

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INCORPORACIÓN DE FILTROS DE CARBÓN  
ACTIVADO EN EL CAMPO DE INFILTRACIÓN DE  
UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO -  
CAJAMARCA, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero civil**

**Autores:**

Franklin Yahunzon Medina Zamora

Cristhian Raphael Ruiz Sanchez

**Asesor:**

Ing. Mg. Kely Núñez Vásquez

<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	71106769
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ITALO BENDEZÚ CHECCILLO	47050486
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	MARIO RENE CARRANZA LIZA	26602358
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## DEDICATORIAS

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo, por haberme dado el apoyo incondicional durante estos años y por ser la razón más grande para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí, a mis hermanas por sus palabras de motivación logrando la fomentación y deseo de superación y triunfo en la vida.

*Franklin Yahunzon Medina Zamora*

A Dios que me ilumina y bendice en la vida para poder seguir adelante, a mis padres, hermanos y mi familia por su sacrificio y apoyo incondicional durante mi etapa universitaria, además por ser la mayor motivación para seguir superándome y lograr mis objetivos en mi vida.

*Cristhian Rafael Ruiz Sánchez*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su inmensa bondad, infinito amor y bendiciones que me acompaña y da fuerza todos los días. A mis padres y hermanas por ser la fuente de apoyo incondicional en cada una de mis metas trazadas, brindándome cariño, consejos en todo momento.

*Franklin Yahunzon Medina Zamora*

Agradecido especialmente con Dios por darme salud y conducirme para lograr mis objetivos, brindándome sabiduría, fortaleza y valor para afrontar cada etapa de mi vida. A mis padres, hermanos y mi familia por su apoyo y sacrificio que me brindan día a día para ir cumpliendo una meta más en mi vida.

*Cristhian Rafhael Ruiz Sánchez*

**TABLA DE CONTENIDO**

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIAS	3
AGRADECIMIENTOS	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Bases teóricas.</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Formulación del problema.</b>	<b>24</b>
<b>1.4. Objetivos</b>	<b>25</b>
1.4.1. Objetivo general.	25
1.4.2. Objetivos específicos.	25
<b>1.5. Hipótesis</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Tipo, nivel, enfoque y diseño de investigación.</b>	<b>26</b>
2.1.1 Tipo.	26
2.1.2 Nivel.	26
2.1.3 Diseño.	27
2.1.4 Enfoque.	27
<b>2.2 Población y muestra.</b>	<b>28</b>
2.2.1. Población.	28
2.2.2. Muestra.	28
<b>2.3 Materiales, instrumentos y métodos.</b>	<b>29</b>

<b>2.3.2</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección.</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.1</b>	<b>Técnicas de recolección de datos.</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.2</b>	<b>Instrumentos de recolección de datos.</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Procedimientos de recolección de datos.</b>	<b>30</b>
<b>2.4</b>	<b>Aspectos éticos.</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>		<b>36</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>		<b>45</b>
<b>REFERENCIAS</b>		<b>51</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	21
<b>Tabla 2:</b> Lista de materiales para construcción de prototipo. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	9
<b>Tabla 3:</b> Cronograma de toma de muestras para los análisis en laboratorio. ....	34
<b>Tabla 4:</b> Resultados del prototipo 1 – 3 usuarios. ....	36
<b>Tabla 5:</b> Resultados del prototipo 2 – 5 usuarios. ....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Campo de infiltración. ....	211
<b>Figura 2:</b> Colocación de piedra partida. ....	222
<b>Figura 3:</b> Colocación de tubería ranurada. ....	222
<b>Figura 4:</b> Cadena de custodia. ....	300
<b>Figura 5:</b> Preparación y acondicionamiento del terreno.....	311
<b>Figura 6:</b> Adición de las capas de los materiales. ....	322
<b>Figura 7:</b> Prototipo de campo de filtración.....	322
<b>Figura 8:</b> Toma de muestras. ....	333
<b>Figura 9:</b> Resultados del parámetro de aceites y grasas prototipo 1. ....	377
<b>Figura 10:</b> Resultados del parámetro de aceites y grasas prototipo 2. ....	377
<b>Figura 11:</b> Resultados del parámetro de Coliformes Termotolerantes prototipo 1. ....	388
<b>Figura 12:</b> Resultados del parámetro de Coliformes Termotolerantes prototipo 2. ....	388
<b>Figura 13:</b> Resultados del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno prototipo 1... 39	
<b>Figura 14:</b> Resultados del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno prototipo 2... 39	
<b>Figura 15:</b> Resultados del parámetro de Demanda Química de Oxígeno prototipo 1.....	400
<b>Figura 16:</b> Resultados del parámetro de Demanda Química de Oxígeno prototipo 2.....	400
<b>Figura 17:</b> Resultados del parámetro de pH prototipo 1. ....	411
<b>Figura 18:</b> Resultados del parámetro de pH prototipo 2. ....	411
<b>Figura 19:</b> Resultados del parámetro de Sólidos Totales en Suspensión prototipo 1. ....	422

<b>Figura 20:</b> Resultados del parámetro de Sólidos Totales en Suspensión prototipo 2. ....	422
<b>Figura 21:</b> Resultados del parámetro de Temperatura del prototipo 1.....	433
<b>Figura 22:</b> Resultados del parámetro de Temperatura del prototipo 2.....	433
<b>Figura 23:</b> Resultados de remoción (%) de sustancias por prototipo.....	444

## RESUMEN

El uso de Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico se ha convertido en una de las soluciones para cubrir la brecha saneamiento básico en la zona rural, sin embargo, no se tiene cierto cuidado en las aguas que reingresan al ambiente, las cuales generan cierto nivel de contaminación con el agua del subsuelo, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo principal incorporar filtros de carbón activado en el campo de infiltración de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico para mejorar la calidad del efluente. Para ello, se aplicó un diseño experimental de tipo aplicativo – cuantitativo, tomando como muestra 2 UBS de una población de 239, pertenecientes al centro poblado la Manzanilla, adaptando para cada instalación un prototipo con carbón activado, de los cuales se tomaron 4 muestras del efluente para ser llevadas al laboratorio y determinar la concentración de sustancias y ser comparado con los LMP establecidos por la MINAM. Los resultados muestran el promedio de remoción de los siguientes parámetros luego de pasar por el filtro de carbón activado: 94.95% de sólidos totales en suspensión, 79.75% de DBO, 82.00% de DQO, 99.45% de aceites y grasas y 64.50% de coliformes termotolerantes. Por lo tanto, se concluye que este tratamiento de aguas residuales permite una remoción de sustancias fisicoquímicas y microbiológicas por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) mejorando la calidad del efluente, a excepción del parámetro coliformes termotolerantes que excede el LMP.

**PALABRAS CLAVES:** Carbón activado, filtro, LMP, remoción, aguas residuales.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El mundo está alarmantemente mal encaminado de cara a lograr el saneamiento para todos de aquí al 2030. Pese a los progresos, más de la mitad de la población mundial (4 200 millones de personas) utiliza servicios de saneamiento en los que no se tratan los desechos humanos, lo que pone en peligro la salud humana y ambiental. Se estima que 673 millones de personas no tienen ningún tipo de retrete y practican la defecación al aire libre, y que casi 698 millones de niños en edad escolar carecen de servicios básicos de saneamiento en sus escuelas. Las consecuencias de un saneamiento deficiente son devastadoras para la salud pública y el desarrollo social y económico. (Organización mundial de la salud, 2020).

En Venezuela se han registrado avances importantes en la cobertura del suministro de agua potable (cerca de 90% de la población) y recolección de las aguas servidas (más de 80%), pero un porcentaje menor a 30% de las aguas servidas es tratada, lo que trae como consecuencia la contaminación de los cuerpos de agua, así como la generación de cambios en los parámetros fisicoquímicos, afectando negativamente la calidad. Por todo ello, es necesario aumentar los esfuerzos en la investigación de la calidad de los cuerpos de agua, especialmente aquellos utilizados para el abastecimiento de poblaciones y comunidades. (Red interamericana de academias de ciencias, 2019).

El manejo racional de los recursos hídricos en el Perú presenta dificultades, ya que sólo el 70,5% de la población que vive en zonas rurales tiene acceso al agua potable, y de este, solo un 37% cuenta con instalaciones de servicio básico de saneamiento, debido a la escasa disponibilidad y a la baja calidad de las aguas,

originadas por la competencia de las actividades, que las derrochan y contaminan. Esas aguas contaminadas se descargan a los cuerpos receptores, que luego son utilizados como fuentes de agua para bebida y para el riego de los productos agrícolas, o terminan en áreas destinadas a la recreación, tales como las playas, incrementando el riesgo de enfermedades infecciosas, especialmente en los grupos más vulnerables. (Ministerio del Ambiente, 2009).

Según el sistema de Información Ambiental Regional (SIAR). A nivel de provincias de Cajamarca solo el 40.15% tienen plantas de tratamiento de aguas residuales de las cuales solo el 15.38% funcionan regularmente. Los problemas de los servicios de saneamiento en el ámbito rural son, déficit de cobertura y la baja calidad en la provisión de agua apta para el consumo humano, los cuales generan como consecuencia, riesgos para la salud y contaminación ambiental por la inadecuada disposición de excretas. La alta diferencia entre las brechas de cobertura y calidad (24,7% y 96,8% respectivamente) está asociada a la baja sostenibilidad de los sistemas, siendo las causas directas de esta problemática: una inadecuada gestión financiera por parte de los prestadores de servicios debido a que las cuotas no cubren los costos de operación y mantenimiento; una limitada gestión técnica en la provisión de agua y alcantarillado; un deficiente mantenimiento de la infraestructura, pues no cuentan con el personal capacitado y las herramientas necesarias; y una limitada/insuficiente valoración del servicio por parte de la comunidad. (Ministerio de desarrollo e inclusión social, 2020).

La complejidad del sistema de tratamiento está en función de los objetivos que se establezca para el efluente resultante de dicho tratamiento. Teniendo en cuenta el gran número de operaciones y procesos disponibles para la depuración de las aguas

residuales es común hablar de niveles de tratamiento, los cuales para fines prácticos han sido clasificados como: preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado. Las aguas grises y los efluentes provenientes del tratamiento primario en tanques sépticos u otros, requieren necesariamente de un tratamiento final, antes de su disposición al ambiente, ya que su carga orgánica y patógena aún no ha sido totalmente removida. Este proceso puede ser realizado en campos de infiltración. (Ministerio del Ambiente, 2009)

El saneamiento básico, es una prioridad que se ubica en el contexto de erradicar la pobreza y el hambre. Las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico, es un sistema de disposición de excretas, que incluye un dispositivo prefabricado para el tratamiento primarios, en donde se divide los sólidos y los líquidos que componen el agua residual proveniente de esta unidad. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Una solución para la eliminación o la reducción de la concentración de compuestos contaminantes es el uso de Carbón Activado Granular (CAG), que por ser un adsorbente eficiente y de bajo costo es el más empleado para el tratamiento de aguas residuales. La capacidad de adsorción del carbón activado se debe a que es altamente poroso y posee un área superficial elevada. Esta capacidad de adsorción depende del tamaño medio de las partículas de carbón, del material a partir del cual se preparó y del pH de la solución acuosa, así como de su naturaleza química. (Constantino, 2013)

En este contexto el uso de Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico se ha convertido en una de las soluciones para cubrir la brecha saneamiento básico en la zona rural o donde no se cuente con conexión a una red pública de alcantarillado, sin embargo, no se tiene cierto cuidado en las aguas que reingresan al

ambiente, las cuales generan cierto nivel de contaminación con el agua del subsuelo y la inadecuada disposición de aguas residuales, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo principal determinar la calidad de agua que reingresa al ambiente al incorporar filtros de carbón activado en el campo de infiltración de las Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico.

De lo mencionado se tienen algunos estudios realizados sobre el tratamiento de aguas residuales domésticas como es el caso de Chávez & Freire (2021). En su tesis “Desempeño de los biodigestores con filtros de lechos plástico bacterianos en el tratamiento del agua residual doméstica de una vivienda unifamiliar” en la ciudad de Guayaquil – Ecuador, que tiene como objetivo determinar la eficiencia del biodigestor implementando en su interior filtros de lechos plástico bacterianos a través del monitoreo y evaluación de las aguas residuales, en función de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, para mitigar la contaminación ambiental que causan estas aguas, la investigación que se realizó fue del tipo aplicada con un nivel descriptivo cuantitativo utilizando como población las viviendas del Cantón Pueblo Viejo. Se tomó como muestra por conveniencia a un sistema (parroquia San Juan). La técnica fue el monitoreo ambiental realizado por el laboratorio Grupo Químico Marcos. Los instrumentos usados fueron cadenas de custodia y registros de verificación de datos, los resultados obtenidos fueron la eficiencia de remoción y desempeño del biodigestor implementando en su interior filtros de lechos, puesto que, posterior a su implementación la DBO, paso de 423.7 mg/l a 176.5 mg/l, la DQO se redujo de 1477 mg/l a 511 mg/l, la presencia de tensoactivos aumentó a 3.54 mg/l, las grasas y aceites se redujeron de 35,6 a 3,5 mg/l, no obstante, se evidencia todavía un alto nivel de

coliformes fecales a la salida, lo cual hace necesario que se implemente un sistema de desinfección final previo a la descarga al cuerpo de agua dulce.

Así mismo, Morán & Chávez (2020). En su tesis “Implementación de biodigestores para mejorar el sistema de saneamiento ambiental en el poblado de Antilla - provincia de Abancay” en la ciudad de Lima – Perú, que tiene como objetivo el análisis de la mitigación ambiental en el poblado de Antilla luego de haberse ejecutado las obras para mejorar los servicios básicos de saneamiento que incluyeron el agua potable y el tratamiento de las aguas residuales domésticas, la investigación que se realizó fue del tipo aplicada con un nivel descriptivo cuantitativo bajo un enfoque transversal utilizando una población de 110 biodigestores instalados. Se tomó como muestra (no probabilística, por conveniencia) a 15 sistemas. La técnica fue el monitoreo ambiental realizado por el laboratorio SGS del Perú S.A.C. Los instrumentos usados fueron los protocolos establecidos por MVCS-MINAM, cadenas de custodia y registros de verificación de datos. Los resultados obtenidos fueron la eficiencia de los biodigestores: 87% de remoción de los sólidos totales en suspensión, 56% de DBO, 60% de DQO, 97% de los aceites y grasas y del 100% de los coliformes fecales. En los lodos se obtuvo para *Escherichia Coli* 6.6 NMP/1g ST.

Del mismo modo, Rodrigo & Vega (2020). En su tesis “Estudio comparativo de la eficiencia entre los biodigestores y los humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales domésticas” en la ciudad de Cajamarca – Perú, que tiene como objetivo comprobar la eficiencia de los biodigestores y los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales domésticas en función de la remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, la investigación que se realizó fue del tipo descriptivo, utilizando como población un conjunto de datos de investigaciones

como tesis y artículos científicos. Se tomó como muestra a 10 estudios de biodigestores y 15 de humedales artificiales. La técnica fue el análisis documental y los instrumentos fueron el análisis de resultados mediante comparación de parámetros por categoría. Los resultados obtenidos fueron: que en los biodigestores se removi6 de s6lidos suspendidos totales 70.02%, demanda qu6mica de ox6geno (DQO) 42.68%, demanda bioqu6mica de ox6geno (DBO5) 44.82%, coliformes fecales 47.63%, por su parte en los humedales artificiales se obtuvieron, coliformes fecales 89.17%, s6lidos suspendidos totales 82.77%, demanda bioqu6mica de ox6geno (DBO5) 78.03%, demanda qu6mica de ox6geno (DQO) 72.91%, despu6s se realiz6 la comparaci6n de par6metros evaluados con los l6mites m6ximos permisibles, donde se observa que los coliformes fecales, DBO5 y DQO no cumplen con los LMP porque exceden la cantidad exigida, por su parte los par6metros evaluados de los humedales artificiales se encuentran por debajo de las cantidades exigidas por el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

Adem6s, Mu6noz & V6squez (2020). En su tesis “Estudio de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales dom6sticas con humedales artificiales de cinco especies de macr6fitas” en la ciudad de Cajamarca – Per6 que tiene como objetivo estudiar cu6l es la eficiencia del tratamiento de aguas residuales dom6sticas con humedales artificiales de cinco especies de macr6fitas: *Juncus* sp. (junco), *Phragmites australis* (carrizo), *Typha dominguensis* (totora), *Chrysopogon zizanioides* (vetiver), *Cyperus papyrus* (papiro). La investigaci6n que se realiz6 fue del tipo te6rica exploratoria, utilizando una poblaci6n de estudios en los cuales se analizaron las especies de macr6fitas, tomando como muestra 12 estudios. La t6cnica fue el an6lisis documental. Los instrumentos usados fueron fichas de registro de datos. Los resultados

obtenidos fueron después de estudiar todos los artículos seleccionados, se recopiló de cada estudio los porcentajes de remoción de los parámetros de DBO5, DQO, Sólidos Totales en Suspensión y Coliformes termotolerantes, mostrando los siguientes rangos globales de remoción : *Juncus sp.* 74.13% a 81.67%, *Phragmites australis* 67% a 89.5%, *Typha dominguensis* 93.57% a 96.77%, *Chrysopogon zizanioides* 88.09% a 91% y *Cyperus papyrus* 50.8% por lo tanto se concluye que la especie más eficiente para la remoción de contaminantes de las aguas residuales domésticas es la *Typha dominguensis*.

## **1.2. Bases teóricas.**

### **1.2.1. Unidad básica de saneamiento (UBS).**

Las Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) son construidas con paredes de ladrillo o bloque de cemento. También tienen pisos de concreto reforzado con acero, techos hechos principalmente de lámina de zinc (y en algunos casos de otros materiales como tejas de barro, asbesto-cemento y concreto reforzado), y puertas de madera. Internamente, las unidades disponen de un sanitario con arrastre hidráulico, tubería de drenaje de 110 milímetros con conexión a un pozo séptico para el manejo de las aguas servidas (con o sin revestimiento interior de ladrillos con juntas verticales abiertas), un lavamanos (dentro de la unidad), área para ducha, puntos de suministro de agua y tuberías de drenaje de aguas servidas, así como instalaciones eléctricas para alumbrado interno. (Lecca, 2010).

### 1.2.1.1. Arrastre hidráulico.

#### **Factores determinantes para el diseño de la UBS con arrastre hidráulico según Espinoza, 2014.**

- ~ **Estudio del subsuelo.** Deberá realizarse un estudio del subsuelo que incluirá: Tipo, nivel freático y la capacidad de infiltración del subsuelo (Test de percolación).
- ~ **Esquema general de localización.** El levantamiento topográfico se elaborará para indicar la localización del tanque séptico o biodigestor con respecto a cuerpos de agua tales como ríos, canales de agua de lluvia, lagos, pozos de agua potable existentes; y en general, todos aquellos datos necesarios para la correcta localización del tanque séptico o biodigestor y el tratamiento complementario del efluente. Este sistema de UBS, contempla dos tratamientos en el recorrido del agua residual los cuales son denominados como tratamiento primario y tratamiento secundario.
- ~ **Tratamiento primario.** Proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos, que puede realizarse en un tanque séptico o en un Biodigestor autolimpiable.
- ~ **Tratamiento secundario.** Tratamiento donde la descomposición de los sólidos restantes es realizada por organismos aeróbicos, este tratamiento se realiza mediante campos de percolación o pozos.

### 1.2.2. Aguas residuales.

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de

ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental, 2014).

#### 1.2.2.1. Calidad de un agua residual doméstica.

La calidad del agua residual está determinada por sus características o parámetros físicos, químicos y biológicos a partir de los cuales se determina que tan aceptable es un agua residual. (Luv & LiptáK, 1999).

Principales contaminantes de las aguas residuales domésticas.

- **Grasas y aceites.** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica que, al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual. (Bravo, Osorno, & Salgado, 2016).
- **Los coliformes termotolerantes.** Son aquellos coliformes propios del tracto intestinal del hombre y los vertebrados de sangre caliente, que fermentan la lactosa con producción de acidez y gas a 44.5 C°, comprenden a los géneros de Escherichia y en menor grado klebsiella, Enterobacter y Citrobacter. (Sotil, 2017).
- **La demanda química de oxígeno (DQO).** Indica el contenido de materia orgánica del cuerpo de agua; se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable mediante un agente químico oxidante. Es muy usado para medir la materia orgánica en las aguas residuales urbanas e industriales. (Raffo & Ruiz, 2014).

- **Potencial de hidrogeno (pH).** Es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Es el logaritmo negativo en base 10 de la actividad del ion Hidrógeno. (Bravo, Osorno, & Salgado, 2016).
- **Sólidos totales en suspensión.** Comprende la materia (orgánica e inorgánica) disuelta, coloidal y en suspensión; debe ser igual o inferior a 150 mL/L. (Bravo, Osorno, & Salgado, 2016).
- **La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).** Se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia. (Raffo & Ruiz, 2014).
- **Temperatura.** Influye en el desarrollo de la vida acuática, el oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas. (Bravo, Osorno, & Salgado, 2016).

#### **1.2.2.2. Límite Máximo Permisible (LMP) de las aguas residuales.**

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental. (DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM, 2010).

**Tabla 1**

*Límites máximos permisibles para los efluentes.*

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Nota: En la tabla N° 1 se observa los LMP con los que se tendrá que evaluar los resultados obtenidos de los laboratorios para determinar la eficiencia del filtro de carbón activado en las unidades básicas de saneamiento.

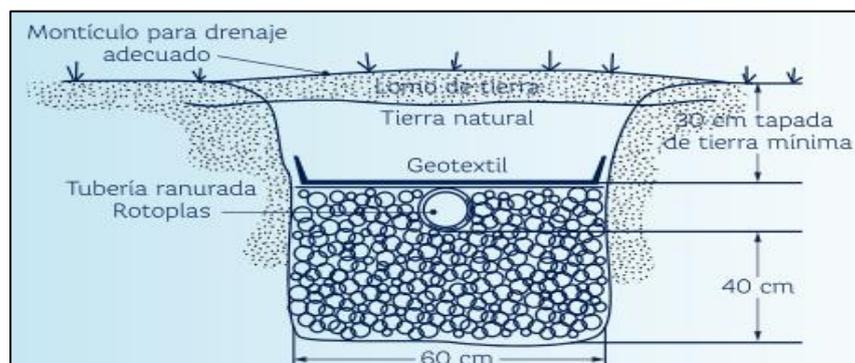
### 1.2.3. Campos de infiltración.

#### 1.2.3.1. Instalación según Rotoplas Argentina S.A, 2019.

- a. Realizar el replanteo del campo de infiltración sobre el terreno.
- b. Cavar las zanjas, quitar los restos de tierra suelta, nivelar, luego rastrillar el fondo y las paredes para que el suelo tenga una mayor absorción.

**Figura 1**

*Campo de infiltración.*

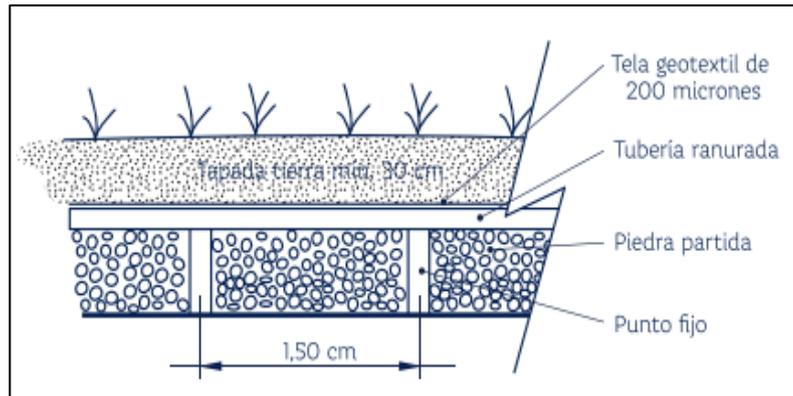


**Fuente:** (Rotoplas Argentina S.A, 2019).

- c. Coloque en toda la zona 40cm de piedra partida o cascote limpio, contemplando puntos fijos cada 1,50m para apoyo de tubería ranurada.

**Figura 2**

*Colocación de piedra partida.*

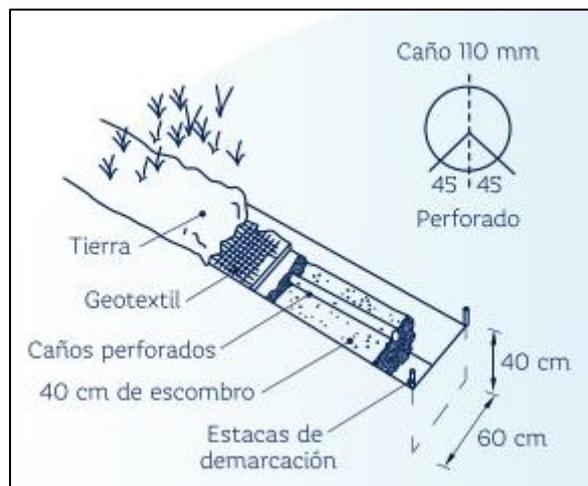


**Fuente:** (Rotoplas Argentina S.A, 2019).

- d. Coloque tuberías ranuradas sobre los puntos fijos con las ranuras hacia abajo, luego relieve con piedras hasta el lomo de la tubería.

**Figura 3:**

*Colocación de tubería ranurada.*



**Fuente:** (Rotoplas Argentina S.A, 2019).

- e. Coloque la tela geotextil sobre las piedras cubriendo toda la superficie de la zanja de infiltración.

- f. Tapar el sistema con un mínimo de 30 cm dejando en la superficie una lomada para que al asentarse la tierra no quede bajo el nivel de suelo.

#### **1.2.4. Carbón Activado.**

Puede ser granular o en polvo es un material con una alta capacidad de adsorción, está compuesto por un gran número de poros de tamaño similar con una superficie interna entre 500 a 1500 m<sup>2</sup> /gr. Tiene varios usos como el de depurar el agua, decolorar, desodorizar, adsorber gases o ionizar. (Escobar, 2017).

##### **1.2.4.1. Propiedades.**

Desde tiempos remotos los egipcios descubrieron que el carbón de madera podría utilizarse para purificar otros productos e incluso usarse con fines medicinales. En la actualidad, el carbón activado es utilizado para remover color, olor y sabor de una infinidad de productos, por lo cual lo podemos encontrar en aplicaciones tan sencillas como peceras o filtros de refrigerador, hasta complejos sistemas industriales como modernas plantas de tratamiento de aguas residuales o delicados sistemas de elaboración de antibióticos. Son dos las características fundamentales en las que se basan las aplicaciones del carbón activado: elevada capacidad de eliminación de sustancias y baja selectividad de retención. (Gonzales, 2019).

##### **1.2.4.2. Importancia de la textura porosa de los carbones activos.**

Los carbones activados, pueden presentar elevadas superficies específicas, del orden de 1000 m<sup>2</sup>/g e incluso llegar a los 3000 m<sup>2</sup>/g. Los elevados valores de superficie específica se deben en gran medida a la porosidad que presentan los materiales carbonosos, siendo los microporos los

que mayor contribución tienen en la superficie específica. En principio, cabría pensar que, a mayor superficie específica, mejores serán las características como adsorbente del carbón activado, puesto que también deberíamos tener mayor número de espacios para adsorber el adsorbato. Sin embargo, esto no es siempre cierto, ya que debemos tener en cuenta el posible “efecto de tamiz molecular”. Así, dependiendo del tamaño de las moléculas del adsorbato, puede suceder que éstas sean mayores que algunos de los poros, y, por tanto, no toda la superficie sea accesible a dichas moléculas. Por otro lado, también hay que tener en cuenta, tanto la geometría del poro, como la del adsorbato. Así, por ejemplo, determinadas moléculas pueden penetrar en poros con geometrías del tipo “rendija” y no hacerlo en poros de dimensiones similares y geometrías cilíndricas. (Gonzales, 2019)

#### **1.2.4.3. Elaboración de carbón activo.**

Para la elaboración de carbón activado se parte de materiales tales como las cortezas de almendros, nogales o palmeras, otras maderas y carbón mineral. El carbón amorfo susceptible de activación puede ser vegetal o mineral:

**Carbones minerales:** Antracitas, Hulla bituminosa, Lignito, Turba.

**Carbones vegetales:** Madera (Pino, Acacia), Residuos de madera, Cáscara de coco, Bagazo y Huesos de frutas. (Gonzales, 2019).

### **1.3. Formulación del problema.**

¿La incorporación de filtro de carbón activado mejora la calidad de efluente del campo de infiltración de Unidades Básicas de Saneamiento?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Incorporar filtros de carbón activado en el campo de infiltración de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico para mejorar la calidad del efluente.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar la concentración de sustancias en el efluente del campo de infiltración de Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico en condiciones normales.
- Construcción y adaptación del prototipo de campo de infiltración con filtro de carbón activado a las Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico.
- Determinar la concentración de sustancias en el efluente del campo de infiltración con filtro de carbón activado de Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico.
- Analizar y comparar la concentración de sustancias encontradas en el efluente con los LMP establecidos por el MINAM.
- Determinar el porcentaje de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente, luego de pasar por el filtro de carbón activado.

## **1.5. Hipótesis**

La incorporación de filtros de carbón activado en el campo de infiltración de unidades básicas de saneamiento mejorará la calidad del efluente.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo, nivel, enfoque y diseño de investigación.

#### 2.1.1 Tipo.

Según Arias (2020), la investigación aplicada se abastece por el tipo básico o puro, ya que mediante la teoría se encarga de resolver problemas prácticos, se basa en los hallazgos, descubrimientos y soluciones que se planteó en el objetivo del estudio, normalmente este tipo de investigación se utiliza en la medicina o ingenierías. Los alcances que se pueden plantear aquí son explicativos.

En este sentido el tipo de investigación realizada es aplicada porque se realizará el análisis de una sola variable para la obtención de los resultados en laboratorios, los cuales servirán como posibles soluciones para el mejoramiento de la calidad de los efluentes de las unidades básicas de saneamiento.

#### 2.1.2 Nivel.

El alcance explicativo, tiene la característica de establecer causa – efecto entre sus variables, son más profundas y estructuradas a diferente de los demás alcances, existen las variables independientes (causas) y las variables dependientes (efectos), las hipótesis se pueden plantear de forma que se establezca causalidad. Aquí se puede utilizar la variable independiente de dos formas: De forma que se puede observar y medir, y de forma que se pueda manipular, cuando se manipula o controla la variable independiente esta no se mide; se establece la operacionalización de variables con las variables independiente y dependiente. (Arias, 2020).

En este contexto el tipo de investigación realizada tiene alcance explicativo porque se establecerá la relación causa – efecto entre las variables, sin manipular ninguna de estas de tal manera que se pueda medir.

### **2.1.3 Diseño.**

La investigación realizada tiene un diseño experimental - longitudinal porque se realizará la manipulación de una variable y se analizarán los resultados obtenidos de laboratorio de las muestras de los efluentes durante un periodo de treinta días, sustentado teóricamente por: Arias (2020), donde menciona: El diseño experimental es un proceso cuya principal característica es verificar cuantitativamente la causalidad de una variable sobre otra, ello implica la manipulación o el control de la variable independiente sobre la variable dependiente, para ello se necesita un plan de acción que pueden establecer por etapas como un programa de intervención o de forma nivelada estableciendo parámetros de rangos.

### **2.1.4 Enfoque.**

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

En este sentido la investigación es cuantitativa, ya que al analizar los resultados obtenidos en laboratorio permitirá concluir si la hipótesis es aceptada o no.

## **2.2 Población y muestra.**

### **2.2.1. Población.**

Se seleccionó una población de doscientos treinta y nueve unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico del centro poblado la Manzanilla, distrito de Gregorio de Pita, provincia de San Marcos y departamento de Cajamarca.

### **2.2.2. Muestra.**

Para esta investigación se tomó como muestra (no probabilística, por conveniencia) dos unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico debido a que según el expediente técnico del proyecto se tienen suelos con características similares, por lo cual las condiciones de diseño de las UBS son semejantes. Estas muestras se seleccionaron siguiendo los criterios:

Criterio 1: Que las viviendas en la que se encuentran las UBS estén constantemente habitadas y cuenten con 3 y 5 habitantes según la densidad poblacional y el padrón de usuarios de la zona, con el fin de que exista un constante flujo de efluente.

Criterio 2: Que las instalaciones de las UBS estén en buenas condiciones con el fin de asegurar resultados de mejor confiabilidad.

Criterio 3: El terreno donde se ubica las UBS permitan la construcción de los prototipos del filtro de carbón activado.

Criterio 4: La disponibilidad y aceptación del usuario para realizar las adaptaciones respectivas en la UBS para el ensamblaje del prototipo de filtro de carbón activado.

## 2.3 Materiales, instrumentos y métodos.

### 2.3.1 Materiales.

**Tabla 2**

*Lista de materiales para construcción de prototipo.*

LISTA DE MATERIALES Y PLOMERÍA	UNIDAD	CANTIDAD
Carbón Activo	m3	0.039
Tubo PVC SAP Ø 2" x 3 mts CL -10	und.	5
TEE PVC S/P Ø 2" CL - 10	und.	4
Llave tipo bola PVC Ø 2"	und.	1
Cinta teflón 1/2"	und.	1
Codos PVC S/P Ø 2" CL -10	und.	3
Reducción PVC S/P Ø 2" a 1/2"	und.	2
Tapón macho PVC S/P Ø 2" CL -1	und.	1
Barril de geomembrana de 2 mm	und.	1
Arena Gruesa de río	m3	0.019
Piedra de 1/2"	m3	0.039
Abrazaderas de 3"	und	3
Pegamento para PVC	gal	0.1

Nota: En la tabla N° 2 se observa la lista de materiales para la instalación del prototipo haciendo uso del carbón activado.

- ❖ Materiales a usar en campo: Cierra, pegamento, pico, palana.
- ❖ La arena gruesa y la gravilla: se obtuvo de la cantera Bazán.

### 2.3.2 Técnicas e instrumentos de recolección.

#### 2.3.2.1 Técnicas de recolección de datos.

En el proyecto de investigación se aplicará la técnica de muestreo para la recolección de datos que consiste en tomar 4 muestras del efluente de cada prototipo instalado, muestras que serán evaluadas en el laboratorio según los parámetros requeridos. Sustentado por Solorzano (2003), que menciona que



filtro de carbón activado a la salida de la tubería del efluente de la UBS. Ver anexo N° 1.

- Se realizó el diseño y construcción del prototipo de filtro de carbón activado, para luego adaptarlo a la salida de la tubería del efluente de la UBS siguiendo los siguientes pasos:
  - ✓ Tamizaje de materiales que logren cumplir con las especificaciones requeridas como son la gravilla debe tener una granulometría entre los tamices N° 4 y el de ½”, la arena gruesa debe tener una granulometría entre los tamices N° 200 y N° 4 y el carbón activado debe ser del tipo granular con tamaños de partículas entre los tamices N°50 y N°8 (0.5 y 1.5mm).
  - ✓ Preparación y acondicionamiento del terreno donde se ubicará el prototipo del campo de infiltración con carbón activado el cual debe ubicarse por debajo del nivel de la tubería de salida de efluente del biodigestor.

### Figura 5

*Preparación y acondicionamiento del terreno.*



Nota: en la figura 5 se muestra el terreno en donde se realizó las instalaciones de los prototipos.

- ✓ Construcción del prototipo utilizando los materiales tamizados según los espesores que se detallan en la figura 7.

**Figura 6**

*Adición de las capas de los materiales.*

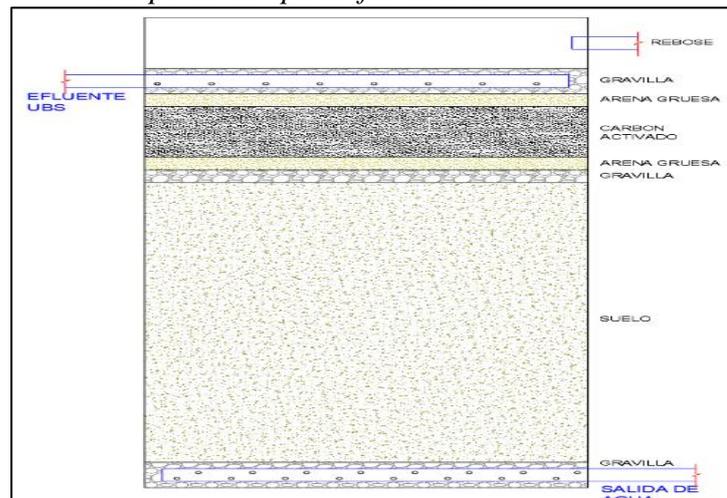


Nota: en la figura 6 se muestra la inserción las capas de los materiales de acuerdo a lo propuesto.

- ✓ Conexión de tubería de la salida de efluente del biodigestor hacia la entrada del prototipo, instalación de válvula para la toma de muestra e instalación de rebose.

**Figura 7**

*Prototipo de campo de filtración.*



Nota: en la figura de muestra la elaboración del prototipo del filtro de carbón activado se tendrá los siguientes componentes: gravilla e= 10 cm, arena gruesa e=5 cm, carbón activado e=20 cm, arena gruesa e=5 cm, gravilla e= 5 cm, suelo e=120 cm, gravilla e=10.

- Al finalizar la instalación se procedió a abrir la llave de paso para que pase el efluente por el filtro de carbón activado.
- Se realizó la toma de muestras del efluente con los recipientes de plástico y vidrio proporcionados por el Laboratorio Regional del Agua previa coordinación.

### Figura 8

#### *Toma de muestras.*



Nota: en la figura 8 se muestra los recipientes con las muestras tomadas de los prototipos para ser llevados al laboratorio.

#### **Procedimiento de toma de muestras para análisis Microbiológicos:**

- Utilizar guantes descartables en todo el proceso de recolección de muestras.
- Conservar las botellas de muestreo cerrada hasta el momento del muestreo.
- Retire la envoltura, evitando contaminar la tapa y el cuello de la botella
- Cuando la muestra es colectada dejar un espacio de al menos 2.5cm para facilitar la mezcla por agitación antes del análisis.
- Llene el recipiente sin enjuagar y tape inmediatamente el recipiente y coloque nuevamente la envoltura asegurándolo alrededor del cuello de la botella.

**Procedimiento de toma de muestras para análisis Físicoquímicos:**

- Abrir y disminuir el caudal del grifo, para evitar salpicaduras.
  - Tomar la muestra de agua llenado completamente el frasco.
  - Cerrar inmediatamente el frasco comprobando que se ha hecho correctamente.
  - Identificar las muestras recogidas en los envases con su respectiva etiqueta.
  - Transportar las muestras cuidadosamente al lugar donde se realizará el estudio de las muestras, (Laboratorio Regional del Agua).
- Se realizó la toma de una muestra base del efluente antes de pasar por el filtro, así mismo se tomó diferentes muestras durante un mes como se detalla a continuación:

**Tabla 3**

*Cronograma de toma de muestras para los análisis en laboratorio por prototipo.*

	Muestra 1	Muestra 3	Muestra 4
Antes del filtro	Día 1		
Después del filtro	Día 1	Día 15	Día 30

Nota: En la tabla N° 3 se aprecia las cantidades de muestras a tomar en las que el primer día se sacaran dos muestras antes y después del filtro de carbón activado y las demás en periodos cada 15 días por dos veces con el fin de observar la filtración del prototipo.

- En la etapa de gabinete se analizaron y procesaron los datos utilizando las siguientes herramientas:
  - ✓ Programa Microsoft Excel: Esta herramienta se utilizará para el procesamiento de la información.
  - ✓ Programa Auto Cad versión 2022 y Revit versión 2022: Estas herramientas se aplicarán para la formulación de planos y modelamiento 3D del prototipo que se plasmará en campo.

## 2.4 Aspectos éticos.

Los trabajos realizados como la construcción del prototipo de filtro de carbón activado y la toma de muestras contaron con el consentimiento y autorización del propietario de la vivienda en donde se encuentra la UBS intervenida.

Se ha cumplido con el derecho de autoría de la información citando a los autores al momento de utilizar sus investigaciones para dar sustento y confiabilidad al contenido presentado en la presente investigación, no incurriendo al plagio.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos de ensayos de laboratorio realizados por el Laboratorio Regional del Agua a partir de las muestras tomadas en campo de acuerdo al cronograma y especificaciones indicadas en el capítulo II. La toma de muestras se realizó del prototipo 1 y 2, los cuales contaron con 3 y 5 usuarios de las UBS respectivamente; obteniendo los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo al objetivo general planteado en la presente investigación como se muestra en las tablas 4 y 5.

**Tabla N° 4**

*Resultados del prototipo 1 – 3 usuarios.*

Parámetro	Unidad	LMP	Muestra base		Efluente	
			Día 1	Día 1	Día 15	Día 30
Aceites y grasas	mg/L	20	216.30	2.40	0.00	0.00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10000	350000	22000	22000	16000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	100.20	27.30	22.60	62.30
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	361.20	41.90	31.50	189.80
pH	unidad	8.5	6.72	7.15	6.95	7.13
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150	290.00	11.80	10.60	15.00
Temperatura	°C	35	19.14	19.14	18.89	18.26

Nota: En la tabla N° 4 se muestra los resultados obtenidos del muestreo durante un periodo de 30 días del prototipo 1, además se especifica los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el MINAM.

**Tabla N° 5**

*Resultados del prototipo 2 – 5 usuarios.*

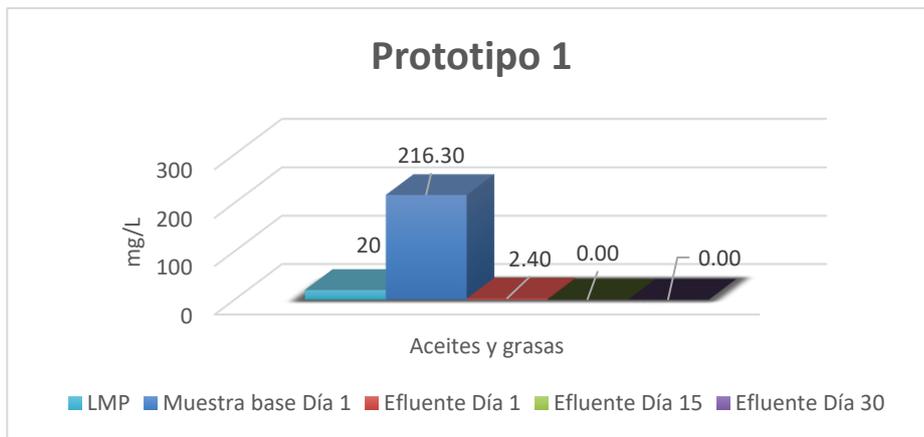
Parámetro	Unidad	LMP	Muestra base		Efluente	
			Día 1	Día 1	Día 15	Día 30
Aceites y grasas	mg/L	20	19.10	0.00	0.00	0.00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10000	17000	11000	17000	170000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	21.80	2.90	6.10	21.10
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	74.30	18.10	12.60	62.60
pH	pH	8.50	7.41	7.31	7.22	7.79
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150	53.00	3.20	0.00	0.00
Temperatura	°C	35	19.16	19.15	18.91	18.23

Nota: En la tabla N° 5 se muestra los resultados obtenidos del muestreo durante un periodo de 30 días del prototipo 2, además se especifica los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el MINAM.

Respondiendo a los objetivos específicos de determinar, analizar y comparar la concentración de sustancias contaminantes del efluente en el campo de infiltración de UBS antes y después del filtro de carbón activado con los LMP, se muestran las siguientes figuras que presentan los resultados desagregados por parámetro.

**Figura 9**

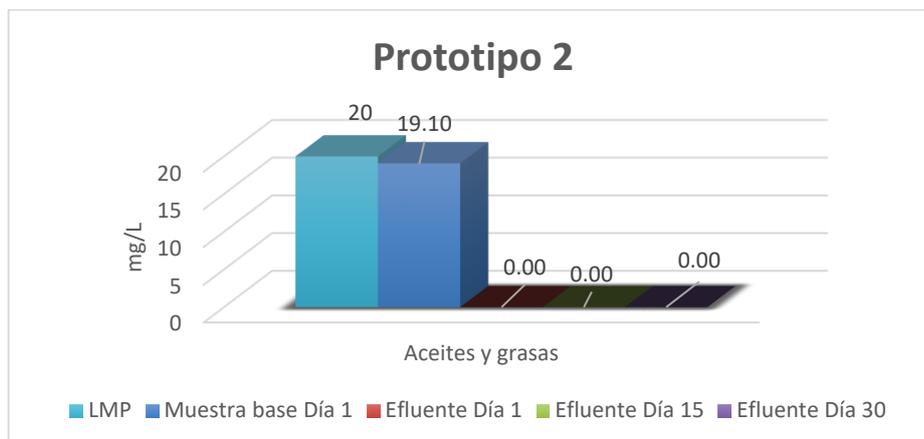
*Resultados del parámetro de aceites y grasas prototipo 1.*



Nota: En la figura 9 se muestra los valores de los resultados del parámetro de aceites y grasas del prototipo 1 en el que se tiene 20 mg/L como LMP, 216.30 mg/L en la muestra base tomada el día 1, 2.40 mg/L del efluente tomadas el día 1, 0.00 mg/L del efluente tomadas el día 15, 0.00 mg/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 10**

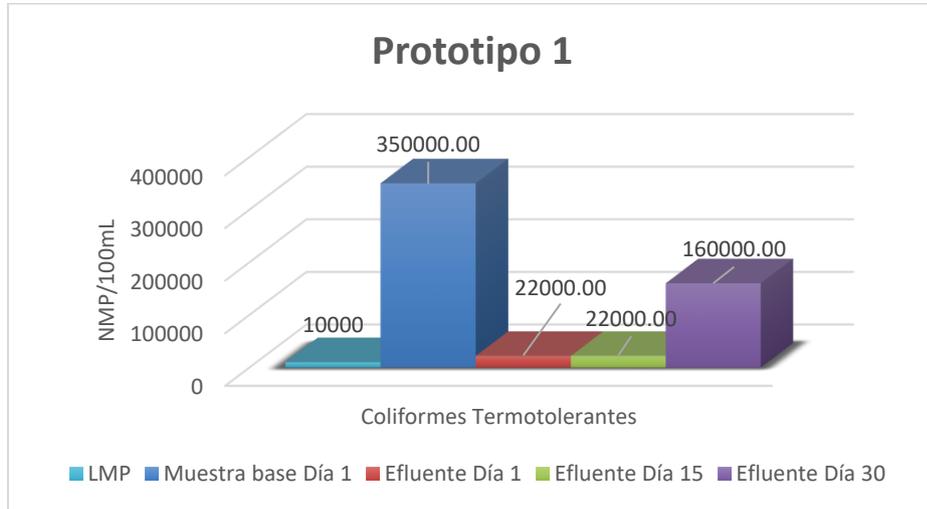
*Resultados del parámetro de aceites y grasas prototipo 2.*



Nota: En la figura 10 se muestra los valores de los resultados del parámetro de aceites y grasas del prototipo 2 en el que se tiene 20 mg/L como LMP, 19.10 mg/L en la muestra base tomada el día 1, 0.00 mg/L del efluente tomadas el día 1, 0.00 mg/L del efluente tomadas el día 15, 0.00 mg/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 11**

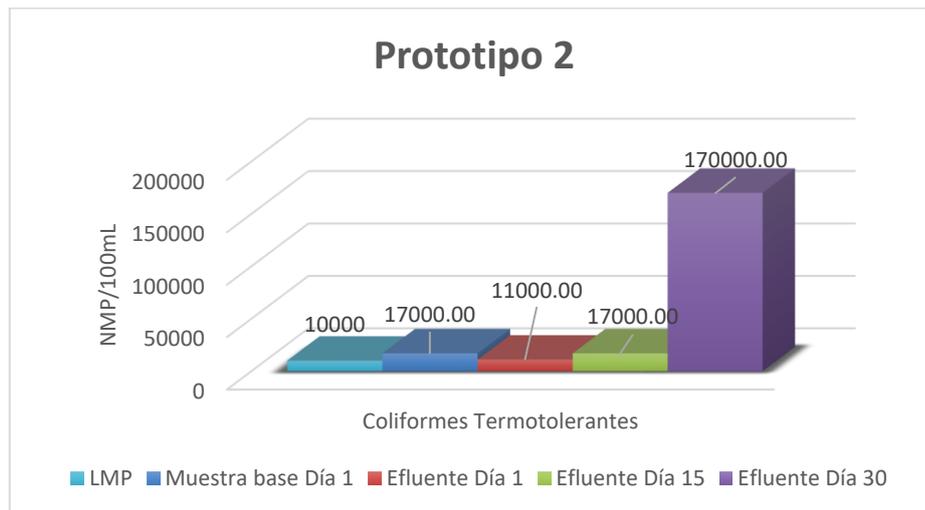
*Resultados del parámetro de Coliformes Termotolerantes prototipo 1.*



Nota: En la figura 11 se muestra los valores de los resultados del parámetro de coliformes termotolerantes del prototipo 1 en el que se tiene 10000 NMP/100ML como LMP, 350000 NMP/100ML en la muestra base tomada el día 1, 22000 NMP/100ML del efluente tomadas el día 1, 22000 NMP/100ML del efluente tomadas el día 15, 160000 NMP/100ML del efluente tomadas el día 30.

**Figura 12**

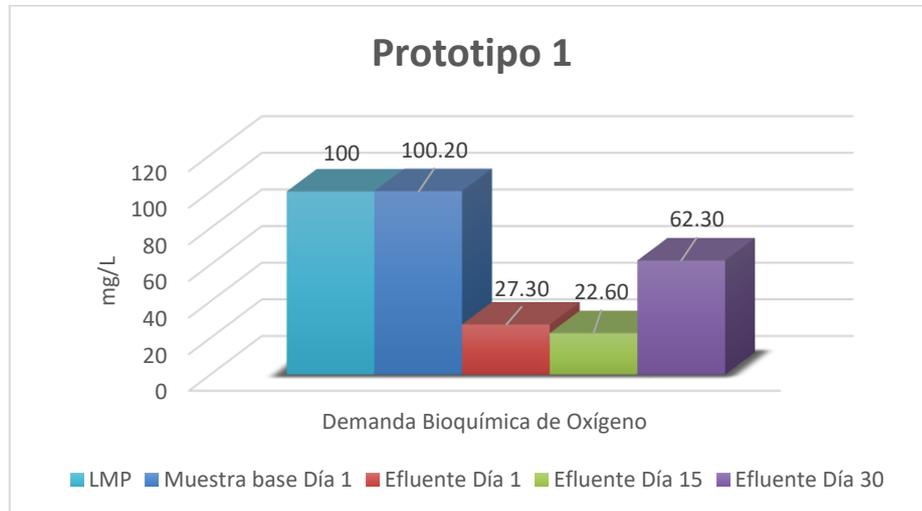
*Resultados del parámetro de Coliformes Termotolerantes prototipo 2.*



Nota: En la figura 12 se muestra los valores de los resultados del parámetro de coliformes termotolerantes del prototipo 2 en el que se tiene 10000 NMP/100ML como LMP, 17000 NMP/100ML en la muestra base tomada el día 1, 11000 NMP/100ML del efluente tomadas el día 1, 17000 NMP/100ML del efluente tomadas el día 15, 170000 NMP/100ML del efluente tomadas el día 30.

**Figura 13**

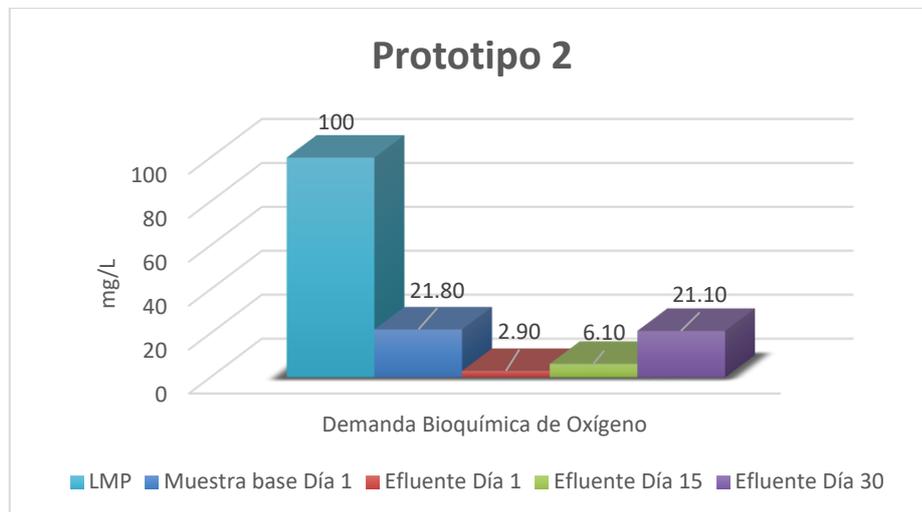
*Resultados del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno prototipo 1.*



Nota: En la figura 13 se muestra los valores de los resultados del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno del prototipo 1 en el que se tiene 100 mg/L como LMP, 100.20 mg/L en la muestra base tomada el día 1, 27.30 mg/L del efluente tomadas el día 1, 22.60 mg/L del efluente tomadas el día 15, 62.30 mg/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 14**

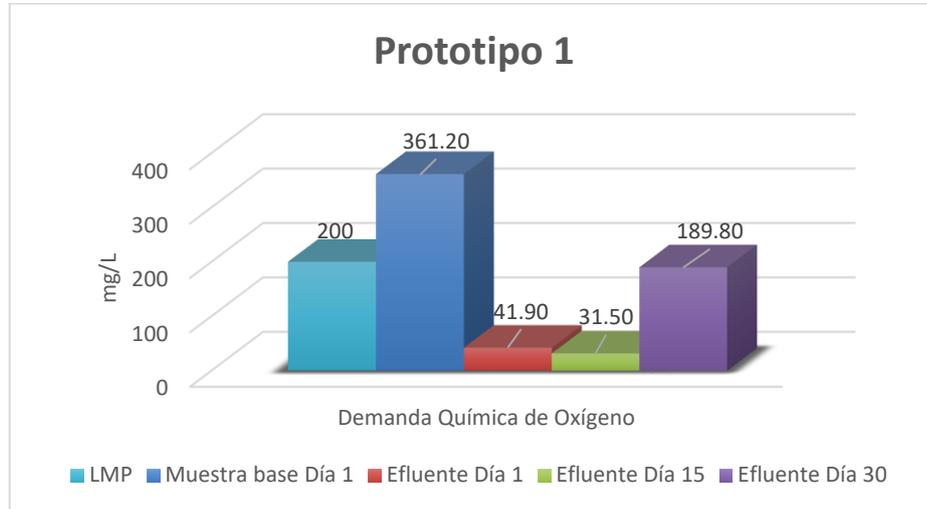
*Resultados del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno prototipo 2.*



Nota: En la figura 14 se muestra los valores de los resultados del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno del prototipo 2 en el que se tiene 100 mg/L como LMP, 21.80 mg/L en la muestra base tomada el día 1, 2.90 mg/L del efluente tomadas el día 1, 6.10 mg/L del efluente tomadas el día 15, 21.10 mg/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 15**

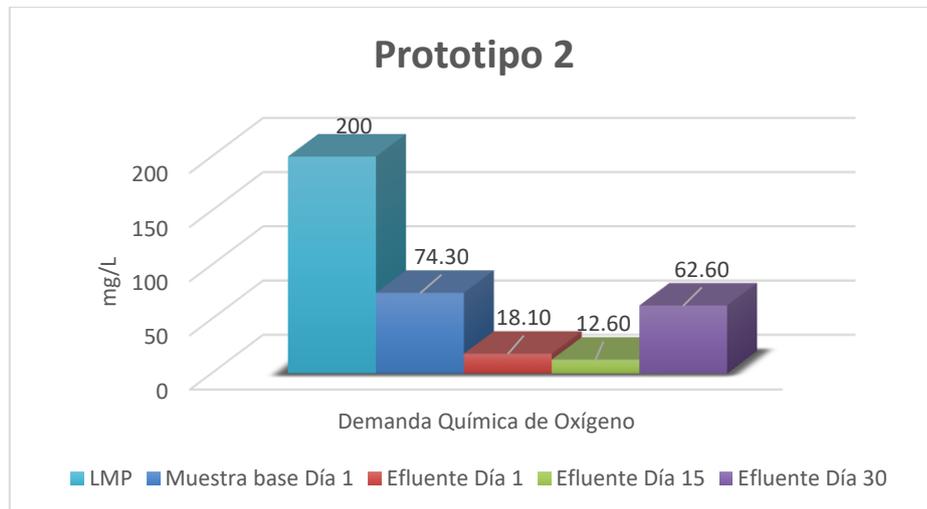
*Resultados del parámetro de Demanda Química de Oxígeno prototipo 1.*



Nota: En la figura 15 se muestra los valores de los resultados del parámetro de demanda química de oxígeno del prototipo 1 en el que se tiene 200 mg/L como LMP, 361.20 mg/L en la muestra base tomada el día 1, 41.90 mg/L del efluente tomadas el día 1, 31.50 mg/L del efluente tomadas el día 15, 189.80 mg/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 16**

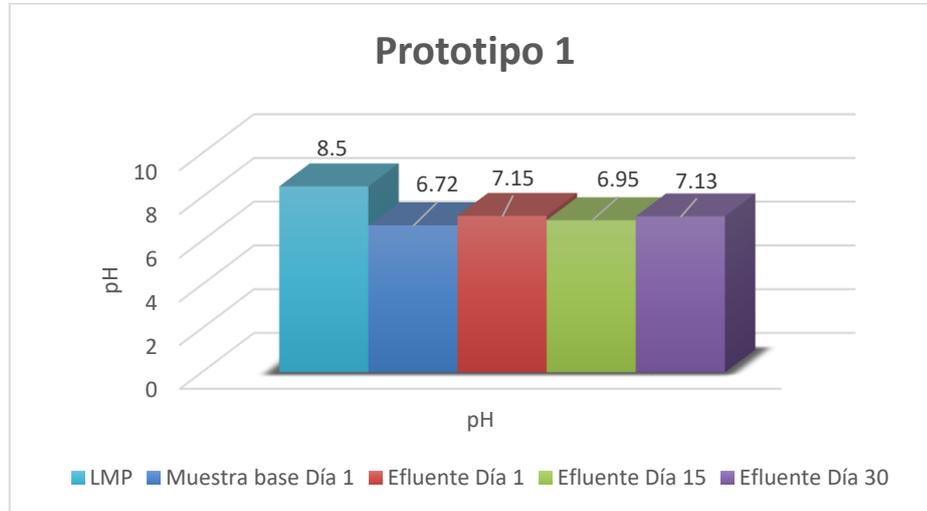
*Resultados del parámetro de Demanda Química de Oxígeno prototipo 2.*



Nota: En la figura 16 se muestra los valores de los resultados del parámetro de demanda química de oxígeno del prototipo 2 en el que se tiene 200 mg/L como LMP, 74.30 mg/L en la muestra base tomada el día 1, 18.10 mg/L del efluente tomadas el día 1, 12.60 mg/L del efluente tomadas el día 15, 62.80 mg/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 17**

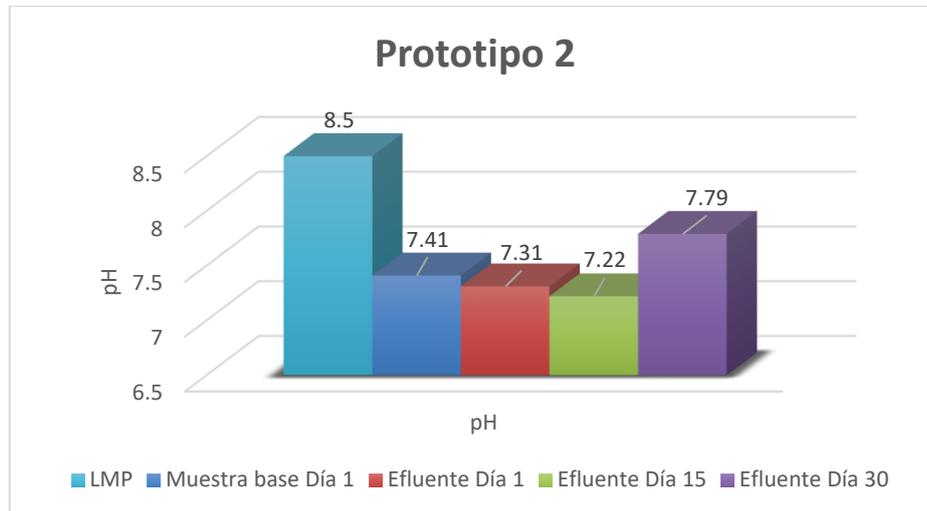
*Resultados del parámetro de pH prototipo 1.*



Nota: En la figura 17 se muestra los valores de los resultados del pH el prototipo 1 en el que se tiene 6.5 - 8.5 como LMP, 6.72 en la muestra base tomada el día 1, 7.15 del efluente tomadas el día 1, 6.95 del efluente tomadas el día 15, 7.13 del efluente tomadas el día 30.

**Figura 18**

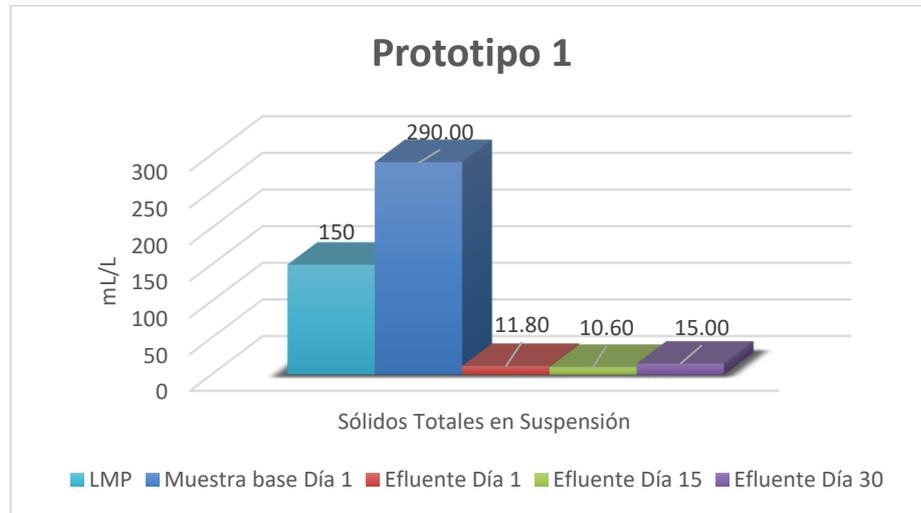
*Resultados del parámetro de pH prototipo 2.*



Nota: En la figura 18 se muestra los valores de los resultados del pH el prototipo 2 en el que se tiene 6.5 - 8.5 como LMP, 6.41 en la muestra base tomada el día 1, 7.31 del efluente tomadas el día 1, 7.22 del efluente tomadas el día 15, 7.79 del efluente tomadas el día 30.

**Figura 19**

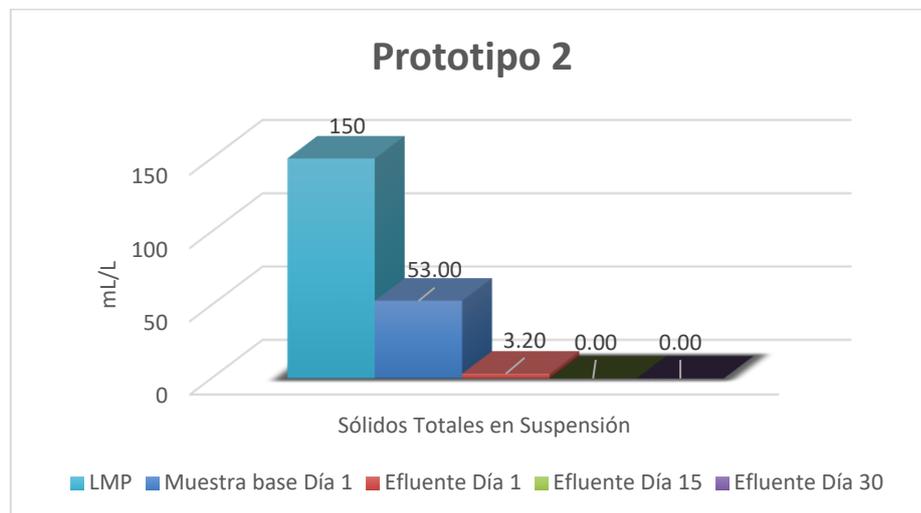
*Resultados del parámetro de Sólidos Totales en Suspensión prototipo 1.*



Nota: En la figura 19 se muestra los valores de los resultados del parámetro de sólidos totales en suspensión del prototipo 1 en el que se tiene 150 mL/L como LMP, 290.00 mL/L en la muestra base tomada el día 1, 11.80 mL/L del efluente tomadas el día 1, 10.60 mL/L del efluente tomadas el día 15, 15.00 mL/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 20**

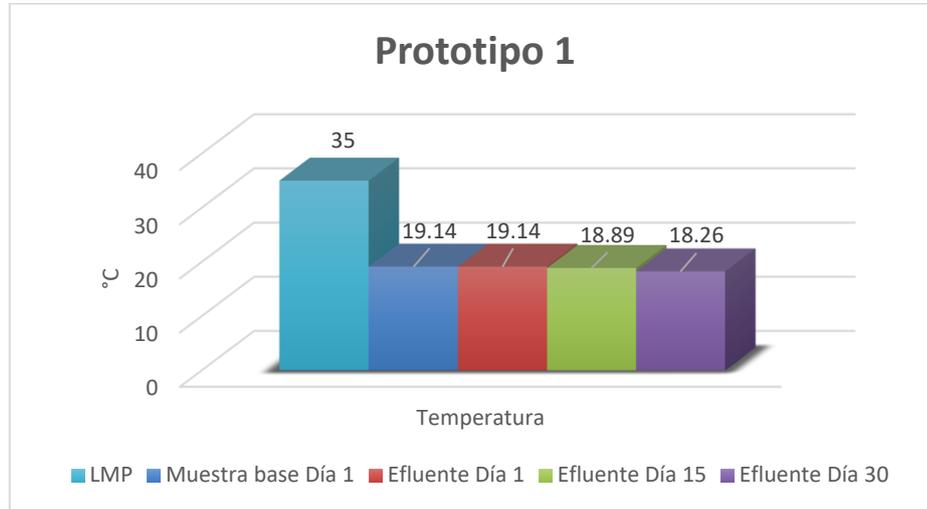
*Resultados del parámetro de Sólidos Totales en Suspensión prototipo 2.*



Nota: En la figura 20 se muestra los valores de los resultados del parámetro de sólidos totales en suspensión del prototipo 2 en el que se tiene 150 mL/L como LMP, 53.00 mL/L en la muestra base tomada el día 1, 3.20 mL/L del efluente tomadas el día 1, 0.00 mL/L del efluente tomadas el día 15, 0.00 mL/L del efluente tomadas el día 30.

**Figura 21**

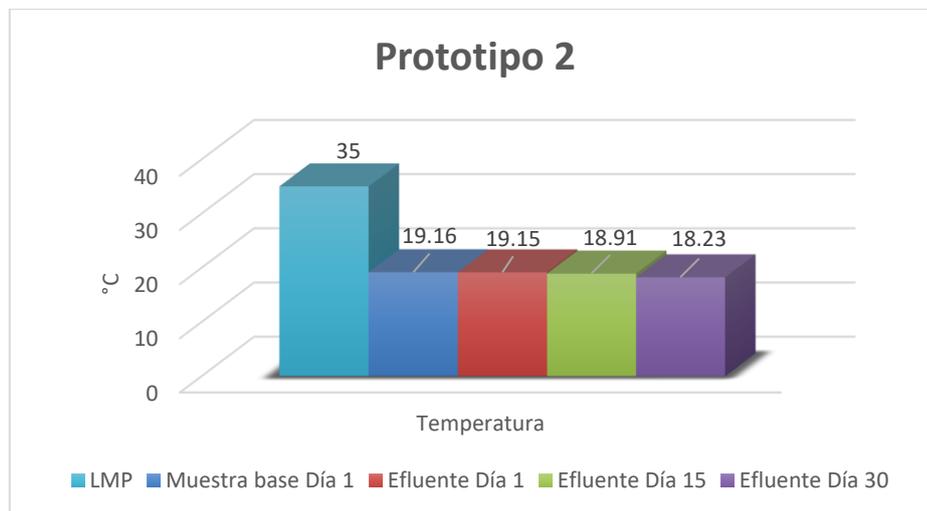
*Resultados del parámetro de Temperatura del prototipo 1.*



Nota: En la figura 21 se muestra los valores de los resultados del parámetro de temperatura del prototipo 1 en el que se tiene < 35 °C como LMP, 19.14 °C en la muestra base tomada el día 1, 19.14 °C del efluente tomadas el día 1, 18.89 °C del efluente tomadas el día 15, 18.26 °C del efluente tomadas el día 30.

**Figura 22**

*Resultados del parámetro de Temperatura del prototipo 2.*

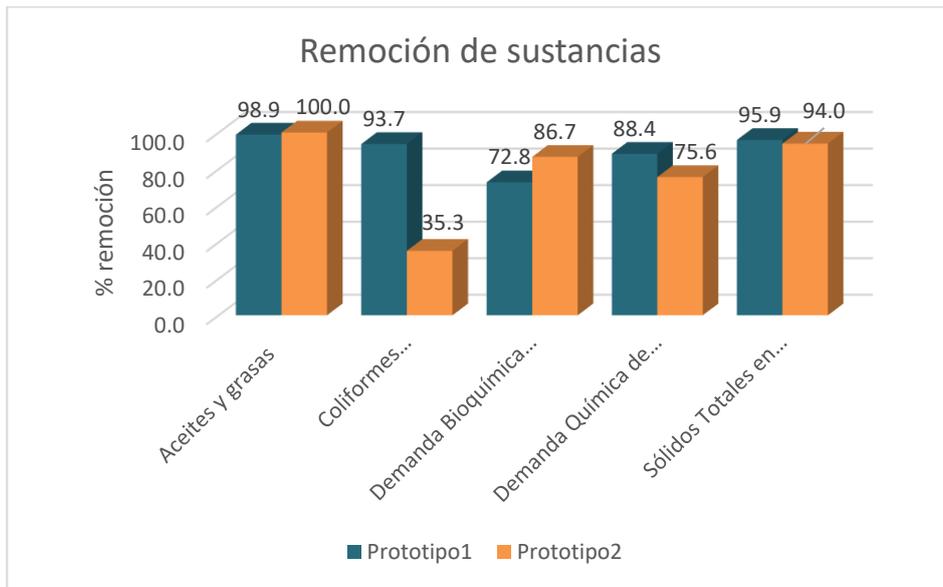


Nota: En la figura 22 se muestra los valores de los resultados del parámetro de temperatura del prototipo 2 en el que se tiene < 35 °C como LMP, 19.16 °C en la muestra base tomada el día 1, 19.15 °C del efluente tomadas el día 1, 18.91 °C del efluente tomadas el día 15, 18.23 °C del efluente tomadas el día 30.

Respondiendo el objetivo específico de determinar el porcentaje de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente luego de pasar por el filtro de carbón activado se presenta la siguiente figura.

**Figura 23**

*Resultados de remoción (%) de sustancias por prototipo.*



Nota: En la figura 23 se muestra los valores del porcentaje de remoción de sustancias contaminantes de los prototipos 1 y 2 que fue determinado mediante la diferencia porcentual de la muestra base y la muestra del día 1; además se tiene un promedio de remoción de los 5 parámetros de 89.90% y 78.30% respectivamente.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la presente investigación en la cual se incorporó filtros de carbón activado en el campo de infiltración de Unidades Básicas de Saneamiento, la cual fue desarrollada en el centro poblado La Manzanilla, distrito de Gregorio Pita, provincia de San Marcos y región Cajamarca se presentó como **limitación** la falta de estudios de investigación previos sobre el tema, ya que al realizar la revisión bibliográfica de estudios similares en donde se hayan adicionado algún tratamiento en el campo de infiltración de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico no se encontró información alguna en las fuentes que se tuvo acceso. Por otro lado, otra limitante fue que no se instaló un prototipo en una vivienda con la máxima cantidad de usuarios según el padrón correspondiente al año 2019, que en este caso correspondería a siete usuarios, ya que en la actualidad los usuarios no corresponden a lo indicado en el padrón. Además, el estudio de suelos fue otra limitación, ya que en el manual de biodigestor autolimpiable solo hace referencia a la velocidad de infiltración del suelo y al caudal que recibirá el suelo para determinar el área de los campos de infiltración.

A continuación se presenta la **comparación** de los resultados obtenidos en la presente investigación con investigaciones similares, como el caso de Chávez & Freire (2021) en su investigación realizada en Guayaquil – Ecuador, donde determinaron la eficiencia del biodigestor implementando en su interior filtros de lechos plástico bacterianos a través del monitoreo y evaluación de las aguas residuales, obteniendo una reducción y eficiencia de remoción en los siguientes parámetros: DBO a 176.5 mg/l, la DQO a 511 mg/l, las grasas y aceites a 3,5 mg/l, no obstante, se evidencia todavía un alto nivel de coliformes fecales a la salida. Al realizar la comparación con los resultados obtenidos en esta investigación se tiene el promedio de los siguientes parámetros luego de pasar por el filtro de carbón activado: DBO a 23.7 mg/l, la DQO a 59.4 mg/l, las grasas y aceites a 0.40 mg/l, coliformes fecales

67000 NMP/100mL, en el cual se puede observar que utilizando un filtro de carbón activado en el campo de infiltración se tiene mayor eficiencia en la remoción y desempeño, obteniendo una diferencia de 152.8 mg/l en DBO, 451.6 mg/l en DQO, 3.1 mg/l en grasas y aceites, que los resultados obtenidos al implementar filtros de lechos plástico bacterianos al biodigestor, presentados por Chávez & Freire.

Además, Morán & Chávez (2020) realizaron su investigación en el poblado de Antilla - provincia de Abancay en la ciudad de Lima – Perú, en la cual determinaron el análisis de la mitigación ambiental en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, utilizando la técnica de monitoreo ambiental realizado por el laboratorio SGS del Perú S.A.C, obteniendo los siguientes resultados: 87% de remoción de los sólidos totales en suspensión, 56% de DBO, 60% de DQO y 97% de aceites y grasas. Al realizar una comparación con los resultados obtenidos en esta investigación se tiene el promedio de los siguientes parámetros luego de pasar por el filtro de carbón activado: 94.90% de remoción de los sólidos totales en suspensión, 79.70% de DBO, 82% de DQO y 99.40% de aceites y grasas, encontrando que al incorporar un filtro de carbón activado en el campo de infiltración se obtiene 7.90% mayor eficiencia en la remoción de sólidos totales en suspensión, 23.70% de DBO, 22% de DQO y 2.40% de aceites y grasas, que los resultados obtenidos presentados por Morán & Chávez a partir de un monitoreo ambiental.

Del mismo modo, Rodrigo & Vega (2020) en su investigación en la ciudad de Cajamarca – Perú, determinaron la eficiencia de los biodigestores y los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales domésticas en función de la remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, obteniendo como resultados: que en los biodigestores se removió, sólidos suspendidos totales 70.02%, demanda química de oxígeno (DQO) 42.68%, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) 44.82%, coliformes

termotolerantes 47.63%, por su parte en los humedales artificiales se obtuvieron, coliformes termotolerantes 89.17%, sólidos suspendidos totales 82.77%, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) 78.03%, demanda química de oxígeno (DQO) 72.91%. Al realizar una comparación con los resultados obtenidos en esta investigación se tiene el promedio de los siguientes parámetros luego de pasar por el filtro de carbón activado: sólidos suspendidos totales 94.90%, demanda química de oxígeno (DQO) 82.00%, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) 79.70%, coliformes termotolerantes 64.50%, obteniendo que al incorporar un filtro de carbón activado en el campo de infiltración se tiene mayor eficiencia en la remoción y desempeño que los resultados obtenidos al utilizar humedales artificiales presentados por Rodrigo & Vega, excepto en el parámetro coliformes termotolerantes con 24.67% menos remoción.

Así mismo Muñoz & Vásquez (2020) realizaron su investigación en la ciudad de Cajamarca – Perú, donde determinaron la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas con humedales artificiales de cinco especies de macrófitas, encontrando los porcentajes de remoción de los parámetros de DBO5, DQO, Sólidos Totales en Suspensión y Coliformes termotolerantes, mostrando los siguientes rangos globales de remoción : *Juncus* sp. 74.13% a 81.67%, *Phragmites australis* 67% a 89.5%, *Typha dominguensis* 93.57% a 96.77%, *Chrysopogon zizanioides* 88.09% a 91% y *Cyperus papyrus* 50.8%, siendo el humedal artificial con *Typha dominguensis* más eficiente. Al realizar una comparación con los resultados obtenidos en esta investigación se tiene el rango global de remoción de los prototipos 1 y 2 es de 72.90% a 87.70% respectivamente luego de pasar por el filtro de carbón activado, obteniendo que con la incorporación de un filtro de carbón activado en el campo de infiltración el promedio de remoción de los parámetros es menor

que el humedal artificial con *Typha dominguensis* en 14.87% y *Chrysopogon zizanioides* en 9.25% como presenta en sus resultados Muñoz & Vásquez.

Con respecto a los resultados obtenidos en la investigación podemos notar que con la incorporación de filtro de carbón activado en el campo de infiltración en las unidades básicas de saneamiento, se pudo lograr una alta remoción de los parámetros de aceites y grasas y sólidos totales en suspensión llegando hasta un 100% y 95.9% respectivamente, por el contrario del parámetro de coliformes termotolerantes donde solo se logra una remoción del 35.3%, siendo insuficiente para cumplir con los LMP establecidos por el MINAM.

El presente trabajo de investigación, tiene como **implicancia** fundamental a la ingeniería de disponer una nueva e innovadora metodología para el tratamiento de aguas residuales en zonas rurales incorporando filtros de carbón activado, ya que al realizar diferentes estudios y obtener resultados favorables en la investigación, indica que esta nueva metodología contribuye a la conservación del medio ambiente y bienestar del ser humano proporcionando una mejor calidad de vida, además de lograr reducir la contaminación de los recursos hídricos subterráneos y degradación de los suelos.

Luego de la incorporación del filtro de carbón activado en el campo de infiltración de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico, se llega a la **conclusión** que este tratamiento de aguas residuales permite una remoción de sustancias fisicoquímicas y microbiológicas por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el Ministerio del ambiente (MINAM) mejorando la calidad del efluente, a excepción del parámetro Coliformes Termotolerantes que excede el LMP.

Además, se determinó la concentración de las sustancias en el efluente del campo de infiltración de Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico en condiciones

normales, obteniendo los siguientes valores, prototipo 1: Aceites y grasas 216.3 mg/L, Coliformes Termotolerantes 350 000 NMP/100 mL, Demanda Bioquímica de Oxígeno 100.2 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 361.2 mg/L, pH 6.72, Sólidos Totales en Suspensión 290 mL/L, Temperatura 19.14 °C. Prototipo 2: Aceites y grasas 19.1 mg/L, Coliformes Termotolerantes 17 000 NMP/100 mL, Demanda Bioquímica de Oxígeno 21.8 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 74.3 mg/L, pH 7.41, Sólidos Totales en Suspensión 53 mL/L, Temperatura 19.16 °C.

Se realizó la construcción y adaptación de dos prototipos de campo de infiltración con filtro de carbón activado de las Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico, los cuales fueron construidos de geomembrana en forma cilíndrica de 2m de altura y 50cm de diámetro, contando con diferentes capas de materiales especificados a continuación: gravilla e= 10 cm, arena gruesa e=5 cm, carbón activado e=20 cm, arena gruesa e=5 cm, gravilla e= 5 cm, suelo e=120 cm, gravilla e=10 cm.

Se determinó la concentración de sustancias en el efluente del campo de infiltración con filtro de carbón activado de Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico, obteniendo los siguientes valores promedio, prototipo 1: Aceites y grasas 0.80 mg/L, Coliformes Termotolerantes 68 000 NMP/100 mL, Demanda Bioquímica de Oxígeno 37.40 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 87.70 mg/L, pH 7.10, Sólidos Totales en Suspensión 12.50 mL/L, Temperatura 18.80 °C. Prototipo 2: Aceites y grasas 0.00 mg/L, Coliformes Termotolerantes 66 000 NMP/100 mL, Demanda Bioquímica de Oxígeno 10.00 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 31.10 mg/L, pH 7.40, Sólidos Totales en Suspensión 1.10 mL/L, Temperatura 18.80 °C.

Al analizar y comparar la concentración de sustancias encontradas en el efluente con los LMP establecidos por el MINAM tenemos, prototipo 1: Aceites y grasas 0.80mg/L < 20

mg/L, Coliformes Termotolerantes 68 000 NMP/100 mL > 10 000 NMP/100 mL, Demanda Bioquímica de Oxígeno 37.40 mg/L < 100 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 87.70 mg/L < 200 mg/L, pH 7.10 entre 6.5 – 8.5, Sólidos Totales en Suspensión 12.50 mL/L < 150 mL/L, Temperatura 18.80 °C menor que 35°C. Prototipo 2: Aceites y grasas 0.00 mg/L < 20 mg/L, Coliformes Termotolerantes 66 000 NMP/100 mL > 10 000 NMP/100 mL, Demanda Bioquímica de Oxígeno 10.00 mg/L < 100 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 31.10 mg/L < 200 mg/L, pH 7.40 entre 6.5 – 8.5, Sólidos Totales en Suspensión 1.10 mL/L < 150 mL/L, Temperatura 18.80 °C menor que 35°C.

Se determinó el porcentaje de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de los prototipos 1 y 2, luego de pasar por el filtro de carbón activado, en los siguientes parámetros: Aceites y grasas 98.90% y 100.00%, Coliformes Termotolerantes 93.70% y 35.30%, Demanda Bioquímica de Oxígeno 72.80% y 86.70%, Demanda Química de Oxígeno 88.40% y 75.60%, Sólidos Totales en Suspensión 95.90% y 94.00%, además, se tiene un promedio global de remoción de 89.90% y 78.30% respectivamente.

Finalmente, se **recomienda** realizar el estudio comparativo entre la eficiencia de remoción entre los campos de infiltración con carbón activado y convencionales. Además, se sugiere realizar la construcción de prototipos con otras variaciones en la cantidad de usuarios. Así mismo, se propone realizar variaciones en las dimensiones del estrato de carbón activado. Del mismo modo, estudiar el tiempo de mantenimiento para el filtro de carbón activado. Además, se recomienda realizar estudios de suelos para determinar la capacidad de depuración de sustancias contaminantes según el tipo de suelo y por último se propone realizar un estudio de costo - eficiencia del filtro de carbón activado en el campo de infiltración.

## REFERENCIAS

- Arias, J. (2020). *Proyecto de tesis guía para la elaboración*. Arequipa.
- Bogarín, J., & Antialón, W. (2019). Implementación del biodigestor en unidades básicas de saneamiento para mejorar la salud de los pobladores de Coyartuna, La Libertad 2019. (*Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Bravo, C., Osorno, C., & Salgado, E. (2016). Propuesta de un tratamiento para aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa "Productos verdes" laboratorio de biotecnología, Unan - Managua, marzo - julio 2016. (*Seminario de graduación para optar al título de Universidad nacional autónoma de Nicaragua, Managua*).
- Chávez, E., & Freire, J. (2021). Desempeño de los biodigestores con filtros de lechos plástico bacterianos en el tratamiento del agua residual doméstica de una vivienda unifamiliar. (*Proyecto de investigación previo a la obtención del título de ingeniero civil*). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.
- Constantino, L. (2013). *Universidad Politécnica de Pachuca*. Universidad Politécnica de Pachuca, México.
- DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM. (2010). *Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Lima.
- Escobar, F. (2017). Análisis del carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un canal ubicado en el barrio el Porvenir del Cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. (*Trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniera civil*). Universidad técnica de Ambato, Ambato.
- Espinoza, L. (2014). Sostenibilidad de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biodigestores en la comunidad de Quinuamayo Alto - Distrito la encañada - Cajamarca 2014. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca - Perú.
- Gonzales, H. (2019). Manual del Carbón Activado 1. *Accelerating the word's research*, 1-90.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo sus similitudes y diferencias*. México.
- Lecca, H. (2010). *Nota: En la tabla N° 1 se observa la lista de materiales para la instalación del prototipo haciendo uso del carbón activado*. Santiago de Chile.
- Luv, D., & Lipták, B. (1999). *Wastewater treatment*. USA: Editorial Lewis.
- Ministerio de desarrollo e inclusión social. (2020). Agua con calidad para la población rural. *Agua más*, 12-13.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma técnica: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Manual de Municipios Ecoeficientes*. Lima.
- Morán, R., & Chávez, E. (2020). Implementación de biodigestores para mejorar el sistema de saneamiento ambiental en el poblado de Antilla - provincia de Abancay. ( *Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial* ). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Muñoz, K., & Vasquez, M. (2020). Estudio de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas con humedales artificiales de cinco especies de macrofitas. ( *Tesis para optar el título profesional de ingeniería ambiental* ). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima.
- Organización mundial de la salud. (2020). Un llamamiento urgente a transformar el saneamiento para mejorar la salud, los entornos, las economías y las sociedades. *Estado mundial del saneamiento*.
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Diseño y tecnología*, 71-80.
- Red interamericana de academias de ciencias. (2019). *Calidad del agua en las Américas: Riesgos y oportunidades*. México.
- Rodrigo, E., & Vega, O. (2020). Estudio comparativo de la eficiencia entre los biodigestores y los humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales domésticas. ( *Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental* ). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Rotoplas Argentina S.A. (2019). *Manual biodigestor Autolimpiable*. Buenos Aires.
- Sistema de Información Ambiental Regional. (2021). *Aguas residuales en la región de Cajamarca*. Cajamarca.
- Solorzano, N. (2003). Técnicas de investigación y documentación. *ResearchGate*, 13-40.
- Sotil, H. (2017). Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha. ( *Tesis para optar el título profesional de licenciado en ecología* ). Universidad científica del Perú, San Juan.

# ANEXOS

## ANEXO N° 1. Autorizaciones de uso de viviendas para uso de instalaciones UBS.

### **AUTORIZACIÓN PARA USO DE INSTALACIONES DE UBS**

Yo, María Catalina Roncal Medina, con DNI: 26668760 y domicilio en el centro poblado La Manzanilla, distrito de Gregorio Pita, provincia de San Marcos y región de Cajamarca, autorizo a los bachilleres en Ingeniería Civil Franklin Yahunzon Medina Zamora con DNI: 47960564 y Cristhian Rafael Ruiz Sánchez con DNI: 70194034, de la Universidad Privada del Norte, para que puedan realizar las modificaciones que crean por conveniente a las instalaciones de la unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico que es de mi uso y se encuentra dentro de mi propiedad, con el fin de que puedan desarrollar su proyecto de tesis *“INCORPORACIÓN DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO EN EL CAMPO DE INFILTRACIÓN DE UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO - CAJAMARCA, 2022.”* con fines de titulación.

Se firma el presente documento para fines que los interesados tengan por conveniente.



Maria Catalina Roncal Medina

DNI: 26668760

## AUTORIZACIÓN PARA USO DE INSTALACIONES DE UBS

Yo, Reina Cristina Flores Cerdán, con DNI: 43936270 y domicilio en el centro poblado La Manzanilla, distrito de Gregorio Pita, provincia de San Marcos y región de Cajamarca, autorizo a los bachilleres en Ingeniería Civil Franklin Yahunzon Medina Zamora con DNI: 47960564 y Cristhian Rafael Ruiz Sánchez con DNI: 70194034, de la Universidad Privada del Norte, para que puedan realizar las modificaciones que crean por conveniente a las instalaciones de la unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico que es de mi uso y se encuentra dentro de mi propiedad, con el fin de que puedan desarrollar su proyecto de tesis *“INCORPORACIÓN DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO EN EL CAMPO DE INFILTRACIÓN DE UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO - CAJAMARCA, 2022.”* con fines de titulación.

Se firma el presente documento para fines que los interesados tengan por conveniente.

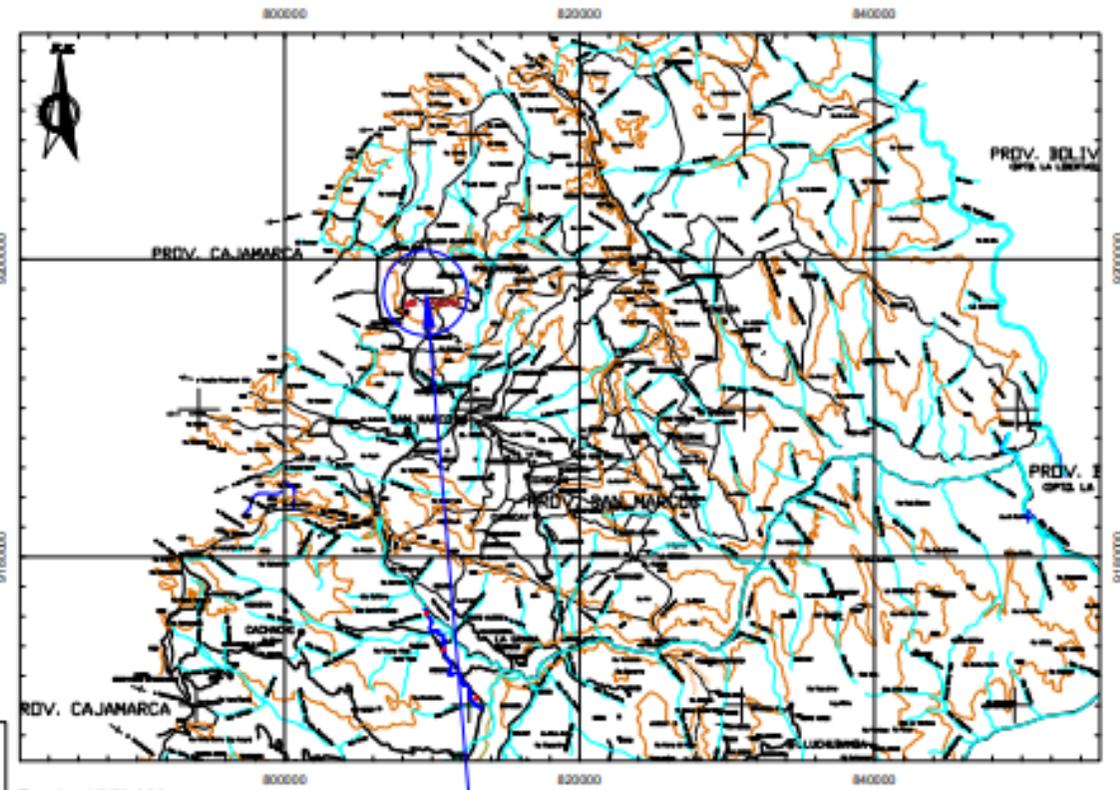
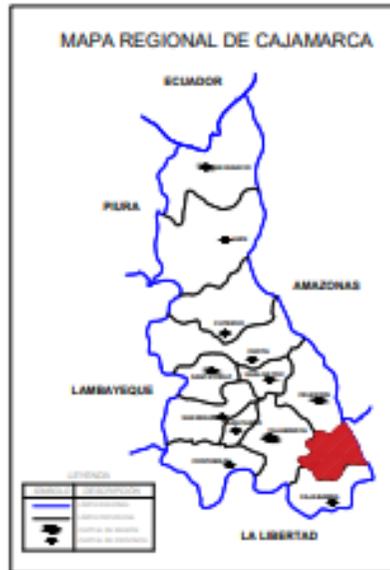


Reina Cristina Flores Cerdán

DNI: 43936270

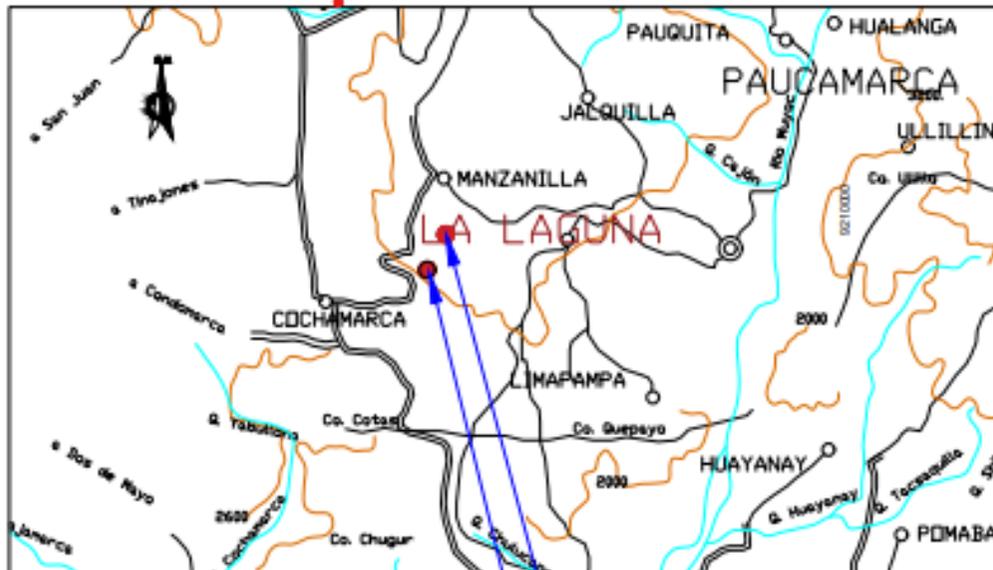
## ANEXO N° 2. Georreferenciación de viviendas para uso de instalaciones UBS.

PROVINCIA DE SAN MARCOS



Escala: 1/250 000  
COORDENADAS UTM DATUM WGS84 17S

"AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CENTRO POBLADO MANZANILLA, DISTRITO DE GREGORIO PITÁ - CAJAMARCA"



Escala: 1/57 500  
COORDENADAS UTM DATUM WGS84 17S

"VIVIENDA PROTOTIPO 1 - 3 USUARIOS"

"VIVIENDA PROTOTIPO 2 - 5 USUARIOS"



**LEYENDA**

CARTAL PROVINCIAL	—●—
CARTAL DISTRITAL	—●—
CENTRO POBLADO	●
LÍMITE PROVINCIAL	—
LÍMITE DISTRITAL	- - -
RIO, QUEBRADA	—

**FUENTE**

HOJAS CARTA NACIONAL IGN	CARTA 1/100000 HOJAS INGENIET
ESCALA 1/100000	- S.I.G. -
CUADRICULOS	19q, 19r, 19s, 19t

**GEOPLANOS**

DPTO. CAJAMARCA	
PROV. SAN MARCOS	
MAPA	1/50 000
FECHA:	OCTUBRE 2022

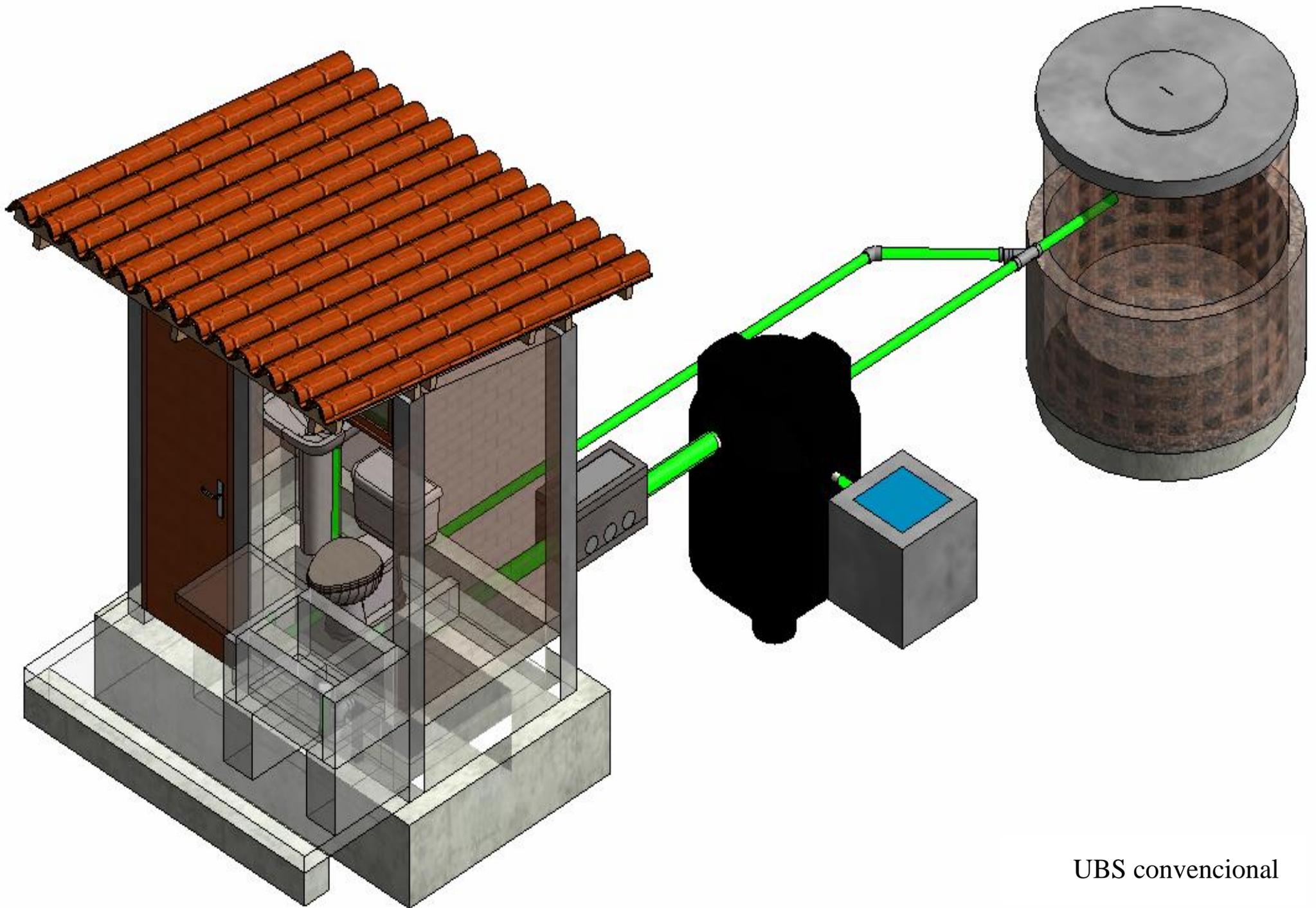
**COORDENADAS UTM**

Nº USUARIOS	ESTE	NORTE
3 USUARIOS	17M 808535	17M 9197001
5 USUARIOS	17M 808247	17M 9196453

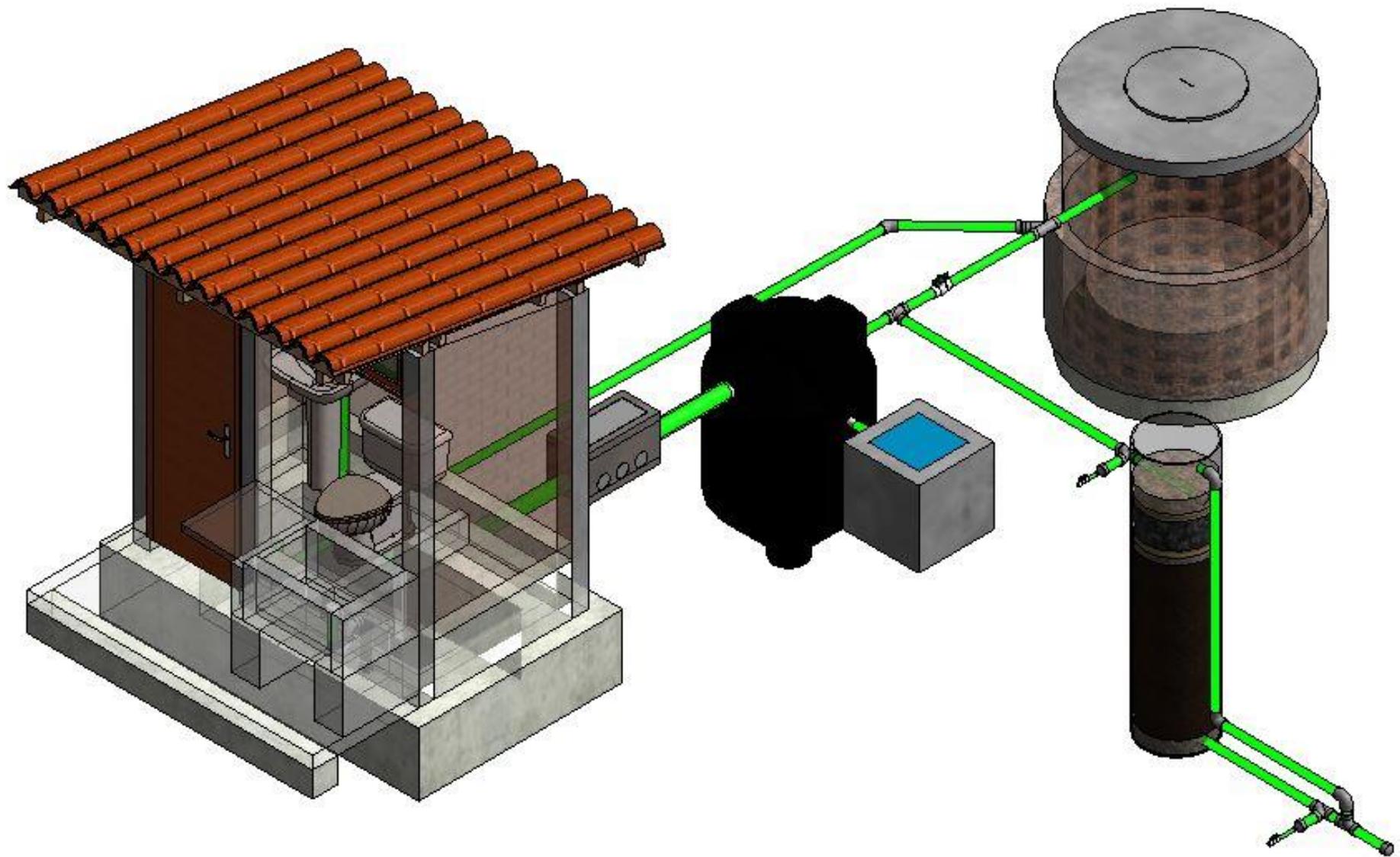
**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil

UBICACIÓN:	LA MANZANILLA - SAN MARCOS - CAJAMARCA	PLANO Nº	
PLANO:	UBICACIÓN	U-01	
AUTORES:	RUIZ SANCHEZ, CRISTÓBAL RAFAEL PEDROZA ZARORA, FRANKLIN YSHI LIZCO		
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	OCTUBRE - 2022
ASESOR:	ING. Mg. KELLY NÚÑEZ VÁSQUEZ		

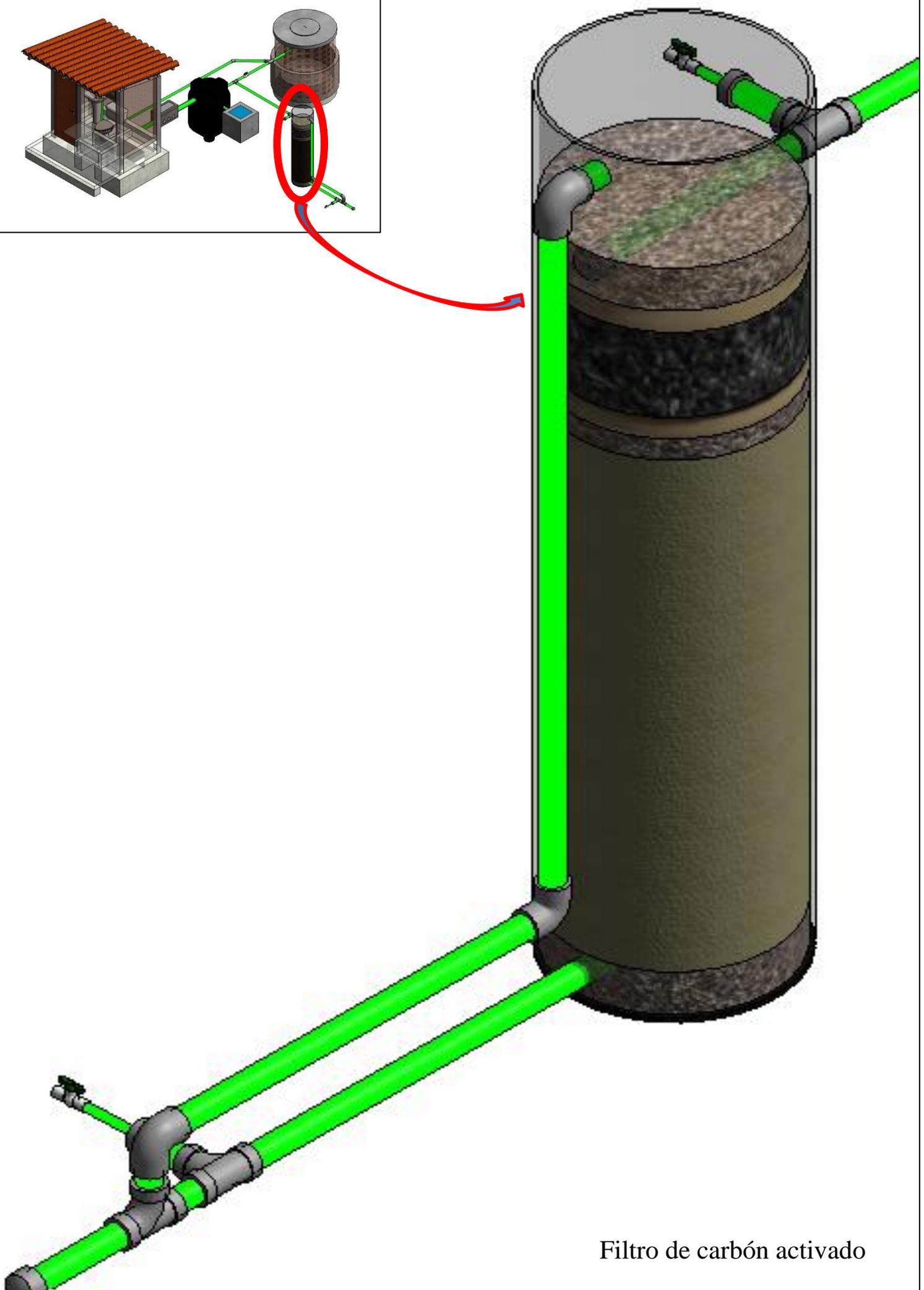
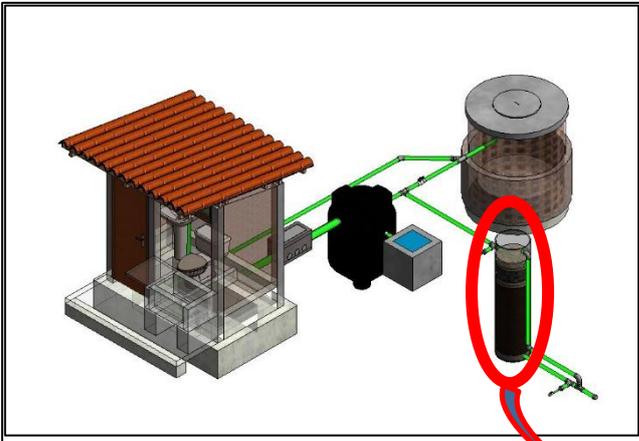
ANEXO N° 3. Modelamiento 3D de las UBS y diseño  
de prototipo de filtro de carbón activado.



UBS convencional



UBS con filtro de carbón activado



Filtro de carbón activado

## ANEXO N° 4. Ficha técnica del carbón activado.



## INFORMACIÓN GENERAL

El carbón activado es granular, específicamente para la adsorción de cianuros de oro y plata en circuitos de recuperación de estos metales.

Se fabrica a partir del endocarpio, concha y/o hueso del coco, materia prima con la que se obtiene la máxima dureza disponible en el mercado. Esto es fundamental ya que se minimiza la erosión del carbón, y se evitan pérdidas valiosas del metal adsorbido. El carbón pasa proceso térmico (pirólisis) y químico, para su activación.

Tiene una gran área superficial compuesta por microporos, cuyo tamaño es el apropiado para retener los complejos metálicos mencionados. La granulometría depende de la aplicación o de acuerdo al requerimiento el cliente.

### **Algunas de las aplicaciones más comunes del carbón activado son:**

1. Retener y retirar contaminantes que le dan color, olor y sabor al agua potable
2. Destrucción del cloro, ozono y otros oxidantes del agua potable.
3. Proceso de descafeinado del café.
4. Decoloración de azúcar (azúcar refinada), mieles, caramelos.
5. Decoloración de licores, jugos, vinagres.
6. Purificante de bebidas destiladas (tequila) para eliminar ciertas moléculas indeseables en un perfil organoléptico.
7. Tratamiento de agua en procesos industriales.
8. Tratamiento terciario de aguas residuales
9. Purificación de aire y gases industriales
10. Respiradores de cartucho (Mascarillas para gases)
11. Eliminación de olores en lugares cerrados: cocinas, bodegas, refrigeradores, Etc.
12. Purificación de aire comprimido (tanques de buceo y hospitales).
13. Tratamiento contra intoxicaciones agudas.
14. Tratamiento de llagas, quemaduras, o heridas, con apósitos de carbón activado impregnado con plata.
15. Recuperación de oro, plata y otros metales preciosos.
16. Preparación de alimentos.
17. Purificante en el proceso de fabricación de medicamentos.

PARÁMETROS	ESPECIFICACIONES
Base	carbón de cáscara de coco
Apariencia	grano negro e irregular
Tamaño de partícula Tamaño máximo (+3.5mm) Tamaño mínimo (-1.7mm)	malla 6x12
Tamaño medio de partícula	2.5mm
Dureza	98%
Humedad	5%
Ceniza	3%(Max)
pH	9-11

### Especificaciones:

#### Empaque

El producto es empacado en sacos de 25 kg.

#### Condiciones de Manejo y almacenamiento

Debe evitarse el contacto del producto con oxidantes fuertes, como ozono, oxígeno líquido, y permanganato de potasio. Almacénese en lugar seco y libre de solventes.

#### Biodegradable

El carbón activado de origen vegetal (endocarpio, concha y/o hueso del coco), es un producto orgánico y totalmente biodegradable; el producto también puede ser reutilizado después de un proceso de reactivación térmica con vapor.

#### Precauciones

El Carbón Activado no es un producto peligroso; sin embargo, cuando se encuentra pulverizado debe utilizarse protección respiratoria y gafas de seguridad.

## ANEXO N° 5. Cadena de custodia para toma de muestras de agua.

5.1. Cadena de custodia de muestra base (prototipo 1 y 2 – A) y muestra después del filtro día 1 (prototipo 1 y 2 – D).



5.2. Cadena de custodia de muestra después del filtro día 15 (prototipo 1 y 2 – 2D).



5.3. Cadena de custodia de muestra después del filtro día 30 (prototipo 1 y 2 – 3D).



## ANEXO N° 6. Resultados de laboratorio.

## 6.1. Resultados de laboratorio – muestra base día

### 1. (prototipo 1 y 2 – A)

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922573

### DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ**  
Dirección **Av. Nuevo cajamarca N° 390 - Cajamarca**  
Persona de contacto **CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ** Correo electrónico **[cristhianrafhaelr@gmail.com](mailto:cristhianrafhaelr@gmail.com)**

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **04.09.22** Hora de Muestreo **16:15 a 18:15**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**  
Procedimiento de Muestreo **-**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **04**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**  
Referencia de la Muestra: **San Marcos- La Manzanilla**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-759** Cadena de Custodia **CC - 573 - 22**  
Fecha y Hora de Recepción **05.09.22 10:40** Inicio de Ensayo **05.09.22 10:47**  
Reporte Resultado **14.09.22 10:40**



Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922573

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Prototipo 1-A	Prototipo 1-D	Prototipo 2-A	Prototipo 2-D	-	-
Código Laboratorio			0922573-01	0922573-02	0922573-03	0922573-04	-	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	Municipal	Municipal	-	-
Localización de la Muestra			C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	6.72	7.15	7.41	7.31	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5000	290.0	11.8	53.0	3.2	-	-
(*) Temperatura (T*)	°C	N.A.	19.14	19.14	19.16	19.15	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6000	100.2	27.3	21.8	2.9	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3000	361.2	41.9	74.3	18.1	-	-
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	216.3	2.4	19.1	<LCM	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	35 x 10 <sup>4</sup>	22 x 10 <sup>3</sup>	17 x 10 <sup>3</sup>	11 x 10 <sup>3</sup>	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

Página: 2 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922573

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature . Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

### NOTAS FINALES

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

## 6.2. Resultados de laboratorio – muestra después del filtro día 1. (prototipo 1 y 2 – D)

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922573

### DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ		
Dirección	Av. Nuevo cajamarca N° 390 - Cajamarca		
Persona de contacto	CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ	Correo electrónico	<a href="mailto:cristhianrafhaelr@gmail.com">cristhianrafhaelr@gmail.com</a>

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	04.09.22	Hora de Muestreo	16:15 a 18:15
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	04		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	San Marcos- La Manzanilla		

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-759	Cadena de Custodia	CC - 573 - 22		
Fecha y Hora de Recepción	05.09.22	10:40	Inicio de Ensayo	05.09.22	10:47
Reporte Resultado	14.09.22	10:40			



Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

Página: 1 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922573

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Prototipo 1-A	Prototipo 1-D	Prototipo 2-A	Prototipo 2-D	-	-
Código Laboratorio			0922573-01	0922573-02	0922573-03	0922573-04	-	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	Municipal	Municipal	-	-
Localización de la Muestra			C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	6.72	7.15	7.41	7.31	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5000	290.0	11.8	53.0	3.2	-	-
(*) Temperatura (T*)	°C	N.A.	19.14	19.14	19.16	19.15	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6000	100.2	27.3	21.8	2.9	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3000	361.2	41.9	74.3	18.1	-	-
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	216.3	2.4	19.1	<LCM	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	35 x 10 <sup>4</sup>	22 x 10 <sup>3</sup>	17 x 10 <sup>3</sup>	11 x 10 <sup>3</sup>	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

Página: 2 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922573

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature . Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

### NOTAS FINALES

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

### 6.3. Resultados de laboratorio – muestra después del filtro día 15. (prototipo 1 y 2 – 2D)

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922608

### DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ**  
Dirección **Av. Nuevo cajamarca N° 390 - Cajamarca**  
Persona de contacto **CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ** Correo electrónico [cristhianrafaelr@gmail.com](mailto:cristhianrafaelr@gmail.com)

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **18.09.22** Hora de Muestreo **16:30 a 18:30**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**  
Procedimiento de Muestreo **-**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **02**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**  
Referencia de la Muestra: **San Marcos- La Manzanilla**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-833** Cadena de Custodia **CC - 608 - 22**  
Fecha y Hora de Recepción **19.09.22 09:50** Inicio de Ensayo **19.09.22 10:00**  
Reporte Resultado **28.09.22 09:50**



Edder Neyra Jarco  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 03 de octubre de 2022

Página: 1 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922608

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Prototipo 1-2D	Prototipo 2-2D	-	-	-	-
Código Laboratorio			0922608-01	0922608-02	-	-	-	-
Matriz			Residual	Residual	-	-	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	-	-	-	-
Localización de la Muestra			C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	6.95	7.22	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	2.5000	10.6	<LCM	-	-	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.89	18.91	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6000	22.6	6.1	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3000	31.5	12.6	-	-	-	-
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	22 x 10 <sup>3</sup>	17 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

Cajamarca, 03 de octubre de 2022

Página: 2 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0922608

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,D. 23rd Ed. 2017: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 23rd Ed. 2017: Temperature . Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010. n-Hexane Extractable Material (HEM); Oil and Grease and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

### NOTAS FINALES

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 03 de octubre de 2022



LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

### 6.3. Resultados de laboratorio – muestra después del filtro día 30. (prototipo 1 y 2 – 3D)

## INFORME DE ENSAYO N° IE 1022649

### DATOS DEL CLIENTE

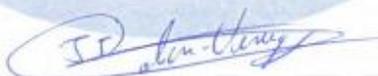
Razon Social/Nombre **CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ**  
Dirección **Av. Nuevo cajamarca N° 390 - Cajamarca**  
Persona de contacto **CRISTHIAN RAFHAEL RUIZ SANCHEZ** Correo electrónico [cristianrafaelr@gmail.com](mailto:cristianrafaelr@gmail.com)

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **03.10.22** Hora de Muestreo **14:00 a 15:30**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**  
Procedimiento de Muestreo **-**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **02**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**  
Referencia de la Muestra: **San Marcos- La Manzanilla**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-869** Cadena de Custodia **CC - 649 - 22**  
Fecha y Hora de Recepción **04.10.22 10:26** Inicio de Ensayo **04.10.22 10:35**  
Reporte Resultado **18.10.22 10:00**



JUAN COLINA VENEGAS  
Especialista de Gestión de Calidad  
CBP: 10220

# LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 18 de octubre de 2022

Página: 1 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 1022649

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Prototipo 1-3D	Prototipo 2-3D	-	-	-	-
Código Laboratorio			1022649-01	1022649-02	-	-	-	-
Matriz			Residual	Residual	-	-	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	-	-	-	-
Localización de la Muestra			C.P. La Manzanilla	C.P. La Manzanilla	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	7.13	7.79	-	-	-	-
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	2.5000	15.0	<LCM	-	-	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.26	18.23	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6000	62.3	21.1	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3000	189.8	62.6	-	-	-	-
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	16 x 10 <sup>4</sup>	17 x 10 <sup>4</sup>	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

Cajamarca, 18 de octubre de 2022

Página: 2 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° IE 1022649

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+.B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,D, 23rd Ed. 2017: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature. Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.



### NOTAS FINALES

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 18 de octubre de 2022

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

## ANEXO N° 7. Panel fotográfico.

Acondicionamiento del terreno para construcción de prototipos.		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		Se observa la excavación manual para la adaptación e instalación de las tuberías y del cilindro de geomembrana.
		
		

Instalación de tuberías y geomembrana.		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		Se observa la instalación de tuberías, las cuales se acoplan entre la tubería del biodigestor y el pozo de percolación, además se aprecia una llave de paso la cual sirve para cerrar el flujo del efluente hacia el pozo de percolación, desviándole hacia los prototipos.
		
		

Construcción del filtro .		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		<p>Se puede notar la primera capa del prototipo, la cual tiene un espesor de 10 cm y es de gravilla, también se observa la capa suelo natural de 120 cm de espesor, además se aprecia el carbón activado con un espesor de 20 cm.</p>
		
		

Prototipos terminados .		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		<p>Se observa los prototipos con la última capa de gravilla de 10 cm de espesor, además del enterrado de tuberías, también se aprecia los prototipos terminados y rotulados.</p>
		
		

Toma de muestras día 1 .		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		<p>Las imágenes muestran la toma de muestra del efluente antes y después de pasar por los prototipos de filtros de carbón activado en el campo de infiltración, además se observa los depósitos con las muestras que serán llevadas a laboratorio.</p>
		
		

Toma de muestras día 15 .		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		Las imágenes muestran la toma de muestra del efluente después de pasar por los prototipos.
		

Toma de muestras día 30 .		
Prototipo 1	Prototipo 2	Descripción
		<p>Las imágenes muestran la toma de muestra del efluente después de pasar por los prototipos.</p>
		