



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN UNIDADES  
BÁSICAS DE SANEAMIENTO CONSTRUYENDO HUMEDALES  
ARTIFICIALES, CAMPO ALEGRE – BAGUA GRANDE - 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Aguilar Saldaña, Salomon.  
(ORCID: 0000-0003-4061-6769)

**ASESOR:**

Mg. Requis Carbajal, Luis Villar  
(ORCID: 0000-0002-3816-7047)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por permitirme dar la vida, a mis padres por la incondicional ayuda en la culminación de mi carrera y a mi hermano Nilton por su motivación, con todo mi amor se los dedico a ellos.*

## **Agradecimiento**

*A mi asesor Mg. Mg. Requis Carbajal, Luis Villar, por brindarme el apoyo en base a su experiencia en cada contexto en la elaboración de la presente investigación, que me ha permitido tener una formación de investigador.*

*También a mi amada compañera Lic. Elsi Betzabeth Llatas Vásquez y a mis colaboradores y familiares que me apoyaron desinteresadamente en la elaboración de los módulos de mi tesis. A todos ellos muy agradecidos.*

## INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de gráficos y figuras.....	vii
RESUMEN.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Variable dependiente .....	12
1.3. Variable independiente .....	12
1.4. Formulación del problema de Investigación.....	12
1.4.1. Problema principal .....	12
1.4.2. Problema secundario.....	12
1.5. Justificación .....	13
1.6. Objetivos: .....	13
1.6.1. Objetivo General. ....	13
1.6.2. Objetivos Específicos.....	13
1.7. Formulación de la Hipótesis.....	14
1.7.1. Hipótesis principal .....	14
1.7.2. Hipótesis secundaria .....	14
II. MARCO TEORICO .....	14
2.1. Trabajos previos .....	14
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.1.1. Tipo de investigación .....	21
3.1.2. Diseño de investigación .....	21
3.2. Variables y operacionalización .....	22
3.2.1. Variables.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.3.1. Población .....	22
3.3.2. Criterios de inclusión: .....	22
3.3.3. Criterios de exclusión:.....	23
3.3.4. Muestra .....	23
3.3.5. Muestreo .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.4.1. Técnica.....	23
3.4.2. Instrumento.....	24

3.4.3.	Fuentes: .....	24
3.4.4.	Validez y Confiabilidad.....	24
3.5.	Procedimientos .....	24
3.6.	Métodos de análisis de datos .....	25
3.7.	Aspectos Éticos.....	25
IV.	RESULTADOS .....	25
4.1.	Topografía de la localidad de Campo Alegre. ....	25
V.	DISCUSIÓN.....	40
VI.	CONCLUSIONES .....	43
VII.	RECOMENDACIONES .....	44
	REFERENCIAS.....	45
	ANEXOS.....	51

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 01:</b> Tipos de aguas residuales .....	21
<b>Tabla N° 02:</b> cuadro de BMS .....	28
<b>Tabla N° 03:</b> Resultado de la Memoria de Cálculo para familia de 05 habitantes.....	29
<b>Tabla N° 04:</b> Resultado de la Memoria de Cálculo para familia de 10 habitantes.....	30
<b>Tabla N° 05:</b> Resultado de la Memoria de Calculo para familia de 20 habitantes.....	31
<b>Tabla N° 06:</b> Análisis de agua grises de UBS y su comparación con los ECAs de agua.....	35
<b>Tabla N° 07:</b> Análisis del parámetro microbiológico y su comparación con los ECAs de agua ...	37
<b>Tabla N° 08:</b> Registro de decenso tras periodo nocturno de expansión para el test de percolacion.....	38
<b>Tabla N° 09:</b> Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de .....	39
percolación.....	39

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura N°01:</b> Humedal artificial de flujo superficial.....	17
<b>Figura N°02:</b> Humedal artificial de flujo subsuperficial .....	17
<b>Figura N°03:</b> Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial .....	18
Imagen 01: Vista satelital de la localidad de Campo Alegre y ubicación del Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial .....	26
<b>Imagen 02:</b> Ubicación del área de estudio .....	27
<b>Imagen 03:</b> Plano topográfico – curvas de nivel .....	27
Figura 04: Plano en Planta y Perfil de Humedal Artificial de Flujo Horizontal para viviendas de 10 habitantes. ....	32
<b>Figura 05:</b> Plano en Planta y Perfil de Humedal Artificial de Flujo Horizontal para viviendas de 05 habitantes. ....	33
<b>Figura 06:</b> Plano en Planta y Perfil de Humedal Artificial de Flujo Horizontal para viviendas de 20 habitantes. ....	34
<b>Figura 07.</b> Evaluación de la calidad de agua de los humedales artificiales en parámetros físicos y químicos .....	36
<b>Figura 08.</b> Evaluación de la calidad de agua de los humedales artificiales en parámetros microbiológicos .....	37
Figura 09. Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo .....	38

## RESUMEN

La presente investigación estuvo enfocada en la construcción de humedales artificiales para realizar el tratamiento de aguas residuales en unidades básicas de saneamiento en la localidad de Campo Alegre – Bagua Grande. El tipo de sistema de humedal artificial fue el de flujo horizontal subsuperficial, para ello, se construyeron 99 humedales de este tipo, con dimensiones de acuerdo a la cantidad de habitantes por familia, para familias de 5 habitantes a menos de 1.50m de ancho, por 2.90m de largo, por la profundidad de 0.60 m; para familias de 05-10 habitantes de 2.00m de ancho, por 4.20m de largo, por la profundidad de 0.60 m y para instituciones de 10-52 alumnos de 2.00m de ancho, por 4.50m de largo, por la profundidad de 0.60 m. Se procedió a evaluar la calidad del agua en uno de los humedales, analizando tres puntos (caja de registro, humedal y descarga final del humedal), los análisis se realizaron después de 4 meses de uso del humedal; obteniendo resultados eficientes con respecto al primer punto tomado, los parámetros analizados fueron de aceites y grasas 15.9 mg/L, DQO 198 mg/L, sólidos totales suspendidos 12 mg/L, pH 7.2, DBO 96 mg/L y Coliformes termotolerantes 1400 NMP/100mL. Sintetizando que el sistema de los humedales artificiales empleados en nuestra investigación presenta una mejora significativa en el tratamiento de las aguas residuales, alcanzando nuestros objetivos trazados.

Palabras claves: Aguas residuales, tratamiento, humedal artificial

## **Abstract**

This research was focused on the construction of artificial wetlands to treat wastewater in basic sanitation units in the town of Campo Alegre - Bagua Grande. The type of artificial wetland system was the horizontal subsurface flow, for this, 99 wetlands of this type were built, with dimensions according to the number of inhabitants per family, for families of 5 inhabitants less than 1.50m wide, 2.90m long, and 0.60m deep; for families of 05-10 inhabitants 2.00m wide, by 4.20m long, by a depth of 0.60m and for institutions of 10-52 students, 2.00m wide, by 4.50m long, by a depth of 0.60m. The water quality in one of the wetlands was evaluated, analyzing three points (register box, wetland and final discharge of the wetland), the analyzes were carried out after 4 months of use of the wetland; obtaining efficient results with respect to the first point taken, the parameters analyzed were oils and fats 15.9 mg / L, COD 198 mg / L, total suspended solids 12 mg / L, pH 7.2, BOD 96 mg / L and thermotolerant coliforms 1400 NMP / 100mL. Synthesizing that the system of artificial wetlands used in our research presents a significant improvement in the treatment of wastewater, reaching our objectives.

Keywords: Wastewater, treatment, artificial wetland

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

En la actualidad existe una gran presión sobre los recursos hídricos a nivel mundial; según la UNESCO (2003) el 69% del agua dulce disponible en el planeta se destina a la agricultura, el 23% representa a la industria y el 8% al consumo doméstico. El presente trabajo de investigación pretende evaluar la efectividad de humedales artificiales en unidades básicas de saneamiento en la localidad de Campo Alegre – Bagua Grande; aportando de esta manera en la necesidad legal y ambiental de conservar el agua y reusarla sin riesgo alguno, sobre todo en zonas rurales y comunidades pequeñas.

Distintos factores como el uso inadecuado de los residuos líquidos y sólidos son determinantes para mostrarnos la actual situación, que se puede resumir en una inestabilidad entre la oferta y la demanda del agua, por otra parte, tenemos la gran problemática de la mala disposición final de las aguas servidas, producidas por distintas actividades realizadas a diario por el ser humano (principalmente usos domésticos). Este es un problema que se encuentra en latente incremento, debido a la tasa de crecimiento poblacional de nuestro país.

En lugares como el nuestro, en un tiempo no muy lejano habrá una mayor necesidad del agua debido al crecimiento demográfico, nuevos hábitos de vida, desarrollo urbano, rural y comercial, todo esto sin una adecuada organización o planificación que contribuya con la mejora; es decir se prevé la necesidad hacia las limitadas fuentes de agua. Por ello la necesidad latente de buscar fuentes alternativas de agua o la aplicación de métodos o sistemas de tratamientos de aguas residuales sencillos con la finalidad de reutilizar dichas aguas, con fines de uso para la agricultura, siendo este sector de gran demanda en nuestro país.

Las localidades rurales al igual que las zonas urbanas generan desechos líquidos y sólidos. Dentro de ello encontramos las aguas residuales, estas son básicamente aguas que pasaron por diversos tipos de uso, y pueden definirse como la combinación del líquido o agua que transporta desechos producidos por distintas actividades humanas.

Reed en Kolb, (1998). Los humedales artificiales, se presentan como un sistema alternativo a las zanjas o posos de percolación para el tratamiento de las aguas domésticas o residuales, esta práctica surgió en Europa mostrando resultados

eficientes. Estos sistemas se justifican mediante tres principios básicos: la actividad bioquímica de microorganismos, la contribución del oxígeno mediante las plantas en el día y la colaboración física de un estrato que ayuda con el enraizamiento de las plantas, asimismo trabaja como material filtrante. Estos componentes se encargan de expeler los materiales disueltos y suspendidos en el agua doméstica

Cooper et al., (1996). El agua al dirigirse a una estación depuradora, atraviesa por una secuencia de purificación, mitigando el riesgo para la salud pública. La cantidad y la calidad de tratamiento dependerán de las propiedades del agua contaminada y de su disposición final.

Las técnicas de los humedales artificiales depuran el agua a través de la limpieza de la materia orgánica (DBO), oxidando el amonio, disminuyendo los nitratos y transportando fósforo.

Los instrumentos son dificultosos e implican corrosión bacteriana, filtración, sedimentación y precipitación química.

Los humedales artificiales, se manifiesta como un procedimiento poco inusual para el tratamiento de aguas servidas, este es un procedimiento conocido y desarrollado en América del Norte y Europa, con una eficiente consecuencia; estos sistemas de humedales, presentan procedimientos biológicos de forma natural, estos a su vez fomentan la descomposición de la materia orgánica, sin necesidad de alguna energía externa, ni equipos de alto costo.

(Cricyt, 2007). Los humedales artificiales proporcionan mediante un mecanismo natural y ahorrativo el cuidado de la salud pública y por ende el cuidado del medio ambiente, cabe precisar en nuestro país recién se está implementado, en tal motivo es muy importante investigar, analizar y ver los resultados de cómo funciona este tipo de sistema, las características hidráulicas constructivas que ayuda con el tratamiento de aguas servidas.

Los humedales artificiales pueden ser clasificados según el tipo de plantas a emplear en su elaboración: plantas macrófitas fijas al sustrato (enraizadas) o macrófitas flotantes libres.

Analizando la forma de vida de las plantas macrófitas, los humedales artificiales pueden ser clasificados en tres tipos:

El sistema de tratamiento basado en macrófitas de hojas flotantes:

Fundamentalmente angiospermas sobre suelos encharcados. Los órganos reproductores son flotantes o aéreos. El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y la lenteja de agua (*Lemna sp.*) son las variedades más utilizadas para este sistema. Sistemas de tratamiento basados en macrófitas sumergidas: abarca cierta cantidad de helechos, gran cantidad de plantas no vasculares. Estas se ubican donde la luz solar pueda penetrar, aunque las plantas flores vasculares solo pueden subsistir a determinada profundidad. Su forma de reproducción es aérea, flotante o sumergido.

Sistemas de tratamiento basados en macrófitas enraizadas emergentes: en lugares que presentan suelos saturados de agua de forma permanente o temporalmente; por lo general estas plantas con frecuencia son estables, con un sistema reproductor aéreo.

El sistema de humedales basado en macrófitas enraizadas emergentes puede clasificarse en dos tipos, dependiendo de la circulación del agua a emplear:

- A. Humedales de flujo superficial, si el agua circula en forma superficial por entre los tallos de las macrófitas
- B. Humedales de flujo subsuperficial, si el agua circula por debajo de la superficie del estrato del humedal.

## **1.2. Variable dependiente**

Tratamiento de aguas residuales en unidades básicas de saneamiento.

## **1.3. Variable independiente**

Construcción de humedales artificiales.

## **1.4. Formulación del problema de Investigación**

### **1.4.1. Problema principal**

- ¿Cómo los humedales artificiales ayudan a tratar las aguas residuales en las unidades básicas de saneamiento en la localidad de Campo Alegre - Bagua Grande?

### **1.4.2. Problema secundario**

- ¿Por qué construir humedales artificiales en lugar de zanjas de infiltración en unidades básicas de saneamiento, en la localidad de Campo Alegre – Bagua Grande?
- ¿Cuál es la función de los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales?

- ¿Cuál es la efectividad de los humedales artificiales con especies nativas en depuración de aguas residuales?

### **1.5. Justificación**

La presente investigación se enfocará en el tratamiento de las aguas residuales en unidades básicas de saneamiento construyendo humedales artificiales, esta investigación se justifica debido al mal uso que se le está dando al agua y a la falta de esta en la actualidad. La construcción de humedales artificiales servirá para tratar las aguas residuales que posteriormente pasaran a ser utilizados para riego de los cultivos en la localidad de Campo Alegre, Bagua Grande.

El humedal artificial es un sistema de fitodepuración que se presenta como alternativa o reemplazo a las zanjas o posos de percolación con problemas de infiltración y lixiviación en suelos arcillosos y rocosos, para ello se pretende solucionar estos problemas con la construcción de humedales artificiales con plantas acuáticas, que ayuden a mejorar el tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento de las aguas residuales será beneficioso para los agricultores de esta localidad, ya que podrá ser utilizado para sus cultivos y se evitará malgastar el agua apta para el consumo humano.

### **1.6. Objetivos:**

#### **1.6.1. Objetivo General.**

- Construir humedales artificiales para realizar el tratamiento de aguas residuales en unidades básicas de saneamiento en la localidad de Campo Alegre – Bagua Grande – 2021.

#### **1.6.2. Objetivos Específicos.**

- Realizar el levantamiento topográfico de la localidad de Campo Alegre para diseñar los humedales artificiales.
- Evaluar la calidad del agua de los humedales con fines de reutilización para regadío.
- Realizar un diseño de humedal artificial para el tratamiento de las aguas residuales.
- Describir la permeabilidad de los suelos de la localidad de Campo Alegre - Bagua Grande.
- Evaluar el funcionamiento de una unidad básica de saneamiento construyendo humedales artificiales con plantas acuáticas.

## **1.7. Formulación de la Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis principal**

- Las aguas residuales de las unidades básicas de saneamiento se depuran a través de la construcción de humedales artificiales gracias al empleo adecuado de los materiales establecidos en el diseño y al uso de las plantas propias de la zona, en la localidad de Campo Alegre - Bagua Grande.

### **1.7.2. Hipótesis secundaria**

- Se determinó que en la localidad de Campo Alegre – Bagua Grande sus suelos son arcillosos y rocosos, los cuales las zanjas de infiltración no permiten percollar el agua, es por ello que en lugar de zanjas de infiltración se optó por un sistema de humedal artificial.
- Se construye humedales artificiales con la finalidad de reemplazar las zanjas de infiltración en zonas donde estas no percolan debido a los suelos arcillosos y rocosos que presenta la localidad de Campo Alegre-Bagua Grande.
- La función de los humedales artificiales es mejorar la calidad del agua en su disposición final, con el objetivo de que estas aguas puedan ser reutilizadas.
- Se determina la permeabilidad del suelo con la finalidad de proponer el sistema de humedales artificiales en suelos arcillosos o rocosos no permeables.
- El empleo de los humedales artificiales con plantas nativas ha demostrado que tienen una buena eficiencia en la remoción de materia orgánica, logrando depurar el agua para usos secundarios.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1. Trabajos previos**

En este capítulo se describen algunas de las investigaciones basadas en el tema referido, para ello se propone los siguientes antecedentes:

Moral (2019) indica que se ha analizado distintas propuestas de diseños alternativos para el tratamiento de aguas residuales en poblaciones pequeñas, concluyendo que el sistema que mejor se adapta para realizar el tratamiento son

los humedales artificiales de flujo superficial.

BEDOYA, REYES Y ARDILA, (2014), Colombia, en su investigación: "Evaluación y proceso de las aguas servidas en humedales artificiales del tipo flujo subsuperficial, generadas en el colegio mayor Antioquia", vincularon la disminución de los parámetros con cada planta acuática diferente; cyperus papyrus y typha latifolia. Esta investigación es de tipo cuantitativa, debido a que hace referencia a un estudio descriptivo y experimental; en donde desarrolla una apreciación semejante de la eficiencia de eliminación de contaminantes (DQO, DBO, nitrógeno total, SST, Coliformes), en distintos humedales autosuficientes, para estos humedales usaron plantaciones acuáticas distintas. La evaluación que tuvo este procedimiento, de las aguas domesticas producidas dentro de la Universidad de Antioquia, se determinó mediante 2 tipos; en primer lugar, el muestreo, este logra alcanzar las aguas residuales o servidas, en un tiempo no superior a 2 semanas y en horario establecidos de acuerdo a los reglamentos, el segundo tipo es el muestreo el cual permitió calcular el caudal del efluente. Al finalizar el tratamiento se concluyó, el tipo Typha latifolia presentó una mejor productividad que el tipo Cyperus papyrus, obteniendo la calidad de agua efluente y cumpliendo con la calidad de sustracción, constituidos por los reglamentos de la universidad.

Ventura (2014), realizó el tratamiento de aguas residuales del afluente proveniente del camal de salida del DAF mediante humedales artificiales en serie, sosteniendo dos alternativas, el primero de ellos con aireación mecánica constante y el segundo sin aireación. Para ello se procedió a la elaboración de dos humedales de flujo horizontal a escala pequeña, donde a uno de ellos se le adaptó una aireación frecuente de un difusor de burbuja fina en el fondo de lecho. El humedal con aireación mecánica se analizó con un caudal constante de 0.12 m<sup>3</sup>/d, mientras que para el humedal sin aireación con un caudal de 0.15 m<sup>3</sup>/d. Los resultados obtenidos en la unidad de tratamiento (Humedal aireado + humedal sin aireación) determinaron eficiencias máximas de remoción en DBO<sub>5</sub> y DQO de 98.33% y 95.53%. El nitrógeno total tuvo alcance de remoción máxima de 88.53%; en fosforo total de 76.36%, en efecto se determina que los humedales son alternativa económica y eficaz para el tratamiento de las aguas residuales.

Redmond (2012) tuvo por objeto incrementar la eficiencia de la eliminación o remoción de nitrógeno de humedal artificial con flujo sub superficial a escala

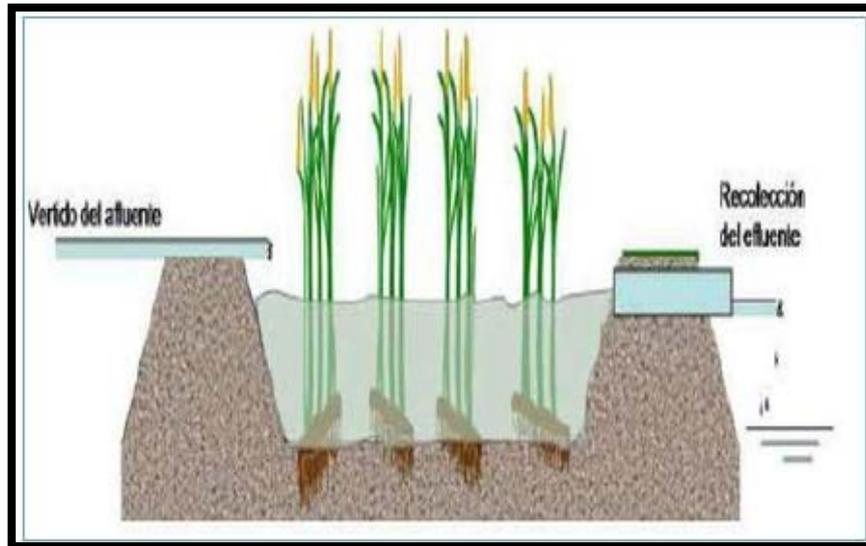
pequeña con plantas, con la aplicación de aireación discontinua por escalas de 6 horas, en un clima frío, utilizando agua residual doméstica. El humedal artificial se examinó con tres alternativas diferentes. Un humedal sin plantas y sin aireación, uno de ellos con plantas y sin aireación, y por último un humedal sin plantas con aireación. Se comprobó que a través de la aireación se optimizaban las condiciones para la oxidación y desoxidación. Se determinó que la aireación no solo aumenta la capacidad del humedal para eliminar nitrógeno, sino que también amplía la eficacia en eliminación de CBOD, COD y fósforo. Se concluyó la eficiencia de remoción o eliminación de nutrientes y otros parámetros, la variación no es significativa en humedales “con” y “sin” plantas, a diferencia en humedales “con” o “sin” aireación. En esta investigación se recomienda establecer el tiempo óptimo de aireación y no aireación de un humedal.

Huataquispe y Segura (2011), investigó el tratamiento de aguas residuales en un matadero, a través de dos alternativas, utilizando el sistema de humedales de lecho horizontal con aireación artificial con plantas (LH CP) y el otro sistema consistió en el análisis de lecho horizontal sin plantas (LH SP). Este proyecto consistió en la elaboración de dos unidades de humedales (LH CP) y (LH SP). Se realizó con un caudal de ingreso 23.50 ml/min y un tiempo de retención de 1.73 días para cada uno de los dos lechos. En efecto se puede decir que los resultados obtenidos denotaron resultados positivos de eliminación promedio de DQO para el LH SP y LH CP fue 92.78% y 89.86% respectivamente; en la DQO para el LH CP y LH SP fue de 96.42% y 97.98% respectivamente, en cuanto a los resultados positivos obtenidos de remoción o eliminación promedio de los parámetros sólidos suspendidos y turbidez para LH SP obtuvo un porcentaje de 90.61% y 93.34%, en cambio, para LH CP se obtuvo el 86.34% y 82.73% respectivamente, en síntesis, se dice que mientras se tenga una carga superior del afluente, superior debe ser la aireación abastecida al humedal.

Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade (2010), los humedales artificiales también denominados sistemas de fitodepuración de aguas domésticas o servidas, son sistemas que se establecen a partir del desarrollo o crecimiento de plantas acuáticas o macrófitas establecidas sobre una capa superior de material orgánico y está a su vez sobre una capa de filtro de grava, siendo la capa superior la que sirve como base para el enraizamiento de las macrófitas. El crecimiento de las

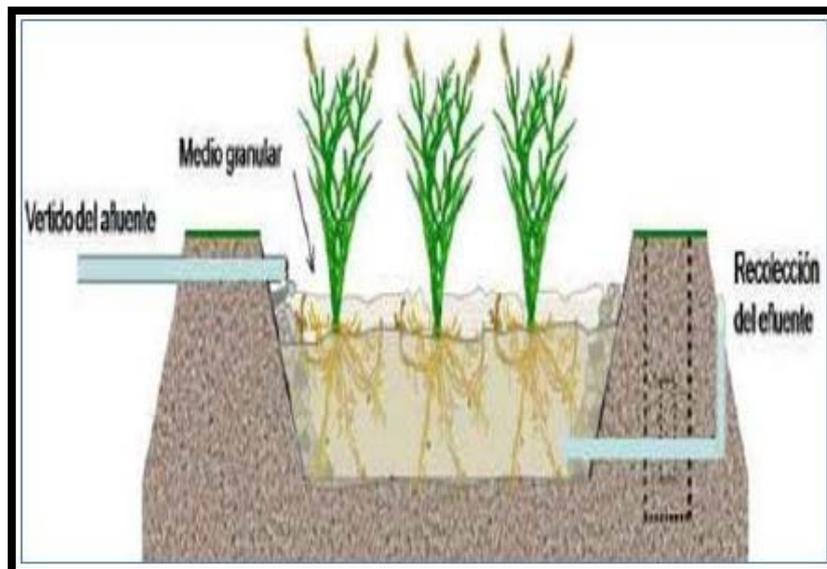
plantas genera interacciones, tanto físicas, químicas y biológicas, a este proceso se denomina fitodepuración, teniendo como resultado final el agua depurada progresiva y lentamente.

**Figura N°01:** Humedal artificial de flujo superficial



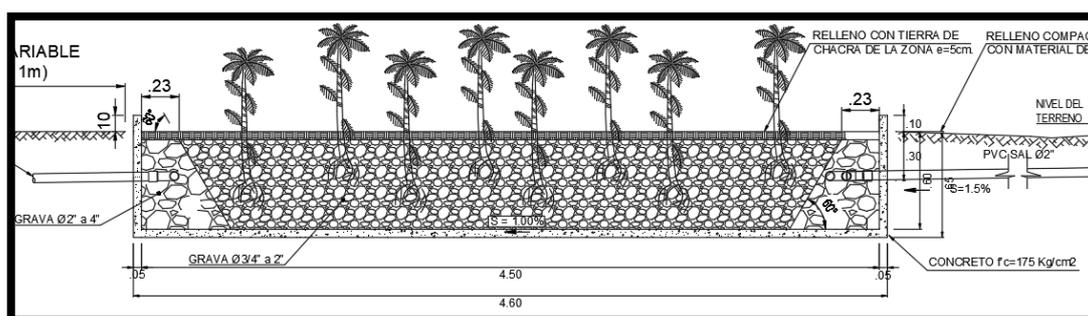
**Fuente (2010):** Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade

**Figura N°02:** Humedal artificial de flujo subsuperficial



**Fuente (2010):** Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade

**Figura N°03: Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial**



**Fuente:** Propia del tesista

Maldonado (2005) realizó su investigación sobre el tratamiento de las aguas residuales utilizando humedales, siendo este un sistema de tratamiento que ayuda a mejorar la calidad del agua y su aprovechamiento para usos secundarios, el objetivo de la investigación fue determinar que los humedales pueden ser utilizados sin perjudicar el medio ambiente, podría mejorar la economía y considera que es una buena alternativa para el tratamiento de las aguas residuales en poblaciones rurales pequeñas, en zonas donde sistemas convencionales no pueden ser empleados, por ejemplo en sitios donde la napa freática es demasiado elevada, entre otros, realizándose con un bajo costo económico para su operación y mantenimiento. La investigación tuvo una duración de 01 año, las capacidades de eliminación de materia orgánica en un rango de 93 % y 97% para DBO5 y DQO, respectivamente. El caudal afluente al humedal fue 0.25 l/s en promedio, con una DBO5 de 250 mg/l.

A continuación, en las teorías relacionadas al tema (de acuerdo a las variables independiente y dependiente en donde se utilizarán sus indicadores cuantitativos), los siguientes conceptos son los parámetros de la topografía:

Antonio Comino, menciona que la definición de pendiente se considera a la medición del nivel de inclinación que tiene la superficie investigada. Es la conexión entre el área que se recorre verticalmente y horizontalmente cuando se sube una pendiente.

Cisneros (2008), considera que, en la Topografía, el relieve se emplea para establecer la pendiente o la elevación del terreno. De igual manera, se consideran los términos de mecánica de suelos, la profundidad de la napa freática, la densidad o acumulación de sales son propiedades dinámicas en espacio y tiempo que

influyen de alguna manera a las distintas especies. La decadencia de cobertura vegetal del suelo y los cambios climáticos, crean suelos pobres y pérdida de la napa freática, estos fenómenos se producen por la baja capacidad de absorber el agua, produciendo la concentración de sales en la superficie.

CRESPO Carlos (2004), en indica que la permeabilidad que tienen los sedimentos se produce por la filtración del agua a través de sus poros, y la velocidad de la filtración se determinará basado en un estudio de tipos y clasificación de suelos (Mg. Ing. Silvia Angelone).

SANZ Juan (1975), en “La identificación y clasificación de los suelos”, propone que los suelos se definen en dos tipos, en suelos orgánicos y suelos inorgánicos. Clasifica los suelos de acuerdo a su contextura y diámetro, entre estas tenemos: la grava, conformada por fragmentos de roca suelta, mayores a 2mm de diámetro, estas se forman por el arrastre del agua, llegando a tener aristas y tomando la forma redonda. La arena materia fina originada por el desgaste de las rocas, llegando a tener entre 2mm y 0.05mm de diámetro. Los limos, se caracterizan por ser finos de baja o nula flexibilidad, formándose en limo inorgánico, como en canteras y ríos con plasticidad adecuada. En este tipo de suelo la permeabilidad es insuficiente y elevada, lo cual no favorece en la realización de una cimentación. La arcilla, es un suelo duro de 0.005mm de diámetro, debido a que puede mantener contacto con el agua.

Norma OS. 090. El concepto sobre los suelos es básicamente heterogéneo, puesto que existen diferencias de tamaño y composición tanto en sus características físicas y químicas, se han practicado ensayos de los suelos tomando en cuenta su granulometría, teniendo como objetivo establecer características de sus variados elementos, catalogándolos de acuerdo al tamaño, la consistencia del suelo al momento de tamizar, la retención de partículas sobre si el tamaño es mayor a la luz de la malla. La porosidad, se determina en relación al volumen de la muestra y al volumen de los vacíos llegando al total de la muestra, el índice de huecos, es el total de huecos y partículas que aparece del suelo, y la humedad está determinada por la sustancia del agua retenida y su peso del suelo en la muestra. El peso, es una partícula sólida (grano de suelo específico). Este valor es poco variable y equivale a  $\approx 2.7$  gramos por centímetro cúbico. En las aguas servidas (afluentes, efluentes) sus propiedades varían de acuerdo a sus situaciones.

MARSILLI (2005), determina como residuales a las estructuras que provienen de aguas domésticas, industriales, servicio, agrícolas, entre otros que hayan tenido un uso y al igual que a la combinación de estas. Existen diferentes tratamientos para purgar los residuos y se establecen en el tiempo que dure su ejecución para que sean favorables. Existen muchos tratamientos para las aguas servidas, lo cual permiten reducir la contaminación y buscar soluciones hoy en día en distintos países del mundo.

Melcalf y Eddy (1998). Cada año se logrará obtener varias formas y funciones que permitirán alcanzar proceso y soluciones óptimas para las aguas servidas. Se consignan conceptos que se emplearán para el estudio de las aguas servidas como, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), este concepto se viene usando hace algunos años, donde la materia orgánica degradable es contenida y así se puede determinar al tipo de parámetros que pertenecen.

GILLILAND (1979), detalla que la demanda química de oxígeno (DQO), es lo que más existe en las aguas servidas, puesto que el pH y otros parámetros físicos del consumo reaccionan con agentes químicos oxidantes, también reaccionan en caliente y en medio ácidos. Lo que más está siendo usado en la actualidad es el uso del dicromato potásico y los biodegradables que son los más usados.

CATALINA VARGAS MENESES (2010), manifiesta que los coliformes sólidos suspendidos, incrementan la concentración de residuos contaminantes, al igual que la eficiencia de las unidades de los tratamientos sobre los sedimentos primarios, en donde se logran cuantificar la carga de los desechos infecciosos en las unidades secundarias del procedimiento biológico.

**Tabla N° 01:** *Tipos de aguas residuales*

<i>Tipos de Aguas Residuales</i>	
Aguas residuales urbanas	Aguas residuales generadas internamente en las plantas de tratamiento.
Aguas residuales domésticas	Sobrenadante de espesores.
Aguas residuales de instituciones	Sobrenadantes de digestores.
Aguas residuales industrias	Aguas de rechazo de la deshidratación de lodos.
Infiltración en el sistema de alcantarillado	Drenajes de lechos de secado de lodos.
Pluviales	Agua drenada de lechos de secado de lodos.
Aguas residuales de fosas sépticas	

**Fuente:** *Tratamiento de aguas biológicas de aguas residuales: principios, modelación y diseño* LOPÉZ Carlos, IWA Publishing, Inglaterra

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada ya que según Hernández (2014), indico que la investigación aplicada se encarga de la solución de problemas, cumpliendo el objetivo de la investigación que es desarrollar una propuesta de diseño de humedal artificial en Unidades Básicas de Saneamiento para depurar las aguas servidas y pueda ser utilizado para uso secundario en la Localidad de Campo Alegre – Bagua Grande, debemos considerar que la investigación se encuentra en el alto nivel de la investigación científica de acuerdo a la taxonomía de Bloom, por ello se considera aplicada.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es no experimental ya que teniendo en cuenta su clasificación de estudio según Batista (2014), es aquel estudio que la investigación no manipula deliberadamente la variable independiente y analiza el efecto que causa directamente en la variable dependiente. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para

ver su efecto sobre otras variables. En un experimento, el investigador prepara deliberadamente una situación a la que son expuestos varios casos o individuos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo en determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o tal condición.

Para ello se estableció el siguiente esquema de la estructura del proyecto:

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **3.2.1. Variables**

- **Variable Dependiente:** Tratamiento de aguas residuales en unidades básicas de saneamiento.
- **Variable independiente:** Construcción de humedales artificiales.

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **3.3.1. Población**

La población de estudio es conformada por un determinado grupo de personas o elementos que tienen cualidades comunes (criterios de selección: inclusión y exclusión), que son analizadas por el indagador, las mismas que permitan ejecutar la globalización a partir del análisis de la muestra (Hernández, et. al., 2014, p. 156). Teniendo en cuenta ello, la población de estudio de este trabajo de investigación fue; Campo Alegre – Bagua Grande 2020

### **3.3.2. Criterios de inclusión:**

- **Física:** debe cumplir con una unidad básica de saneamiento, construida, una caja de registro, un biodigestor y una caja de lodos para la aplicación de la propuesta de diseño de humedales artificiales, esta área debe ser amplia y con un relieve de terreno con pendiente mínima para la disposición final del agua.
- **Ambiental:** se estima por lo menos un área de influencia no mayor a los 500 m<sup>2</sup>.
- **Sustentabilidad:** se estima que por lo menos los humedales artificiales se usen de forma continua, para poder lograr el enraizamiento de las plantas, por ende, estas ayuden con la purificación del agua y así poder alcanzar parámetros DQO y DBO que recomienda el MINAM.
- **Construcción:** el diseño de humedales artificiales debe garantizar el

tratamiento de las aguas residuales.

### **3.3.3. Criterios de exclusión:**

- Física: no cumple las condiciones establecidas, no contar con una unidad básica de saneamiento, el área necesaria es insuficiente y el no contar con pendiente mínima para la construcción de humedal artificial.
- Ambiental: se determina de acuerdo a la influencia no superior a los 500 metros cuadrados.
- Sustentabilidad: no utilizar el humedal es un problema grave porque acaba con la vida de las plantas y por ende el enraizamiento de estas, que ayudan a purificar el agua
- Construcción: no construir el humedal en zonas rurales donde los suelos son arcillosos o rocosos, representa problemas de percolación.

### **3.3.4. Muestra**

La muestra es una parte o fragmento del cosmos o población en la que se desarrollará el trabajo de investigación. Existen metodologías o técnicas de indagación para poder conseguir la cantidad de elementos de la muestra como formulas, lógica y otros. La muestra es un fragmento representativo de la población (López, et. Al., 2015, p.120). Teniendo en cuenta ello, la muestra de esta investigación está conformada por la construcción de 99 humedales artificiales en la localidad de Campo Alegre – Bagua Grande

### **3.3.5. Muestreo**

El muestro se clasifica de acuerdo a su forma de seleccionar y a su nivel de complejidad. En nuestro proyecto de investigación se emplea el denominado muestreo probabilístico, debido a que esta técnica de muestreo asigna a cada unidad de la población alguna probabilidad (diferente de cero) y asegura representatividad de la muestra.

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

### **3.4.1. Técnica**

La técnica para validar la información será realizada por el juicio de expertos, la cual consistirá en el análisis del desarrollo de progreso de la recolección de información básica y técnica de la investigación, tal cual pueda atribuir confiabilidad a la investigación por ello este trabajo plantea contar con la autenticidad de

argumento, valor del criterio y el valor del constructivo.

### **3.4.2. Instrumento**

La recopilación de información se refiere al uso de una gran variedad de técnicas y herramientas que pueden ser aprovechadas para su uso por el investigador y así poder desarrollar la estructura de la información, estas pueden ser parte entrevistas, encuestas, cuestionarios, observaciones, el diagrama de flujo y diccionario de datos.

Los métodos de recolección de datos serán los siguientes:

- Observación directa de campo
- Recolección de datos de campo
- Fichas de revisión técnica (humedales artificiales)
- Trabajo de Gabinete
- Proceso de gestión de elaboración de Diseño
- Revisiones Bibliográficas

### **3.4.3. Fuentes:**

- Ministerio de Vivienda de Salud y Saneamiento
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Sistema Nacional de Información Ambiental

### **3.4.4. Validez y Confiabilidad**

SILVA (2006) “Una validez es la técnica o grado para que un instrumento mida realmente la variable” (p. 63). “La confiabilidad es la técnica dónde la aplicación de los resultados sea sujeto u objeto de la misma” (p. 63). El presente proyecto de investigación tendrá la validez y confiabilidad, ya que, contará con el respaldo de las Normas Técnicas Peruanas (Diseño De Obras Hidráulicas Y Saneamiento) de acuerdo a los reglamentos establecidos; también se tendrá en cuenta los formatos que exige la Universidad César Vallejo para la recolección de datos, y así con los requisitos necesarios llevar a cabo la investigación en el proyecto en mención.

### **3.5. Procedimientos**

Evaluación físico mecánica del suelo, con la norma técnica peruana y normas

ASTM que nos permitirá conocer y estudiar el estado del suelo.

Realizar los estudios topográficos, para así poder determinar las pendientes necesarias y la ubicación adecuada para el proyecto en mención.

Realizar los diseños de humedales artificiales teniendo en cuenta la topografía del proyecto y la calidad del suelo, al igual que las dimensiones de dichos humedales artificiales dependerá de la cantidad de personas que conformen la vivienda; para finalmente pasar a realizar el análisis de la calidad del agua que salga de un humedal artificial.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Para lograr óptimas interpretaciones con los resultados obtenidos, se realizará un procedimiento adecuado durante la recolección de datos. Esto se conseguirá mediante el uso de fichas de caracterización, tablas a través del software Microsoft Excel y a través de un muestreo, para finalmente demostrar la validación de la investigación.

### **3.7. Aspectos Éticos**

La ética nunca estará ajena y mucho menos alejada de la disciplina profesional, siempre deberá estar presente en las actividades que desarrolla el ingeniero y así llevar a la ingeniería con miras de hacer el bien; por lo tanto, en la investigación del proyecto se manipuló y respetó la información confidencial, utilizando la norma ISO 0690-2, la Guía de Observaciones, las citas cortas, citas parafraseadas y la Norma Técnica OS-090, dónde acredito los derechos del autor de mis referencias bibliográficas.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Topografía de la localidad de Campo Alegre.**

La extensión del área de estudio comprende a la localidad de Campo Alegre, con un área 303 hectáreas aproximadamente y un perímetro rural marginal de 7496.88 ml. esta localidad es rural y cuenta con viviendas bien dispersas que oscilan en 500 metros de separación una de otra, cuenta con una población de 385 habitantes entre niños, adultos y ancianos, la extensión del proyecto presenta una topografía del terreno ligeramente accidentada, con pendientes poco pronunciadas en las viviendas, esto permite la fácil ubicación para la construcción del humedal artificial. Actualmente la localidad de Campo Alegre no cuenta con servicio de

abastecimiento de agua y alcantarillado; por lo que se hace uso de letrinas de hoyo seco elaborado por la propia población, generando un foco infeccioso de enfermedades infectocontagiosas. Para solucionar los problemas que carece esta localidad, se propuso una alternativa como solución, la construcción de unidades básicas de saneamiento donde se implemente los humedales artificiales de flujo horizontal, en lugar de zanjas o pozos de percolación.

*Imagen 01: Vista satelital de la localidad de Campo Alegre y ubicación del Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial*



**Fuente:** Google Earth – Elaboración propia

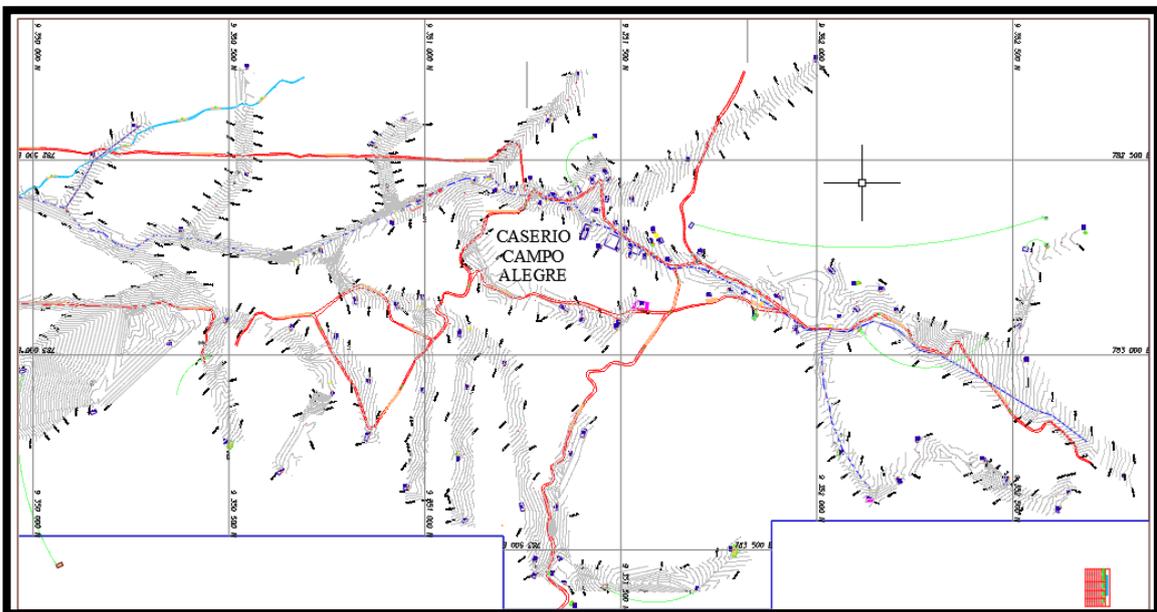
**Imagen 02: Ubicación del área de estudio**



**Fuente:** Google Earth – Elaboración propia

#### **4.2. Topografía de la localidad de Campo Alegre para diseñar humedales artificiales.**

**Imagen 03: Plano topográfico – curvas de nivel**



#### **PLANO TOPOGRAFICO – CURVAS DE NIVEL**

**Fuente:** Propia Plano Topográfico de la Localidad de Campo Alegre

Tabla N° 02: cuadro de BMS

<b>CUADRO DE BENCH MARK</b>				
<b>SISTEMA DE COORDENADAS UTM - WG84 ZONA 18S</b>				
<b>BMs</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
BM - 4A	9349314.899	781849.695	1984.959	Hito de Concreto
BM - 4B	9349309.467	781865.402	1986.329	Hito de Concreto
BM - 4D	9349626.033	782256.442	1943.34	Hito de Concreto
BM - 10X	9350087.408	782632.077	1889.40	Hito de Concreto
BM - 9X	9350731.780	782728.283	1890.98	Hito de Concreto
BM - 14	9351168.649	782539.219	1829.731	Vereda de IE
BM - 15	9351422.628	782669.154	1769.00	Hito de Concreto
BM - 5X	9352000.263	782924.491	1714.538	Hito de Concreto

*Fuente: propia del tesista*

### **Interpretación**

En la imagen 03 se observa el resultado del levantamiento topográfico que se realizó a la localidad de Campo Alegre, dicho levantamiento se realizó desde una coordenada básica de apoyo (BMS) que han sido ubicados en lugares estratégicos, y con la ayuda de puntos auxiliares para definir los perfiles en sentido longitudinal y transversal, y así poder representar la topografía del terreno; además se observan las curvas de nivel que fue elaborado por el propio tesista mediante el apoyo de software AutoCad Civil 3d. La localidad de Campo Alegre tiene un terreno ligeramente accidentado, con pendientes poco pronunciadas en las viviendas. Después de obtenerse los datos en el levantamiento topográfico y plasmado en los planos de planta se realizará el diseño de los humedales artificiales que fueron empleados en las Unidades Básicas de Saneamiento para depurar las aguas residuales en la localidad de Campo Alegre.

### **4.3. Diseño de humedal artificial para el tratamiento de las aguas residuales en Unidades Básicas de Saneamiento.**

**Tabla N° 03:** Resultado de la Memoria de Cálculo para familia de 05 habitantes

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	
<b>DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES U.B.S. - VIVIENDA</b>	
<b>1. Información de diseño:</b>	
N° de habitantes por familia (P)	5 habitantes
Dotación	100 Vhab/día
% Contribución al desagüe	80%
<b>2. Resultados:</b>	
<b>2.1 Cantidad de aguas residuales</b>	
Volumen diario de aguas residuales: $q = P \times \text{Dotación} \times 0.8$	400 L/d
<b>3. Disposición final de aguas residuales</b>	
<b>3.1 Opción de humedal para aguas residuales (Tratamiento Secundario)</b>	
<b>DATOS</b>	
Caudal Unitario (Q)	0.005 L/s
Caudal descargado (Q)	0.400 m3/día
	Hoja Técnica Biodigestor
DBO entrada (Co) - Biodigestor	149 gr/m3
Carga Orgánica	59.6 gr/día
DBO salida (Ce)	100.0 gr/m3
Carga Superficial	14.0 gr/m2/día
Temperatura promedio mes más frío	13 °C
Profundidad humedal, (y)	0.6 m
	Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)
Porosidad humedal (n)	0.7
Ancho humedal (canal)	1.5 m
$Kt = 0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$	0.45 1/día
$As = Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \times n)$ - Para remover la DBO	0.842 m2
<b>Area Superficial por carga orgánica (Aco)</b>	4.257 m2
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs A:	4.257 m2
Longitud de humedal	2.838 m
Longitud de humedal asumido	2.900 m
Volumen	2.610 m3
Periodo de retención aparente	6.5 días

**Fuente: propia del tesista**

### Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos de la memoria de cálculo (Tabla 2) para el diseño del humedal artificial se concluyó, que el volumen de las aguas domesticas es de 400 L/d, el caudal unitario es de 0.005 L/s, caudal descargado es de 0.40 m3/día, DBO (Co) – el biodigestor es de 149 gr/m3, carga orgánica 59.6 gr/día, DBO salida (Ce) 100gr/m3, carga superficial 14 gr/cm2/día, temperatura promedio del más frío es de 13 °C, se asume de 0.60 m, ancho del humedal es de 1.50 m, factor Kt es de 0.45 1/día, factor As es de 0.842 m2, Aco es de 4.257 m2, área seleccionada 4.257 m2, Longitud asumida es de 2.90, Volumen es de 2.61 m3,

finalmente se tiene el periodo de retención aparente que equivale a 6.5 días

**Tabla N° 04:** Resultado de la Memoria de Cálculo para familia de 10 habitantes

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	
<b>DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES U.B.S. - VIVIENDA</b>	
<b>1. Información de diseño:</b>	
N° de habitantes por familia (P)	10 habitantes
Dotación	100 Vhab/día
% Contribución al desagüe	80%
<b>2. Resultados:</b>	
<b>2.1 Cantidad de aguas residuales</b>	
Volumen diario de aguasresiduales: $q = P \times \text{Dotación} \times 0.8$	800 L/d
<b>3. Disposición final de aguas residuales</b>	
<b>3.1 Opción de humedal para aguas residuales (Tratamiento Secundario)</b>	
<b>DATOS</b>	
Caudal Unitario (Q)	0.009 L/s
Caudal descargado (Q)	0.800 m <sup>3</sup> /día
	Hoja Técnica Biodigestor
DBO entrada (Co) - Biodigestor	149 gr/m <sup>3</sup>
Carga Orgánica	119.2 gr/día
DBO salida (Ce)	100.0 gr/m <sup>3</sup>
Carga Superficial	14.0 gr/m <sup>2</sup> /día
Temperatura promedio mes más frio	14 °C
Profundidad humedal, (y)	0.6 m
	Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)
Porosidad humedal (n)	0.7
Ancho humedal (canal)	2 m
$Kt = 0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$	0.48 1/día
$As = Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \times n)$ - Para remover la DBO	1.589 m <sup>2</sup>
<b>Area Superficial por carga orgánica (Aco)</b>	8.514 m <sup>2</sup>
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs A:	8.514 m <sup>2</sup>
Longitud de humedal	4.257 m
Longitud de humedal asumido	4.200 m
Volumen	5.040 m <sup>3</sup>
Periodo de retención aparente	6.3 días

**Fuente:** propia del tesista

### Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos de la memoria de cálculo (Tabla 3) para el diseño del humedal artificial se concluyó, que el volumen de las aguas domesticas es de 800 L/d, el caudal unitario es de 0.009 L/s, caudal descargado es de 0.80 m<sup>3</sup>/día, DBO (Co) – el biodigestor es de 149 gr/m<sup>3</sup>, carga orgánica 119.2 gr/día,

DBO salida (Ce) 100gr/m<sup>3</sup>, carga superficial 14 gr/cm<sup>2</sup>/día, temperatura promedio del más frío es de 14 °C, se asume de 0.60 m, ancho del humedal es de 2.00 m, factor Kt es de 0.48 1/día, factor As es de 1.589 m<sup>2</sup>, Aco es de 8.514 m<sup>2</sup>, área seleccionada 8.514 m<sup>2</sup>, Longitud asumida es de 4.20, Volumen es de 5.04 m<sup>3</sup>, finalmente se tiene el periodo de retención aparente que equivale a 6.3 días

**Tabla N° 05:** Resultado de la Memoria de Calculo para familia de 20 habitantes

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	
<b>DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES U.B.S. - I.EDUCAT.</b>	
<b>1. Información de diseño:</b>	
N° de alumnos (P)	52 alumnos
Dotación	20 Vhab/día
% Contribución al desagüe	80%
<b>2. Resultados:</b>	
<b>2.1 Cantidad de aguas residuales</b>	
Volumen diario de aguasresiduales: $q = P \times \text{Dotación} \times 0.8$	832 L/d
<b>3. Disposición final de aguas residuales</b>	
<b>3.1 Opción de humedal para aguas residuales (Tratamiento Secundario)</b>	
<b>DATOS</b>	
Caudal Unitario (Q)	0.010 L/s
Caudal descargado (Q)	0.832 m <sup>3</sup> /día
	Hoja Técnica Biodigestor
DBO entrada (Co) - Biodigestor	149 gr/m <sup>3</sup>
Carga Orgánica	123.968 gr/día
DBO salida (Ce)	100.0 gr/m <sup>3</sup>
Carga Superficial	14.0 gr/m <sup>2</sup> /día
Temperatura promedio mes más frío	14 °C
Profundidad humedal, (y)	0.6 m
	Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)
Porosidad humedal (n)	0.7
Ancho humedal (canal)	2 m
$Kt = 0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$	0.48 1/día
$As = Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \times n)$ - Para remover la DBO	1.653 m <sup>2</sup>
<b>Area Superficial por carga orgánica (Aco)</b>	8.855 m <sup>2</sup>
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs A:	8.855 m <sup>2</sup>
Longitud de humedal	4.427 m
Longitud de humedal asumido	4.500 m
Volumen	5.400 m <sup>3</sup>
Periodo de retención aparente	6.5 días

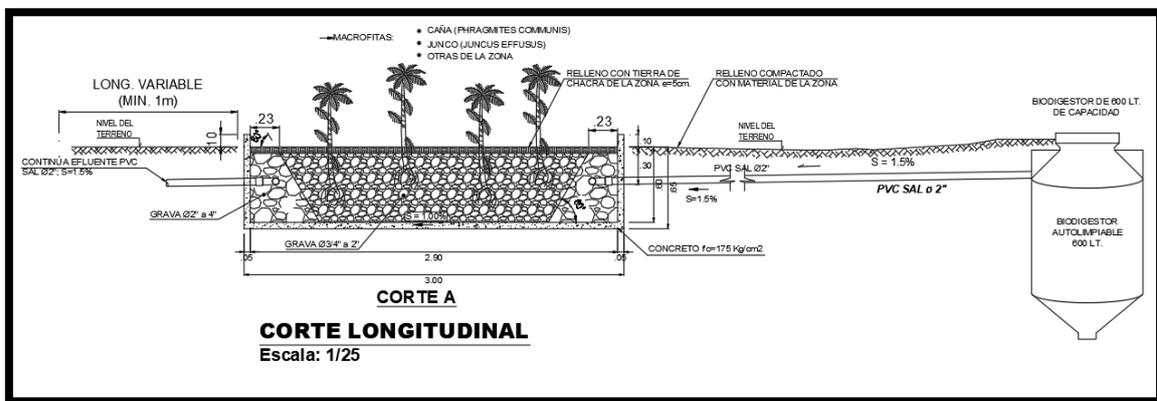
**Fuente: propia del tesista**

### Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos de la memoria de cálculo (Tabla 4) para el diseño del humedal artificial se concluyó, que el volumen de las aguas domesticas

es de 832 L/d, el caudal unitario es de 0.010 L/s, caudal descargado es de 0.832 m<sup>3</sup>/día, DBO (Co) – el biodigestor es de 149 gr/m<sup>3</sup>, carga orgánica 123.968 gr/día, DBO salida (Ce) 100gr/m<sup>3</sup>, carga superficial 14 gr/cm<sup>2</sup>/día, temperatura promedio del más frío es de 14 °C, se asume de 0.60 m, ancho del humedal es de 2.00 m, factor Kt es de 0.48 1/día, factor As es de 1.653 m<sup>2</sup>, Aco es de 8.855 m<sup>2</sup>, área seleccionada 8.855 m<sup>2</sup>, Longitud asumida es de 4.50, Volumen es de 5.40 m<sup>3</sup>, finalmente se tiene el periodo de retención aparente que equivale a 6.5 días.

*Figura 04: Plano en Planta y Perfil de Humedal Artificial de Flujo Horizontal para viviendas de 10 habitantes.*



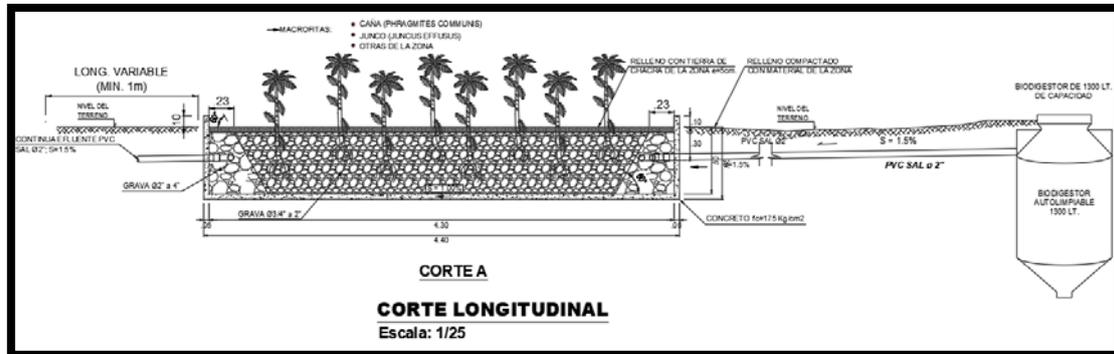
*Fuente: propia del tesista*

### **Interpretación**

De acuerdo al cálculo realizado en la hoja de Microsoft Excel se presenta el diseño de humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial (imagen 4), en planta y perfil para viviendas de 5 habitantes, con las siguientes características de 3.60 m. de largo, por 1.60 m de ancho y 0.75.m de alto, con muros y losa de concreto de un espesor de 0.10 m acabado, con una pendiente en fondo de la losa no mayor de 1%, el interior del humedal está compuesto de grava de Ø 2” a 4” en los ambos extremos (ingreso y salida) esto con la finalidad de tener un buen funcionamiento al momento de pequeñas y grandes descargas de agua, mientras que en la parte central del humedal artificial contiene grava de Ø ¾” a 2” esto con la finalidad de tener un mejor sistema de filtro, además de permitir la facilidad de enraizamiento de las macrófitas, está ultima capa va de forma inclinada a 60°, la parte superior de la grava está cubierta de una capa de material orgánico de espesor de 0.05 m

a 0.10 m, dentro de esta área están las plantas acuáticas sembradas y repartidas de manera uniforme.

**Figura 05:** Plano en Planta y Perfil de Humedal Artificial de Flujo Horizontal para viviendas de 05 habitantes.

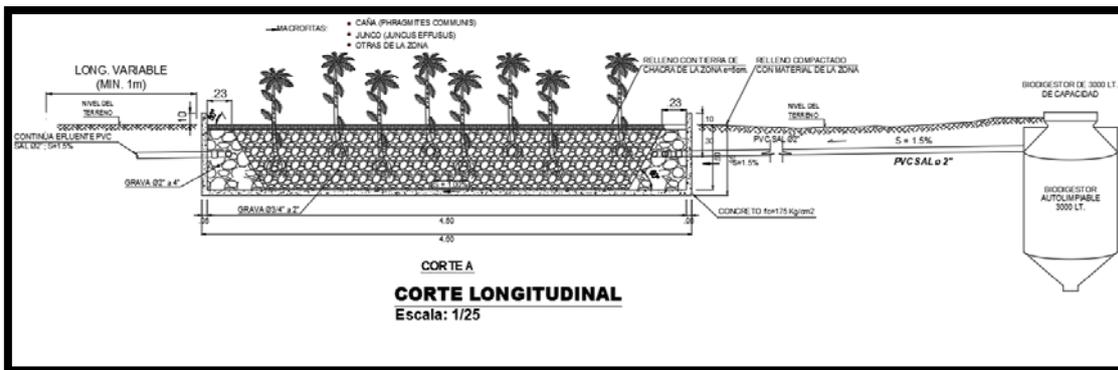


**Fuente:** propia del tesista

### Interpretación

De acuerdo al cálculo realizado en la hoja de Microsoft Excel se presenta el diseño de humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial (imagen 5), en planta y perfil para viviendas de 10 habitantes, con las siguientes características de 4.40 m. de largo, por 2.10 m de ancho y 0.75.m de alto, con muros y losa de concreto de un espesor de 0.10 m acabado, con una pendiente en fondo de la losa no mayor de 1%, el interior del humedal está compuesto de grava de Ø 2” a 4” en los ambos extremos (ingreso y salida) esto con la finalidad de tener un buen funcionamiento al momento de pequeñas y grandes descargas de agua, mientras que en la parte central del humedal artificial contiene grava de Ø ¾” a 2” esto con la finalidad de tener un mejor sistema de filtro, además de permitir la facilidad de enraizamiento de las macrófitas, está ultima capa va de forma inclinada a 60°, la parte superior de la grava está cubierta de una capa de material orgánico de espesor de 0.05 m a 0.10 m, dentro de esta área están las plantas acuáticas sembradas y repartidas de manera uniforme.

**Figura 06: Plano en Planta y Perfil de Humedal Artificial de Flujo Horizontal para viviendas de 20 habitantes.**



*Fuente: propia del tesista*

### **Interpretación**

De acuerdo al cálculo realizado en la hoja de Microsoft Excel se presenta el diseño de humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial (imagen 6), en planta y perfil para viviendas de 20 habitantes, con las siguientes características de 4.40 m. de largo, por 2.10 m de ancho y 0.75.m de alto, con muros y losa de concreto de un espesor de 0.06 m acabado, con una pendiente en fondo de la losa no mayor 1%, el interior del humedal está compuesto de grava de Ø 2” a 4” en los ambos extremos (ingreso y salida) esto con la finalidad de tener un buen funcionamiento al momento de pequeñas y grandes descargas de agua, mientras que en la parte central del humedal artificial contiene grava de Ø ¾” a 2” esto con la finalidad de tener un mejor sistema de filtro, además de permitir la facilidad de enraizamiento de las macrófitas, está ultima capa va de forma inclinada a 60°, la parte superior de la grava está cubierta de una capa de material orgánico de espesor de 0.05 m a 0.10 m, dentro de esta área están las plantas acuáticas sembradas y repartidas de manera uniforme.

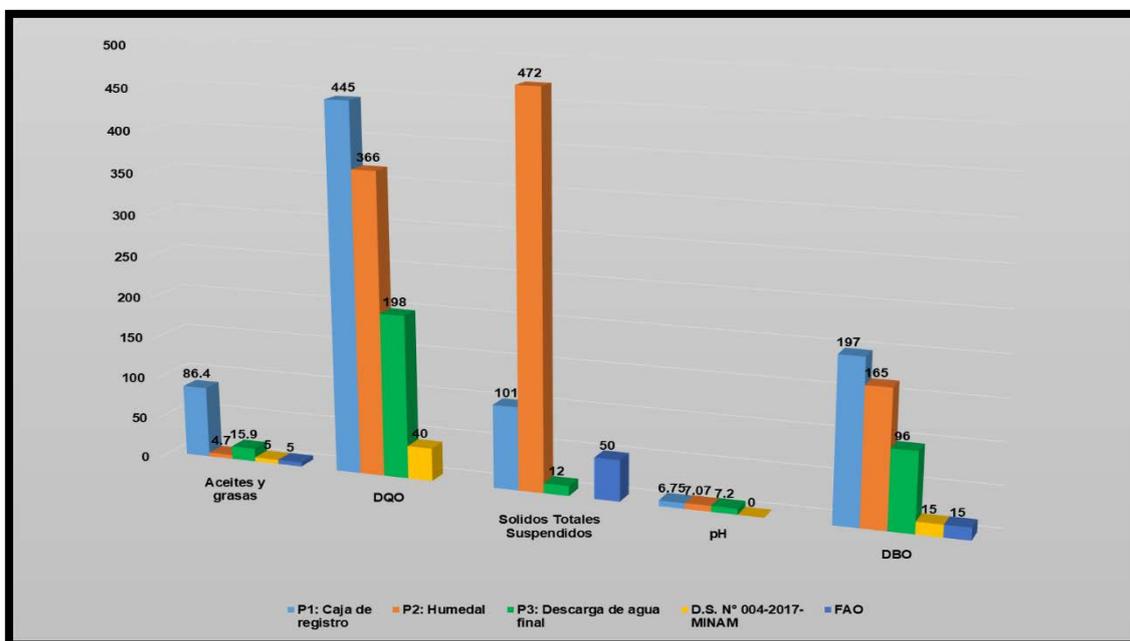
**4.4. Calidad del agua obtenida de los humedales con fines de reutilización para regadío.**

**Tabla N° 06:** *Análisis de agua grises de UBS y su comparación con los ECAs de agua*

Parámetros analizados	Unidad	P1	P2	P3	D.S. N° 004-2017-MINAM	FAO
		Caja de registro	Humedal	Descarga de agua final	D1: Riego de vegetales	Grupo N°3: Riego de vegetales y bebida de animales
Aceites y grasas	mg/L	86.4	4.7	15.9	5	5
DQO	mg/L	445	366	198	40	.....
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	101	472	12	.....	50
pH	Unidad de pH	6.75	7.07	7.2	6.5-8.5	.....
DBO	mg/L	197	165	96	15	15

**Fuente:** *propia del tesista*

**Figura 07.** Evaluación de la calidad de agua de los humedales artificiales en parámetros físicos y químicos



**Fuente:** propia del tesista

**Interpretación:**

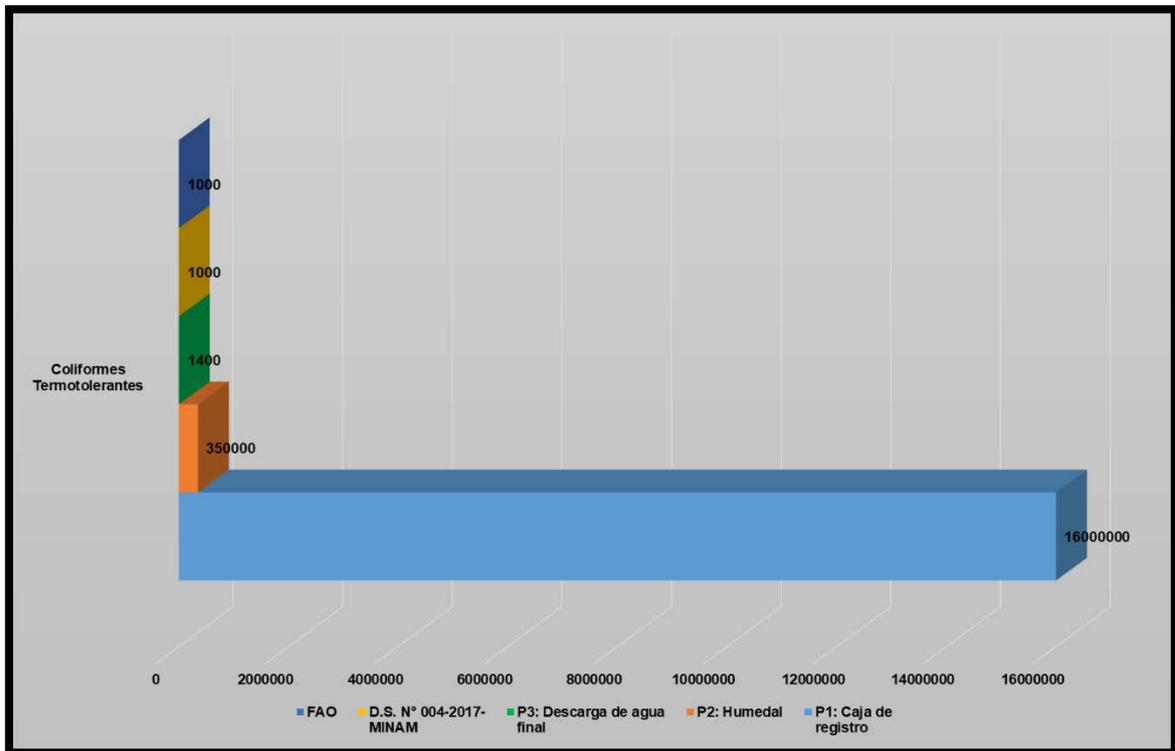
En la tabla 6 y figura 7, se observa que, para el parámetro de aceites y grasas, el punto 2 “humedal” fue de 4.7 mg/L, el cual no excede los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) del D.S. N° 004-2017-MINAM de 5 mg/L y de la FAO 5 mg/L; para la DQO los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 198 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 40 mg/L; así mismo para los Solidos Totales Suspendedos el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 12 mg/L, el cual no excede los ECA para agua de la FAO 50 mg/L; para el caso del pH el punto 2 “humedal” fue de 7.07 unidad de pH y el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 7.2 mg/L, el cual están dentro del rango que indica el D.S. N° 004-2017-MINAM de 6.5-8.5 unidad de pH; finalmente para la DBO los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 96 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 15 mg/L y la FAO de 15 mg/L.

**Tabla N° 07:** Análisis del parámetro microbiológico y su comparación con los ECAs de agua

Parametros analizados	Unidad	P1	P2	P3	D.S. N° 004-2017-MINAM	FAO
		Caja de registro	Humedal	Descarga de agua final	D1: Riego de vegetales	Grupo N°3: Riego de vegetales y bebida de animales
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	16000000	350000	1400	1000	1000

**Fuente:** propia del tesista

**Figura 08.** Evaluación de la calidad de agua de los humedales artificiales en parámetros microbiológicos



**Fuente:** propia del tesista

**Interpretación:**

En la tabla 7 y figura 8, se observa que para el parámetro microbiológico de

coliformes termotolerantes los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo, el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 1400 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 1000 NMP/100mL y la FAO de 1000 NMP/100mL; tuvo una reducción significativa en comparación con el punto 1 y punto 2.

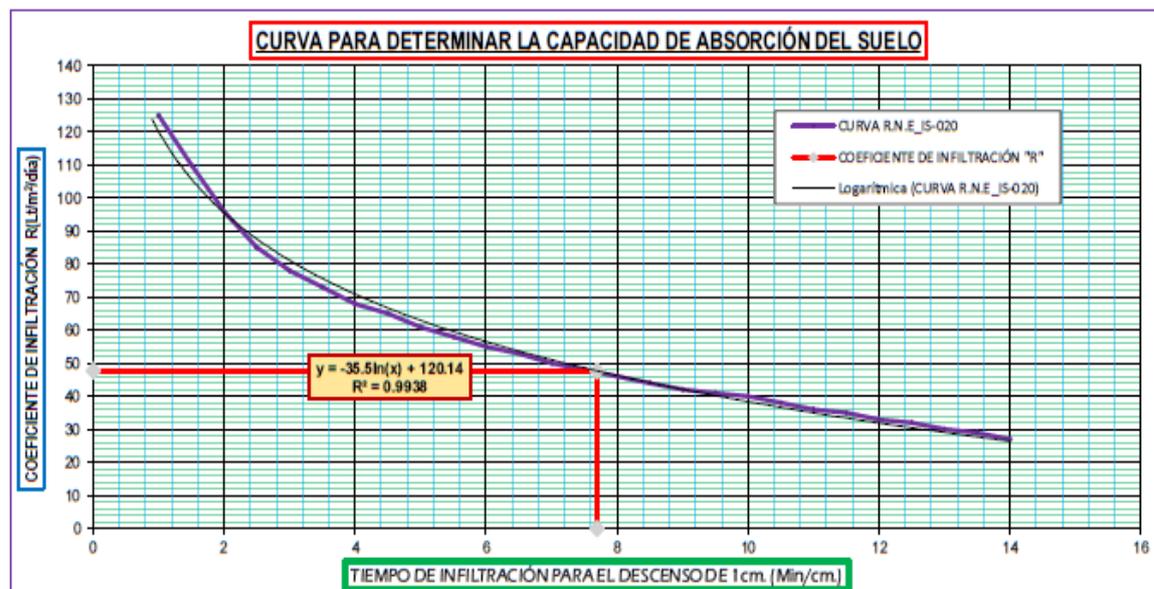
**Tabla N° 08:** Registro de descenso tras periodo nocturno de expansión para el test de percolacion

REGISTRO DE DESCENSO TRAS PERIODO NOCTURNO DE EXPANSIÓN							
N°	Tiempo Acumulado			MEDICIONES (cm.)			
	Intervalos (min)	Minutos	Horas	Alturas iniciales	Alturas finales	Diferencias	¿Se recargó?
INICIO	0	0	-	15	14	1	NO
1	10	10	-	14	13	1	NO
2	10	20	-	13	12.1	0.9	NO
3	10	30	-	12.1	11.3	0.8	NO
4	10	40	-	11.3	10.6	0.7	NO
5	10	50	-	10.6	9.9	0.7	NO
6	10	60	-	9.9	9.3	0.6	NO

RESULTADOS	
DIFERENCIA DE ALTURA EN LOS ÚLTIMOS MINUTOS	1.3 cm.
TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1CM.	7.69 Min/cm.
COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN "R"	47.71 L/m2/día

Fuente: propia del tesista

Figura 09. Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo



Fuente: propia del tesista

Tabla N° 09: Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación

NORMA IS. 020	
Tiempo Min.	Tipo infiltración
0	RAPIDOS
1	RAPIDOS
2	RAPIDOS
3	RAPIDOS
4	MEDIOS
5	MEDIOS
6	MEDIOS
7	MEDIOS
8	LENTOS
9	LENTOS
10	LENTOS
11	LENTOS
12	LENTOS

**Fuente:** R.N.E norma IS 020

**Interpretación:**

En la tabla 8 y figura 9, se observa que los resultados del test de percolación, mostrando la diferencia de altura en los últimos minutos de 1.3 cm, el tiempo de para el descenso de 1 cm es de: 7.69 min/cm, mientras que el coeficiente de infiltración es de 47.71 L/m<sup>2</sup>/día, esto comparado con los datos establecidos por norma IS 020 menciona la capacidad de absorción de este suelo, después de los resultados de la prueba de percolación, según el R.N.E. En IS.020 (TANQUES SEPTICOS) se clasifica como un terreno de infiltración de tipo MEDIOS

## V. DISCUSIÓN

Respecto a la descripción de las características de los suelos de la localidad de Campo Alegre, se determinó según los test percolación que existe dos tipos de suelos, arcillosos y rocosos, los cuales según el R.N.E. en la norma IS.020 (tanques sépticos) la capacidad de absorción de estos suelos se clasifica como terrenos de infiltración de tipo medios.

Con respecto a los humedales artificiales se estableció un diseño de tipo flujo horizontal subsuperficial, de acuerdo a la cantidad de habitantes por familia, con dimensiones de 0.60m de profundidad, 1.50 m de ancho y 2.90 de largo para familias de 5 habitantes, 0.60m de profundidad, 2.00 m de ancho y 4.20 de largo para familias de 10 habitantes y de 0.60m de profundidad, 2.00 m de ancho y 4.50 de largo para escuelas primarias de 52 alumnos.

Según el análisis de agua servida realizado en tres puntos distintos (caja de registro, ingreso a humedal artificial y el punto de descarga final), se obtuvieron como resultados en los parámetros de aceites y grasas, el punto 2 “humedal” fue de 4.7 mg/L, para la DQO los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 198 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 40 mg/L; así mismo para los Sólidos Totales Suspendidos el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 12 mg/L, el cual no excede los ECA para agua de la FAO 50 mg/L; para el caso del pH el punto 2 “humedal” fue de 7.07 unidad de pH y el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 7.2 mg/L, el cual están dentro del rango que indica el D.S. N° 004-2017-MINAM de 6.5-8.5 unidad de pH; finalmente para la DBO los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 96 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 15 mg/L y la FAO de 15 mg/L.

Existen investigaciones que respaldan mis resultados en el empleo de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales, como es la investigación de Pichiule (2018), en su investigación titulada diseño de un humedal artificial de tipo subsuperficial de flujo horizontal con la especie *Schoenoplectus Californicus* para el tratamiento de aguas residuales, bajo un diseño de 50 unidades de plantas en un área de 1 metro cuadrado distribuidas simétricamente, llegó a la conclusión que

durante los tres meses de tratamiento que duró su proyecto logró disminuir el grado de contaminación de las aguas residuales de la Ptar del distrito de Ahuac tanto en los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos cumpliendo los estándares de calidad ambiental para el agua tratada (D.S. 004- 2017-MINAM), categoría 3. Sus resultados fueron: en la DBO disminuyó a 7.18 mg/l con una eficiencia en un 96.9% de depuración, los Coliformes totales en 1000 NMP/100 con una eficiencia de 98.66 %, tanto el Ph que fluctúa en 7 se mantenía desde el inicio dentro del rango tolerable y la conductividad en 440 uS/cm. En comparación a los resultados obtenidos con este informe con la especie *Typha domingensis* se obtuvieron en un 86.86% de eficiencia en la depuración de la DBO, 99.96 % de eficiencia en los coliformes termotolerantes, 17.84% en el Ph y 18.50 % en la conductividad

Respondiendo a nuestros problemas de investigación sobre la función y la efectividad de los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales, tenemos el estudio realizado por NUÑEZ (2018), quien concluye que, si hay una eficiencia en la sustracción del agua de los humedales artificiales antes de que esto pase por un proceso de tratamiento, indicando que las aguas sustraídas de estos humedales se encuentran dentro de lo evaluado por el decreto supremo, quien menciona que las aguas servidas domésticas son de buena calidad para ser reutilizada en los tipos de riego. En este proyecto de investigación se obtuvo resultados favorables contrastando con nuestras hipótesis, ya que estas aguas servidas podrán ser utilizadas para riego agrícola, entre otras, y así evitar emplear el uso del agua de buena calidad óptima para el consumo humano. Los planos que se han realizado y diseñado para este proyecto de investigación se han hecho de acuerdo a las normas sugeridas, y lograr los beneficios para mejorar la calidad de vida de los pobladores de Campo Alegre.

Tal vez se cuestione la calidad del agua que se pueda obtener de dichos humedales, surgirán interrogantes como si es apta para ser reutilizada en los riegos y cultivos; pero con las nuevas investigaciones y avances tecnológicos que se vienen realizando se logrará llegar a obtener resultados muy favorables. CHINGUEL RUBIO (2018) en su investigación tuvo por finalidad determinar que el uso de humedales como en este proyecto permitirían la reutilización de las aguas

residuales, para ello se utilizaría plantas herbáceas como el junco y que lograría obtener un resultado eficiente. Para nuestro proyecto de investigación se realizó un diseño adecuado de los humedales artificiales que ayudarían en la depuración de las aguas residuales y así poder ser reutilizadas, la localidad de Campo Alegre tiene un clima templado y cálido, las viviendas tienen un área menor de 90 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta estos datos se optó por realizar el diseño de tres humedales artificiales, cada uno acorde a la cantidad de habitantes en una familia, el primero con medidas de 3.60m de largo, por 1.60m de ancho, por 0.75m de profundidad, el segundo con medidas de 4.20m de largo, 2.10m de ancho y 0.75m de profundidad y el tercero con medidas de 4.60m de largo por 2.10 de ancho, por 0.75m de profundidad, siendo este último diseñado en función a dos instituciones educativas de nivel primario, se empleó el uso de plantas acuáticas propias de la zona; tenemos que tener en cuenta que para que estos humedales artificiales cumplan su función, las unidades básicas de saneamiento tienen que estar en constante uso para que las plantas no se pierda.

Los humedales artificiales son un complemento adecuado para la depuración de las aguas residuales y son muy adaptables al tipo de suelo que posee la localidad; el empleo de este diseño ayudará a complementar y solucionar los problemas que se tiene con las instalaciones tradicionales.

## VI. CONCLUSIONES

- Al realizar la visita de campo se pudo observar la situación actual de la localidad de Campo Alegre el cual cuenta con una extensión de 303 ha. y un perímetro rural de 7496.88 ml. Con una población de 385 habitantes entre niños, adultos y ancianos, dónde se determinó que no cuenta con los servicios básicos necesarios, el cual es un factor importante que influye dentro de la calidad de vida de los pobladores, generando incomodidades y enfermedades.
- Se realizó el tratamiento de aguas residuales en una unidad básica de saneamiento obteniendo como resultado lo siguiente: Según el análisis de agua servida realizado en tres puntos distintos (caja de registro, ingreso a humedal artificial y el punto de descarga final), se obtuvieron como resultados en los parámetros de aceites y grasas, el punto 2 “humedal” fue de 4.7 mg/L, para la DQO los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 198 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 40 mg/L; así mismo para los Solidos Totales Suspendidos el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 12 mg/L, el cual no excede los ECA para agua de la FAO 50 mg/L; para el caso del pH el punto 2 “humedal” fue de 7.07 unidad de pH y el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 7.2 mg/L, el cual están dentro del rango que indica el D.S. N° 004-2017-MINAM de 6.5-8.5 unidad de pH; finalmente para la DBO los tres puntos muestreados superan los ECA, sin embargo el punto 3 “Descarga de agua final” fue de 96 mg/L en contraste con el D.S. N° 004-2017-MINAM de 15 mg/L y la FAO de 15 mg/L.
- Después de realizar los cálculos y análisis respectivos, se diseñó tres tipos de humedales artificiales con los valores obtenidos, para viviendas que cuenten con 5 habitantes las dimensiones de los humedales serán de 3.60 de largo por 1.60 de ancho por 0.75 de profundidad, mientras que para viviendas que cuenten con 10 habitantes las dimensiones serán de 4.40m de largo, 2.10m de ancho y 0.75m de profundidad y para viviendas o instituciones educativas primaria y secundaria que alberguen 20 estudiantes, las dimensiones serán de 4.60m de largo por

2.10 de ancho, por 0.75m de profundidad, todas estas estructuras con una pendiente de 1% en la losa de fondo.

- Se realizó el test de percolación en distintos puntos de la localidad de Campo Alegre, encontrándose un tipo de suelo no percolable, de acuerdo a la clasificación que establece R.N.E. en la norma IS 020, los resultados fueron que en la localidad se encuentra tipo de suelo percolable medio a lento, mientras que en otros puntos se encontraron suelos rocosos.
- Los estudios del análisis del agua en su disposición final de los humedales artificiales, se encontró que el agua es apta para ser reutilizada con fines de riego, por lo tanto, el sistema de humedales artificiales en unidades básicas de saneamiento, es una alternativa de solución en este tipo de suelos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a las autoridades en conjunto con las organizaciones encargadas en fiscalizar el bienestar de los recursos hídricos, verificar el alto grado de contaminación que se está generando al medio ambiente de la localidad de Campo Alegre por las descargas directas de las aguas servidas, la cual viene afectando a los pobladores especialmente a los niños y ancianos que sus defensas son más bajas, por todo ello es necesario que los pobladores se pongan mano a la obra y exijan a la municipalidad un sistema para tratar el agua, y con ello tener una mejor vida gozando de bienestar y salud que es lo primordial.
- Se recomienda complementar el levantamiento topográfico respectivo con el fin de tener una representación gráfica más exacta del lugar de estudio, es decir de la localización de los puntos de interés, a través de este se verá su posición exacta a través de la latitud, longitud y elevación. Ubicar los puntos a conveniencia, para así hacer que el sistema trabaje por gravedad, evitando los cambios bruscos de pendiente, para aminorar costos y obtener mejores resultados, ubicando la planta de tratamiento, en un lugar estratégico.
- Estudiar con más detalle las diferentes características del suelo con el

fin de determinar su capacidad portante y sus componentes del mismo, para así desarrollar nuestro diseño respectivo de la planta, así mismo se recomienda al laboratorio contar con los equipos y personal especializados para llevar a cabo este proceso de estudio, con esto se determinará la resistencia y calidad de suelo y nos de la seguridad y estabilidad ante la construcción de cualquier estructura.

- Se recomienda respetar las distintas normativas a la hora de ejecutar proyectos de saneamiento, pues es una de las obras con mayor impacto social y ambiental dentro de toda población en vía de desarrollo, buscando alternativas nuevas que puedan adaptarse a la realidad de cada zona, contribuyendo con el desarrollo del país.
- Se recomienda considerar el tema de costo-beneficio que presenta esta alternativa de humedales artificiales, el cual cumple con los estándares de calidad necesarios para trabajar de manera eficiente, aminorando costos, el cual es beneficioso para las autoridades, así mismo, realizar el correcto análisis.

## REFERENCIAS

ANTONIO Comino, Tim Brzezinski, Definición de una pendiente en recta, topografía [Fecha de consulta: 03 de Febrero del 2021] Disponible en: <https://www.geogebra.org/m/wmGn9JAW>

BEDOYA, ARDILA Y REYES, “Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la institución universitaria colegio mayor de Antioquia, Colombia” 2014, 2014 [Fecha consultada: 03 de Febrero de 2021] Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992014000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000300004)

BEHAR Daniel. Metodología de la Investigación [en línea] Editorial Shalom 2008. [Fecha consultada: 11 de Febrero de 2021] Proceso. Disponible en: <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

ISBN: 978-959-212-783-7

CISNEROS J. M., Degioanni A., Cantero A. y Cantero J. J. 2008. Caracterización y manejo de suelos salinos en el Área Pampeana Central. [Fecha de consulta: 11 de Febrero del 2021] Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4993/Chiacchiera%2C%20Sebasti%C3%A1n%20%20Efecto%20de%20la%20profundidad%20de%20napa%20fre%C3%A1tica%20y%20la%20salinidad%20sobre%20la%20din%C3%A1mica%20de....pdf?sequence=1&isAllowed=y> Pág. 1

CRESPO Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones [en línea] México: Limusa .2004 [Fecha de consulta: 15 de Febrero de 2021] Capitulo 1. Principales tipos de suelo. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

ISBN: 968-18-6489-1

DE LA MORA-OROZCO, y Otros. Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcícolas. 2014 [Fecha consultada: 13 de Marzo de 2021] Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4369/Eficiencia%20de%20un%20humedal%20artificial%20en%20serie%20para%20el%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20provenientes%20de%20granjas%20porc%C3%ADcolas.pdf?sequence=1>

ESPIRAGES, M., & Perez, J. (s.f). Aguas residuales. Granada – España, [Fecha de consulta: 06 de Marzo del 2021] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3873/Raymundo%20Montes.pdf?sequence=1&isAllowed=y> = y Pag.49, Pág. 50.

FERNÁNDEZ-Ríos, M. y Sánchez, J., (1997) Eficacia Organizacional. Madrid. [Fecha consultada: 13 de Febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p11.pdf> Pág. 03

SPIEGEL Murray (1992), Fórmulas y tablas de matemática aplicada. Aravaca (Madrid) [Fecha consultada: 14 de Enero de 2021]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea> ISBN 84-7615-197-7

FRANKLIN, S.E., 1987. "Procesamiento geomorfométrico de modelos digitales de elevación" Informática y Geociencias. [Fecha de consulta: 08 de Enero del 2021] Disponible en: 38 <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/15/1/2-2006->

## Tesis-

[L%C3%B3pez%20L%C3%B3pez%2C%20DanielMaestro%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf](#)

IORELA Núñez, “Tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel familiar, con Humedales Artificiales de flujo subsuperficial Horizontal, mediante la especie macrófita emergente *Cyperus Papyrus* (Papiro)”, 2016 [Fecha consultada: 24 de Enero de 2021] Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/555>

GIILILAND S.E. (1979). Measuring chemical oxygen demand of Cottage cheese whey cultured [Fecha de consulta: 06 de Febrero del 2021] Disponible en: <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis//19972000/D/2/D2017801.pdf>

GUERRERO, L. P. (2013). Construcción y puesta en marcha de la PTAR en industrias COR II. Santiago de Querétaro - México. [Fecha de consulta: 04 de Febrero del 2021]. Disponible en: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2014/12/MCons.pdf>. Pág. 49

HANSEL MIGUEL Córdova Brava; Rocío Vargas Parker; Mary Flor Cesare Coral; Lisveth Flores del Pino; Lizardo Visitación Figueroa, Tratamiento de las aguas residuales del proceso de curtido tradicional y alternativo que utiliza complejantes de cromo. (Artículo Científico). 2014, Centro de Investigación en Química, Toxicología y Biotecnología Ambiental del Departamento Académico de Química de la Facultad de Ciencias de la UNALM Lima – Perú, [Fecha consultada: 26 de Febrero de 2021] Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2014000300005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2014000300005)

HARLEY JHUNIOR Herrera Ramos, Eficiencia de la *Guadua angustifolia* (Bambú) en el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedal artificial en el centro poblado Santa Catalina, distrito y provincia de Moyobamba, 2017, [Fecha consultada: 27 de Febrero de 2021] Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/528740>

HENRY, Casierra Martínez, JAFETH, Casalins Blanco, XIMENA, Vargas Ramírez, ARACELLY, Caselles Osorio, “Desinfección de agua residual doméstica mediante un sistema de tratamiento acoplado con fines de reúso” (Artículo Científico), Universidad del Atlántico, Colombia. [Fecha consultada: 20 de Febrero de 2021] Disponible en: [47](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-</a></p></div><div data-bbox=)

[24222016000400097&lang=es](http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/528529)

INGRY MARGOTH, Vela Rios, Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba, 2019, [Fecha consultada: 27 de Febrero de 2021] Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/528529>

JARAMILLO, AGUDELO Y PUÑUELO (2016) "Optimización del tratamiento de aguas residuales de cultivos de flores usando humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal" [Fecha consultada: 15 de Marzo de 2021] Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-386X2016000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-386X2016000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

JOEL RUBÉN, Raymundo Montes, "Modelo de tratamiento de aguas residuales mediante humedal artificial de flujo superficial en el centro poblado La Punta – Sapallanga", 2018 (Artículo Científico) Universidad Nacional del Centro del Perú. [Fecha consultada: 28 de Enero de 2021] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3873>

JORGE, Guibo Especialista Sectorial, Periodo de Diseño, [Fecha consultada: 12 de Enero de 2021] Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac/Formulacion\\_Saneamiento.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac/Formulacion_Saneamiento.pdf)

JORGE LUIS, Rubio Chinguel, ALEXIS MICHEL, Montenegro Quiroz, Humedal Artificial en el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la 3ra Brigada de Fuerzas Especiales, batallón de servicios N° 300, Distrito de Rioja, Provincia de Rioja, Departamento de San Martín, 2018, [Fecha consultada: 19 de Febrero de 2021] Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/529772>

JHAN CARLOS Charris, Eficiencia de eliminación de contaminantes del agua residual doméstica con humedales construidos experimentales plantados con *Cyperus ligularis* (Cyperaceae) y *Echinochloa colonum* (Poaceae). (Artículo Científico), Universidad del Atlántico, Km 7 Vía Puerto, Barranquilla, Atlántico, Colombia. [Fecha consultada: 18 de Setiembre de 2019] Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S200724222016000600093](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200724222016000600093)

JULIÁN Pérez Porto y Ana Gardey 2013, Definición de profundidad, [Fecha consultada: 14 de Febrero de 2021]. Disponible en:

<https://definicion.de/profundidad/>

MARIA DE LOURDES, Cordero Ordoñez, Parámetros de Diseño [Fecha consultada: 13 de Febrero de Febrero]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf> Pág. 48

MARÍA REYES, Rodríguez González, Molina Burgos JUDITH, Jácome Burgos ALFREDO, Suárez López JOAQUÍN, Humedal de flujo vertical para tratamiento terciario del efluente físico-químico de una estación depuradora de aguas residuales domésticas (Artículo Científico), Universidad del Coruña, España. [Fecha consultada: 20 de Febrero de 2021] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v14n2/v14n2a7.pdf>

MARSILLI, A. (2005). Tratamiento de aguas residuales. Medellín - Colombia. [Fecha de consulta: 05 de Febrero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3873/Raymundo%20Monte%20s.pdf?sequence=1&isAllowed=y> = y Pag.26, Pág. 28, Pág. 30

METCALF Y EDDY, Inc. (1998). Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización, (33 ed.) Ed. Mc Graw-Hill, Madrid. [Fecha de consulta: 06 de Febrero del 2021] Disponible en: <http://webs.ucm.es/BUCEM/tesis//19972000/D/2/D2017801.pdf>

MINCHOLA & GONZÁLES 2013, se construyó un humedal artificial de flujo superficial utilizando la especie macrófita emergente *Typha angustifolia* (Tifa) 2013 [Fecha consultada: 18 de Febrero de 2021] Capítulo II, Pág. 39 Disponible en: [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/555/Reyna\\_Tesis\\_bachiller\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/555/Reyna_Tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OMS. (2006). Guías para la calidad del agua potable (Primer apéndice). Ginebra, Suiza: OMS. [Fecha de consulta: 06 de Febrero del 2021] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3873/Raymundo%20Monte%20s.pdf?sequence=1&isAllowed=y> = y Pág. 33.

REYES Y REYES, “Desechos de aguas residuales, empleando humedales artificiales subsuperficiales en el distrito de Chao, Provincia de Virú”, 2008 [Fecha consultada: 24 de Febrero de 2021] Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9872/REYES%20RODRIGUEZ%20JAIME%20ERNESTO%20REYES%20RODRIGUEZ%20JORGE%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RODRIGUEZ Alberth. Estudio De La Eficiencia De Un Filtro Sumergido Y Un Filtro Percolador En El Tratamiento Secundario De Las Aguas Residuales Domésticas, Moyobamba, 2014. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad Nacional De San Martín. Facultad de Ecología, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/256/6055813.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANZ Juan. Fundamentos de Mecánica de Suelos. [en línea] España. 1975 [Fecha de consulta: 30 de Enero de 2021] Capítulo 1. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynl4C&pg=PR5&lpg=PR5&dq=SANZ+Juan,+1975\).+mecanica+de+suelos.+pdf&source=bl&ots=9zN1GcSLL8&sig=ACfU3U2uZnJFYAtDrDZgA73H85Rbg5y0Q&hl=es19&sa=X&ved=2ahUKEwjLv4CH2LiAhUMnlkKHeWZDX0Q6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=SANZ%20Juan%2C%20\(1975\).%20mecanica%20de%20suelos.%20pdf&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynl4C&pg=PR5&lpg=PR5&dq=SANZ+Juan,+1975).+mecanica+de+suelos.+pdf&source=bl&ots=9zN1GcSLL8&sig=ACfU3U2uZnJFYAtDrDZgA73H85Rbg5y0Q&hl=es19&sa=X&ved=2ahUKEwjLv4CH2LiAhUMnlkKHeWZDX0Q6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=SANZ%20Juan%2C%20(1975).%20mecanica%20de%20suelos.%20pdf&f=false)

ISBN: 84-7146-022-X

SILVIA Angelone, Permeabilidad de Suelos [Fecha de consulta: 10 de Enero del 2021] Disponible en:

<https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>

SILVA Rosario. Validez y confiabilidad del estudio socioeconómico. [en línea] Formación gráfica, S.A. 2006. [Fecha consultada: 15 de Enero 2021] Capítulo I. Validez y Confiabilidad. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=q0EzLNie4kYC&pg=PA138&dq=sampieri+validez+y+confiabilidad+investigacion+cientifica+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQjuiS\\_PiAhXLpFkKHeFdDkUQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=q0EzLNie4kYC&pg=PA138&dq=sampieri+validez+y+confiabilidad+investigacion+cientifica+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQjuiS_PiAhXLpFkKHeFdDkUQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 970-32-3807-6.

TAMAYO Mario. El proceso de la Investigación Científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. [en línea] México: Limusa, 2004. [Fecha de consulta: 10 de Enero de 2021]. Capítulo III. El Proyecto de Investigación. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=BhymmEqkkJwC&pg=PA176&dq=poblacion+en+una+investigacion+cientifica&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiRqq63nu7iAhVmuVkkHfCDDs0Q6AEIJzAA#v=onepage&q=poblacion%20en%20una%20investigacion%20cientifica&f=false>

ISBN: 968-18-5872-7

Vargas Meneses, CATALINA, Solidos totales y solidos suspendidos [Fecha de consulta: 07 de Enero del 2021] Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3225/1/31602.pdf>  
Pág. 29

VIAÑA Lady. Manual de costos y presupuestos. [En línea]. Colombia: Fondo Editorial del Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico, 2014. 74 p. [Fecha de consulta: 30 de Enero del 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/81180304-Manual-de-costos-y-presupuestos.html>. ISBN: 978-958-57393-2-1.

VILLARROEL, "Tratamiento terciario del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales el cortijo para uso agrícola con humedales construidos de flujo superficial", 2005 [Fecha consultada: 26 de Enero de 2021] Disponible en: <https://es.slideshare.net/jesuskenwayastopari/aguas-residuales-trujillo-la-libertad>  
MACEDO , "Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales incorporando humedales artificiales para mejorar la disposición de coliformes fecales, Tarapoto 2020" [Fecha consultada: 12 de Enero de 2021]  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47125/Macedo\\_FPA-Vela\\_PM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47125/Macedo_FPA-Vela_PM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **ANEXOS**

Anexo 01 Plano del levantamiento topográfico







Anexo 02. Procedimientos de la construcción de humedales







Anexo 03. Procedimiento de la toma de muestra del agua del humedal



Anexo 04. Procedimiento de la toma de muestra del agua del humedal



Anexo 05. Procedimiento de la toma de muestra del agua del humedal



Anexo 06. Procedimiento de la toma de muestra del agua del humedal



Anexo 07. Memoria de cálculo para el diseño del humedal

**MEMORIA DE CÁLCULO**  
**DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES U.B.S. - VIVIENDA**

**1. Información de diseño:**

N° de habitantes por familia (P)	5 habitantes
Dotación	100 l/hab/día
% Contribución al desagüe	80%

**2. Resultados:**

**2.1 Cantidad de aguas residuales**

Volumen diario de aguas residuales: $q = P \times \text{Dotación} \times 0.8$	400 L/d
---	---------

**3. Disposición final de aguas residuales**

**3.1 Opción de humedal para aguas residuales (Tratamiento Secundario)**

**DATOS**

Caudal Unitario (Q)	0.005 L/s	
Caudal descargado (Q)	0.400 m <sup>3</sup> /día	
		Hoja Técnica Biodigestor
DBO entrada (Co) - Biodigestor	149 gr/m <sup>3</sup>	
Carga Orgánica	59.6 gr/día	
DBO salida (Ce)	100.0 gr/m <sup>3</sup>	
Carga Superficial	14.0 gr/m <sup>2</sup> /día	
Temperatura promedio mes más frío	13 °C	
Profundidad humedal, (y)	<b>0.6 m</b>	Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)
Porosidad humedal (n)	0.7	
Ancho humedal (canal)	<b>1.5 m</b>	
$Kt = 0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$	0.45 1/día	
$As = Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \times n)$ - Para remover la DBO	<b>0.842 m<sup>2</sup></b>	
<b>Area Superficial por carga orgánica (Aco)</b>	4.257 m <sup>2</sup>	
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs A:	4.257 m <sup>2</sup>	
Longitud de humedal	<b>2.838 m</b>	
Longitud de humedal asumido	<b>2.900 m</b>	
Volumen	2.610 m <sup>3</sup>	
Periodo de retención aparente	6.5 días	

**MEMORIA DE CÁLCULO**  
**DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES U.B.S. - VIVIENDA**

**1. Información de diseño:**

Nº de habitantes por familia (P)	10 habitantes
Dotación	100 l/hab/día
% Contribución al desagüe	80%

**2. Resultados:**

**2.1 Cantidad de aguas residuales**

Volumen diario de aguas residuales: $q = P \times \text{Dotación} \times 0.8$	800 L/d
---	---------

**3. Disposición final de aguas residuales**

**3.1 Opción de humedal para aguas residuales (Tratamiento Secundario)**

**DATOS**

Caudal Unitario (Q)	0.009 L/s	
Caudal descargado (Q)	0.800 m <sup>3</sup> /día	
		Hoja Técnica Biodigestor
DBO entrada (Co) - Biodigestor	149 gr/m <sup>3</sup>	
Carga Orgánica	119.2 gr/día	
DBO salida (Ce)	100.0 gr/m <sup>3</sup>	
Carga Superficial	14.0 gr/m <sup>2</sup> /día	
Temperatura promedio mes más frío	14 °C	
Profundidad humedal, (y)	0.6 m	
		Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)
Porosidad humedal (n)	0.7	
Ancho humedal (canal)	2 m	
$Kt = 0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$	0.48 1/día	
$As = Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \cdot Yn)$ - Para remover la DBO	1.589 m <sup>2</sup>	
<b>Area Superficial por carga orgánica (Aco)</b>	8.514 m <sup>2</sup>	
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs A:	8.514 m <sup>2</sup>	
Longitud de humedal	4.257 m	
Longitud de humedal asumido	4.200 m	
Volumen	5.040 m <sup>3</sup>	
Periodo de retención aparente	6.3 días	



**MEMORIA DE CÁLCULO**  
**DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES U.B.S. - I.EDUCAT.**

**1. Información de diseño:**

N° de alumnos (P)	52 alumnos
Dotación	20 l/hab/día
% Contribución al desagüe	80%

**2. Resultados:**

**2.1 Cantidad de aguas residuales**

Volumen diario de aguas residuales: $q = P \times \text{Dotación} \times 0.8$	832 L/d
---	---------

**3. Disposición final de aguas residuales**

**3.1 Opción de humedal para aguas residuales (Tratamiento Secundario)**

**DATOS**

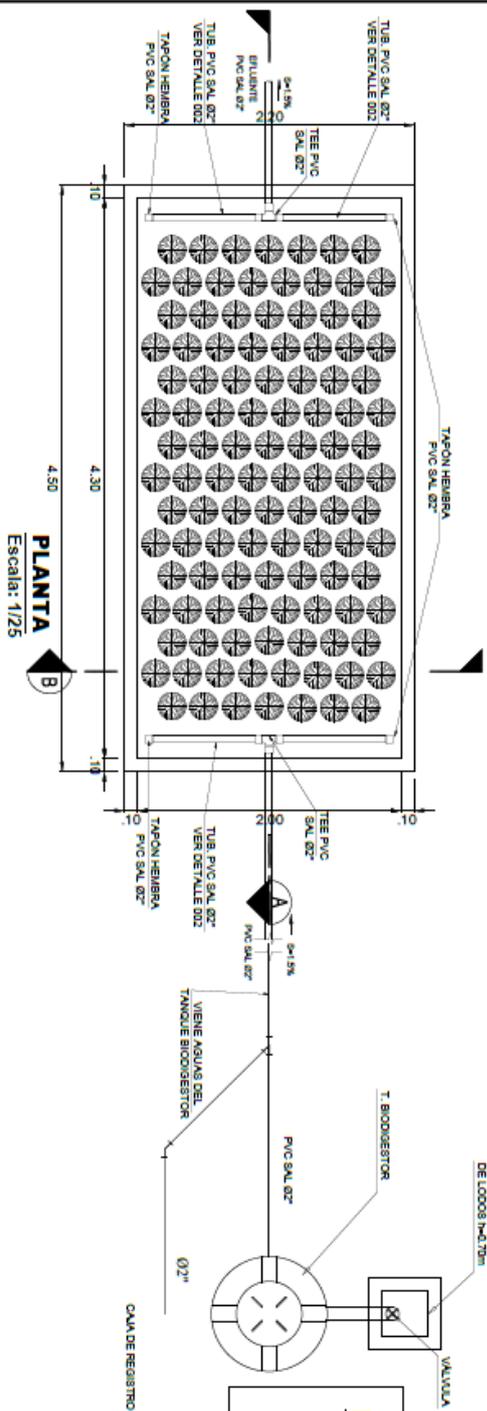
Caudal Unitario (Q)	0.010 L/s
Caudal descargado (Q)	0.832 m <sup>3</sup> /día

Hoja Técnica  
Biodigestor

DBO entrada (Co) - Biodigestor	149 gr/m <sup>3</sup>
Carga Orgánica	123.968 gr/día
DBO salida (Ce)	100.0 gr/m <sup>3</sup>
Carga Superficial	14.0 gr/m <sup>2</sup> /día
Temperatura promedio mes más frío	14 °C
Profundidad humedal, (y)	0.6 m
	Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)
Porosidad humedal (n)	0.7
Ancho humedal (canal)	2 m
$Kt = 0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$	0.48 1/día
$A_s = Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \times n)$ - Para remover la DBO	1.653 m <sup>2</sup>
<b>Area Superficial por carga orgánica (Aco)</b>	8.855 m <sup>2</sup>
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs A <sub>s</sub> )	8.855 m <sup>2</sup>
Longitud de humedal	4.427 m
Longitud de humedal asumido	4.500 m
Volumen	5.400 m <sup>3</sup>
Periodo de retención aparente	6.5 días

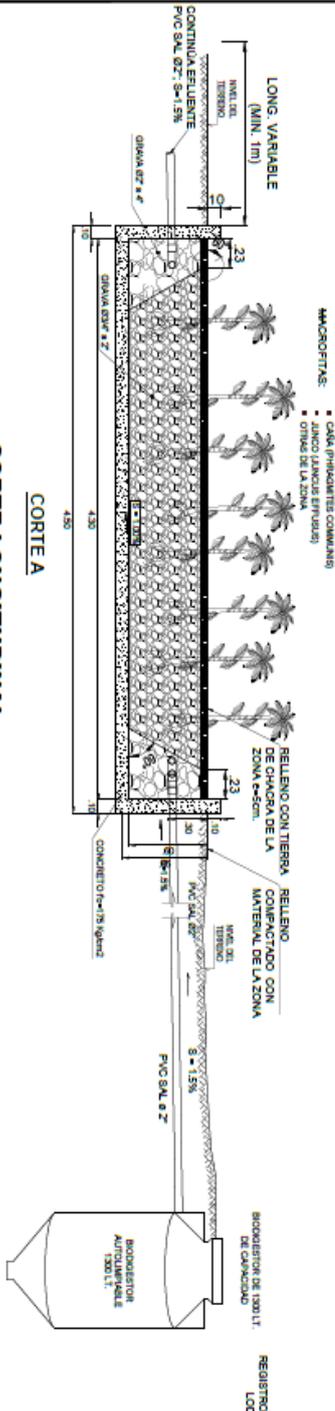


**ELEVACION: HUMEDAL ARTIFICIAL  
DE FLUJO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL**

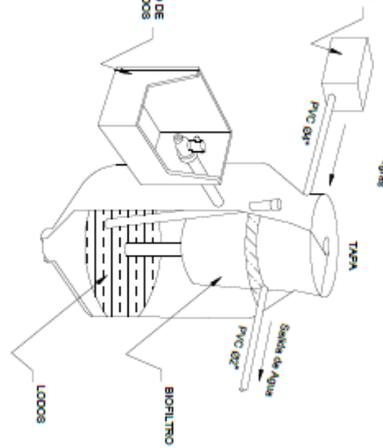


- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- CONCRETO SIMPLE:**
- Losa de Fondo, Muros  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
  - Cemento Portland TIPO I, Ico o Similar

**CORTE A**  
**CORTE LONGITUDINAL**  
Escala: 1/25



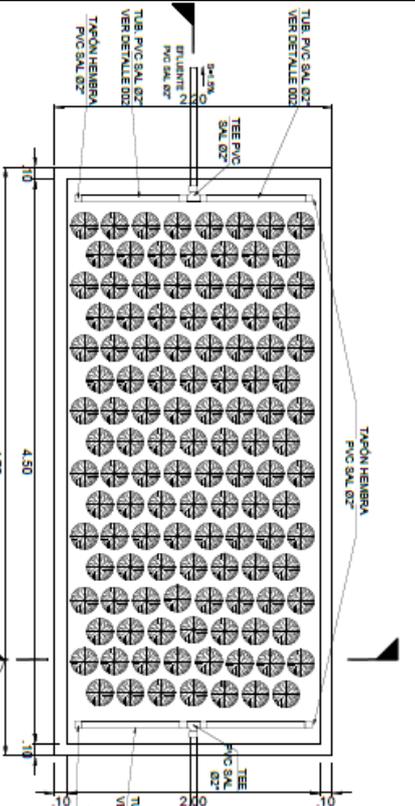
**ESQUEMA DE INSTALACION  
TANQUE BIODIGESTOR**  
Escala: S/E



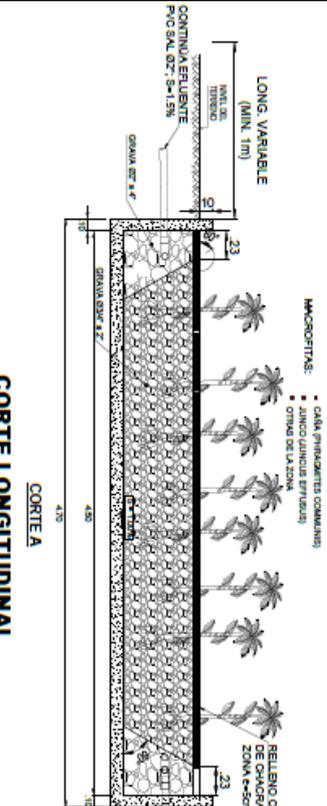
<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	
TITULACION DE AGNOS RECONOCIDOS EN UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE TRUJILLO CAMPUS ALABRIZ - SANJUAN CHINCHIPE - 2007	
DISTRITO DE PLAZA REVOLUCION, SAN CARLOS DE TRUJILLO RUC: 20101000000	
CARRERA: INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS ESPECIALIDAD: AGUAS SEMESTRE: 02	INSTITUCION: HESS CODIGO: 02
NOMBRE DEL ALUMNO: [Blank] NOMBRE DEL TUTOR: [Blank]	FECHA DE ENTREGA: [Blank] FECHA DE CALIFICACION: [Blank]



ELEVACION: HUMEDAL ARTIFICIAL  
DE FLUJO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL

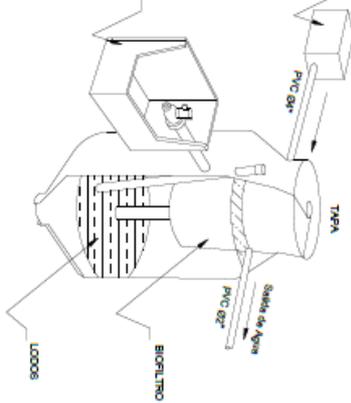
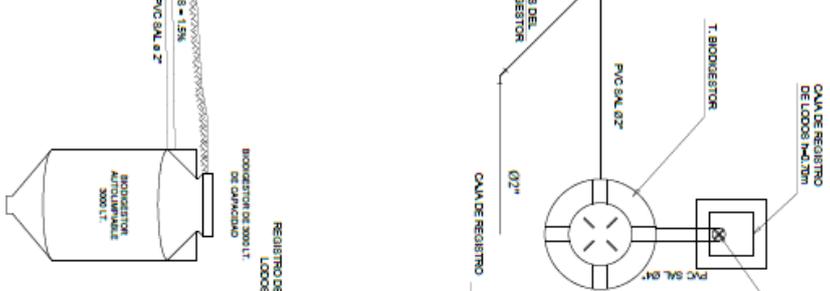


**PLANTA**  
Escala: 1/25



**CORTE LONGITUDINAL**  
Escala: 1/25

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**  
**CONCRETO SIMPLE:**  
- Losa de Fondo, Muros  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$   
- Cemento Portland Tipo 1, 100 o Similar



**ESQUEMA DE INSTALACION TANQUE BIODIGESTOR**  
Escala: S/E

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	
INSTITUTO DE AGUAS RESIDUALES EN INGENIERIA AMBIENTAL DE SISTEMAS INTEGRADOS CAMPUS ALBERDI - SANJUAN GRANDE - 2007	
ESTADIA DE TRATAMIENTO DECANTACION CON MANTILLO SUB-SUPERFICIAL DE FLUJO HORIZONTAL FLUJO HORIZONTAL TANQUE BIODIGESTOR DE 2000 LT.	
PROFESOR	ING. JUAN VARELA
ASISTENTE	ING. JUAN VARELA
ALUMNO	ING. JUAN VARELA
FECHA	2007
REVISION	03
PROYECTO	03

## Test de percolacion







## Anexo. Fichas del análisis del laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL-DA CON EL REGISTRO N° LE-974



### INFORME DE ENSAYO N° 21000748/2021

**Razón social:** CONSORCIO SANEAMIENTO UTCUBAMBA **RUC:** 20605753371  
**Domicilio legal:** Jr. Libertad Nro. 1236 Bar. Luya Uroo (Frente a la Pizzeria Mi Viejo) - CHACHAPOYAS - AMAZONAS **CMA:** CMA467/2021

**Producto declarado:** Agua Residual / Agua Residual Municipal  
**Número de Muestras:** 05  
**Presentación:** Frasco de Plástico y Vidrio / Dos (02) unidades de 1L y Tres (03) unidades de 500 mL  
**Procedencia:** CAMPO ALEGRE  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 25/01/2021-15:30 h  
**Coordenadas:** 782942E 9351954N  
**Punto de muestreo:** P-1 / CAJA DE REGISTRO  
**Fecha de recepción de la muestra:** 26/01/2021  
**Código de Laboratorio:** 21000748  
**Fecha de inicio de análisis:** 26/01/2021  
**Fecha de término de análisis:** 01/02/2021  
**Fecha de emisión:** 07/02/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Aceites y grasas	4,0	mg/L	86,4
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	445
Sólidos totales suspendidos	5	mg/L	101
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	6,75
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/L	197

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	---	NMP/100 mL	16000000

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL, CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensajados. Los análisis de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que los produce.  
PR-1516-01/V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones  
Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Lanavilla - Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador  
Phone central: (+511) 680 2323

JE/CYPCYP



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL-DA CON EL REGISTRO N° LE-974



INFORME DE ENSAYO N° 21000749/2021

**Razón social:** CONSORCIO SANEAMIENTO UTCUBAMBA **RUC:** 20605753371  
**Domicilio legal:** Jr. Libertad Nro. 1236 Bar. Luya Uroo (Frente a la Pizzeria Mi Viejo) -  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS **CMA:** CMA467/2021

**Producto declarado:** Agua Residual / Agua Residual Municipal  
**Número de Muestras:** 05  
**Presentación:** Frasco de Plástico y Vidrio / Dos (02) unidades de 1L y Tres (03) unidades de 500 mL  
**Procedencia:** CAMPO ALEGRE  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 25/01/2021-16:00 h  
**Coordenadas:** 782943E 9351968N  
**Punto de muestreo:** P-3 / HUMEDAL CAMPO ALEGRE  
**Fecha de recepción de la muestra:** 26/01/2021  
**Código de Laboratorio:** 21000749  
**Fecha de inicio de análisis:** 26/01/2021  
**Fecha de término de análisis:** 01/02/2021  
**Fecha de emisión:** 07/02/2021

Página 1 de 2

**Físico Químicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Aceites y grasas</b>	4,0	mg/L	4,7
<b>Demanda Química de Oxígeno</b>	10	mg/L	366
<b>Sólidos totales suspendidos</b>	5	mg/L	472
<b>* pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	7,07
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>	5	mg/L	165

**Microbiológicos**

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)</b>	---	NMP/100 mL	350000

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe apoderar el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL, CMA S.A.C. Los resultados obtenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems analizados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
PR-19-16-011 V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request.  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures (i.e.), and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones  
Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Lirio - Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador  
Phone central: (+511) 660 2323

JEACYPICYP



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

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



Quím. Celino Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
PR-13-05-01 / V02, 2020.10.16

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones  
Panamericana Sur Km 23.5 Santa Rosa de Lanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador  
Phone central: (+511) 660 2323

JEO/YPCYP



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL-DA CON EL REGISTRO N° LE-074



INFORME DE ENSAYO N° 210007492021

Página 2 de 2

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

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



Quím. Celso Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems encargados. Los análisis de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que los produce.  
PR-13-16-01 / V02, 2020.10.16

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures, etc., and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones  
Panamericana Sur Km 29.5 - Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador  
Phone central: (+511) 660 2323

JECYPCYP



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL-DA CON EL REGISTRO N° LE-074



INFORME DE ENSAYO N° 21000750/2021

**Razón social:** CONSORCIO SANEAMIENTO UTCUBAMBA **RUC:** 20605753371  
**Domicilio legal:** Jr. Libertad Nro. 1236 Bar. Luya Urco (Frente a la Pizzeria Mi Viejo) -  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS **CMA:** CMA467/2021

**Producto declarado:** Agua Residual / Agua Residual Municipal  
**Número de Muestras:** 05  
**Presentación:** Frasco de Plástico y Vidrio / Dos (02) unidades de 1L y Tres (03) unidades de 500 mL  
**Procedencia:** CAMPO ALEGRE  
**Condición de la muestra:** Refrigerada  
**Muestreado por:** El cliente  
**Procedimiento de muestreo:** No Aplica  
**Plan de muestreo:** No Aplica  
**Fecha y hora de muestreo:** 25/01/2021-16:30 h  
**Coordenadas:** 782945E 9351975N  
**Punto de muestreo:** P-2 / DESCARGA DE AGUA FINAL  
**Fecha de recepción de la muestra:** 26/01/2021  
**Código de Laboratorio:** 21000750  
**Fecha de inicio de análisis:** 26/01/2021  
**Fecha de término de análisis:** 01/02/2021  
**Fecha de emisión:** 07/02/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Aceites y grasas	4,0	mg/L	15,9
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	198
Sólidos totales suspendidos	5	mg/L	12
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,20
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg/L	96

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	---	NMP/100 mL	1400

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
PR-1548-01 / V02, 2020.10.16

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones  
Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador  
Phone central: (+511) 680 2323

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout of the world

JEC/PC/YP



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

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017, Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Induye MUESTREO) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



 Quim. Celino Yahuana Palacios  
 Gerente de Laboratorio  
 PACIFIC CONTROL CMA SAC
 
**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

 No se debe apudarse el Informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems encargados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 PR-1349-01 / V02, 2020.10.10

 Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures/Spa, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.


 Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones  
 Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Laravilla, Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador  
 Phone central: (+511) 660 2323

JECYPCYP

**CONSORCIO SANEAMIENTO  
UTCUBAMBA**



(CONSTRUCTORA CONSULTORA E INMOBILIARIA SANTAMARIA E.I.R.L. - TUESTA CONSULTORES Y EJECUTORES E.I.R.L.)

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Chachapoyas, 28 de abril de 2021

**CARTA N° 051-2021-CSU /RL-JVT**

Señor:  
Br. Ing. Civil SALOMON AGUILAR SALDAÑA  
Egresado de la Universidad Alas Peruanas

**Asunto :** AUTORIZACION PARA ELABORAR TRABAJO DE INVESTIGACION EN OBRA

**Referencia :** a) Contratación de la ejecución de la obra: "Mejoramiento e instalación del sistema de agua potable, alcantarillado y letrización del centro poblado de Collicate y caseríos, distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba - Amazonas"  
b) Solicitud de fecha 28/04/2021

Tengo a bien dirigirme a Ud. Con la finalidad de hacerle presente mi cordial saludo y al mismo tiempo, en calidad de representante legal del CONSORCIO SANEAMIENTO UTCUBAMBA, que actualmente se encuentra ejecutando la obra "Mejoramiento e instalación del sistema de agua potable, alcantarillado y letrización del centro poblado de Collicate y caseríos, distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba - Amazonas", AUTORIZO a su persona en calidad de Bachiller de Ingeniería Civil que según lo tramitado ante la Universidad César Vallejo – Sede Ate Vitarte pueda efectuar su trabajo de investigación denominado: "TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO CONSTRUYENDO HUMEDALES ARTIFICIALES, CAMPO ALEGRE – BAGUA GRANDE - 2021" considerando los plazos de ejecución de obra, para lo cual deberá efectuar las coordinaciones necesarias con el plantel técnico de obra a fin de que se le brinde la información requerida.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente.

Atentamente,

CONSORCIO  
SANEAMIENTO UTCUBAMBA  
  
José R. Valqui Tupia  
REPRESENTANTE LEGAL

c.c.: Archivo

Jr. Herosura N° 365 - Chachapoyas - Amazonas - e-mail: [tuestacye@hotmail.com](mailto:tuestacye@hotmail.com), [josevalqui@gmail.com](mailto:josevalqui@gmail.com)