:
- Descripción:
- Descripción:

**2. CARACTERISTICAS DE LA TOMA DE MUESTRA****C. Datos de laboratorio acreditado:**

Nombre de laboratorio:	<input type="text"/>
Fecha:	<input type="text"/>
Hora:	<input type="text"/>
Responsable de la toma de muestra:	<input type="text"/>

**D. Parámetros Anexo N° 1:**

Parámetro	VMA	N° de muestra	Tipo de muestra
Demanda Bioquímica de Oxígeno	500 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Demanda Química de Oxígeno	1000 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sólidos Suspendidos Totales	500 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aceites y Grasas	100 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>

La toma de muestra se realizará de acuerdo a lo establecido en la NTP 214.060.2016 aprobada por el Inacal, en tanto no se contraponga con el presente Reglamento.

**E. Parámetros Anexo N° 2:**

Parámetro	VMA	N° de muestra	Tipo de muestra
Aluminio	10 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arsénico	0.5 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Boro	4 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cadmio	0.2 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cianuro	1 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cobre	3 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cromo hexavalente	0.5 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cromo total	10 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Manganeso	4 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mercurio	0.02 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Níquel	4 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Plomo	0.5 mg/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Sulfatos	1000 mg/l		
Sulfuros	5 mg/l		
Zinc	10 mg/l		
Nitrógeno Amoniacal	80 mg/l		
Potencial Hidrogeno	6-9		
Sólidos Sedimentables	8.5 ml/l/h		
Temperatura	<35°C		

La toma de muestra se realiza de acuerdo a lo establecido en la NTP 214.060.2016 aprobada por el Inacal, en tanto no se contraponga con el presente Reglamento.

Observaciones:

**3. DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS (PUNTO DE TOMA DE MUESTRA)**

E. Ubicación del punto de toma de muestra de las aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario:

Vértice	Coordenadas UTM (WGS 84)
A	
B	
C	
D	

F. Presentar un croquis del punto de toma de muestras con punto referencial fijo. (Anexo)

G. Observaciones

**4. DOCUMENTOS QUE ACREDITEN LA TOMA DE MUESTRA**

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

\_\_\_\_\_  
Llenado por:  
DNI:

\_\_\_\_\_  
Firma del UND o del representante  
DNI:

\_\_\_\_\_  
Lugar y Fecha:



# Decreto Supremo

N° 014 -2019-VIVIENDA

## DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA EL DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA, QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

### CONSIDERANDO:

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, establece que este Ministerio es el Ente rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;



Que, el artículo 25 del citado Decreto Legislativo establece la prohibición de descargar en las redes de alcantarillado sanitario, sustancias o elementos extraños que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes; para ello, los usuarios del servicio de alcantarillado sanitario tienen prohibido descargar al sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales no domésticas que excedan los Valores Máximos Admisibles de los parámetros que establezca el Ente rector, excepto aquellos parámetros en los que el usuario no doméstico efectúe el pago adicional por exceso de concentración, conforme lo determinen las normas sectoriales y las normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;



Que, mediante Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA se aprobó el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales, acorde a la Política Nacional de Saneamiento, aprobada por el Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA;



Que, por su parte el Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, establece que los proyectos ejecutados bajo la modalidad de Asociación Público Privada, independientemente de su clasificación y origen, se desarrollan en las siguientes fases: Planeamiento y Programación, Formulación,



Estructuración, Transacción y Ejecución Contractual; la fase de transacción comprende la apertura al mercado del proyecto y culmina con la suscripción del contrato;

Que, la Dirección General de Programas y Proyectos en Construcción y Saneamiento advierte que existen proyectos de inversión en saneamiento promovidos bajo la modalidad de asociación público privada que se encuentran en la fase de transacción, en los cuales ya se incluye el soporte técnico para el monitoreo y control de los Valores Máximos Admisibles (VMA), para lo cual se ha elaborado los contenidos mínimos específicos sobre la base de la normativa anterior; motivo por el cual resulta necesario modificar el Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA, la misma que a su vez cuenta con la opinión favorable de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento;



De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS;



#### DECRETA:

#### Artículo 1.- Modificación de Disposición Complementaria Transitoria

Modifíquese la Única Disposición Transitoria Final del Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo al siguiente texto:



#### "DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

#### Única.- Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del





# Decreto Supremo



Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.

Las disposiciones contenidas en el presente Decreto Supremo no son aplicables en las localidades en las que, a la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, se estén desarrollando procesos de promoción de la inversión privada que se encuentren en la fase de transacción; siendo de aplicación la normativa vigente antes de la publicación del presente Decreto Supremo.

### Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe)), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

### Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dos días del mes de abril del año dos mil diecinueve.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO  
Presidente de la República

CARLOS BRUCE MONTES DE OCA  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento