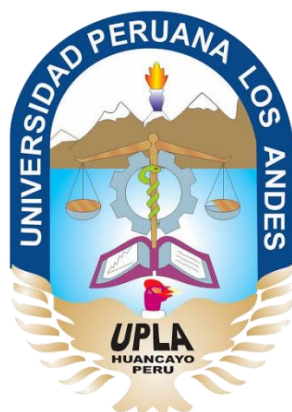


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“IMPLEMENTACIÓN DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL  
EFLUENTE EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL DISTRITO  
DE MATAHUASI”**

**Línea de investigación de la Universidad:  
SALUD Y GESTIÓN DE LA SALUD**

**Línea de investigación de la escuela Profesional de Ingeniería Civil:  
HIDRÁULICA MEDIO AMBIENTE**

**Presentado por:**

**Bach. JOJAN MAITA ARIAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE:**

**INGENIERÍA CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2019**

**ASESORES:**

**ASESOR METODOLÓGICO:  
Mg. Santos Julca, Jaqueline.**

**ASESOR TEMÁTICO:  
Ing. Ordóñez Camposano, Vladimir.**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por darme la vida hasta hoy y poder lograr mi objetivo de terminar la carrera y desarrollarme en la vida, asimismo a mis padres que siempre me brindan su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis así también a mis asesores asignados por la Universidad Peruana los Andes.

Por la culminación de la tesis agradezco a todos los ingenieros que me ayudaron con las inquietudes durante todo el desarrollo de esta y a la Municipalidad Distrital de Matahuasi que me brindo información necesaria para hacer posible esta tesis y a las demás personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo de la tesis.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

**DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ**  
**PRESIDENTE**

---

**ING. JULIO FREDY PORRAS MAYTA**  
**JURADO**

---

**MG. JUAN JOSE BULLÓN ROSAS**  
**JURADO**

---

**ING. MARIA LUISA MUERAS GUTIERREZ**  
**JURADO**

---

**MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES**  
**SECRETARIO DOCENTE**

# ÍNDICE

ASESORES: .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO.....	v
INDICE DE FIGURAS .....	x
INDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCION .....	xv
CAPITULO I: .....	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1 Planteamiento del problema .....	16
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	17
1.2.1. Problema general .....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación .....	18
1.3.1. Práctica o social.....	18
1.3.2. Metodológica .....	18
1.4. Delimitaciones.....	18
1.4.1. Espacial .....	18
1.4.2. Temporal .....	19
1.4.3. Económica.....	19
1.5. Limitaciones .....	19
1.6. Objetivos.....	20
1.6.1. Objetivo general.....	20

1.6.2. Objetivos específicos.....	20
CAPITULO II: .....	21
MARCO TEORICO .....	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.2. Marco conceptual.....	42
2.2.1. Sistema de alcantarillado de aguas residuales.....	42
2.2.1.1. Aguas residuales.....	44
2.2.1.2 Clasificación de las aguas residuales.....	45
2.2.1.3. Características de las aguas residuales .....	46
2.2.1.4. Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual .....	52
2.2.1.5. Clasificación de los métodos de tratamiento de las aguas residuales.....	53
• Procesos unitarios físicas .....	54
• Procesos unitarios químicas.....	54
• Procesos unitarios biológicas .....	54
2.2.1.6. Etapas de tratamiento de las aguas residuales.....	54
2.2.1.7. Grado de tratamiento de las aguas residuales .....	57
2.2.1.8. Importancia del tratamiento de aguas residuales .....	59
2.2.1.9. Criterios de selección de una planta de tratamiento de aguas residuales.....	61
2.2.1.10. Tratamiento primario .....	63
2.2.1.11. Tratamiento secundario.....	64
2.2.2. Filtros verdes .....	65
2.2.2.1. Humedales.....	66
• Humedales naturales .....	66

• Humedales artificiales .....	66
• Humedales de flujo superficial (fws) .....	66
• Humedales de flujo sub superficial (ssf) .....	67
2.2.2.2. Clases de plantas acuáticas .....	70
2.2.2.3. Tratamiento de aguas residuales con plantas esféricas.....	70
2.2.2.4. Propiedades de las plantas acuáticas en sistema de tratamiento .....	71
2.3. Definición de términos .....	71
2.4. Hipótesis .....	72
2.4.1. Hipótesis general .....	72
2.4.2. Hipótesis específicas .....	72
2.5. Variables .....	72
2.5.1 Definición conceptual de la variable .....	72
2.5.2 Definición operacional de la variable .....	73
CAPITULO III:.....	75
METODOLOGIA .....	75
3.1. Método de investigación .....	75
3.2. Tipo de investigación .....	75
3.3. Nivel de investigación .....	75
3.4. Diseño de la investigación .....	75
3.5. Población y Muestra .....	76
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	76
3.7. Procesamiento de la información .....	77
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	80
CAPITULO IV: .....	82
RESULTADOS .....	82



CAPÍTULO V .....	90
DISCUSION DE RESULTADOS.....	90
CONCLUSIONES .....	92
RECOMENDACIONES .....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS .....	97

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación y localización del distrito de Matahuasi .....	19
Figura 2: Componentes de un alcantarillado.....	42
Figura 3 Tipos de alcantarillado de Aguas Residuales.....	44
Figura 4: Ciclo de manejo de Agua Residual.....	45
Figura 5: Esquema de la clasificación de las aguas residuales.....	46
Figura 6: Etapas de tratamiento de Aguas Residuales .....	56
Figura 7: Grado de Remoción en cada tratamiento .....	57
Figura 8: Importancia de las Aguas Residuales .....	61
Figura 9: Flujograma de Planta Tratamiento de Aguas Residuales.....	63
Figura 10. Sistema de Agua Superficial libre (FWS).....	67
Figura 11. Humedal de Flujo Sub Superficial (SSF).....	68
Figura 12: Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) del agua residual en cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible.....	82
Figura 13: Valores de Temperatura (C°) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (<35).....	83
Figura 14: Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (<100).....	84
Figura 15: Valores de Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (<200).....	85
Figura 16: Valores de Solidos Suspendidos Totales SST (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (<150).....	86

Figura 17: Valores de Aceites y grasas (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (<20).....87

Figura 18: Valores de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (<10000).....88

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de alcantarillado en una red.....	43
Tabla 2: Clasificación de los parámetros del agua residual.....	47
Tabla 3: Clasificación de los microorganismos.....	50
Tabla 4: Composición de las excretas.....	51
Tabla 5: Parámetros en descargas de aguas residuales y aportes por persona .....	52
Tabla 6: Contaminantes de importancia en el agua residual.....	53
Tabla 7: Eficiencia de remoción de constituyentes en los diferentes procesos de tratamiento.....	58
Tabla 8: Remoción esperada de algunos parámetros físico, químico y biológico en los diferentes procesos de tratamiento.....	59
Tabla 9: Rango de eficiencia en las etapas de cada tratamiento .....	59
Tabla 10: Ventajas y desventajas de los humedales artificiales.....	69
Tabla 11: Puntos de muestreo para el análisis de los efluentes.....	80
Tabla 12: Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR.....	81
Tabla 13: Parámetros de Campo – Potencial de Hidrogeno (pH).....	82
Tabla 14: Parámetros de Campo – Temperatura (T).....	83
Tabla 15: Parámetros Fisicoquímicos – Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).....	83
Tabla 16: Parámetros Fisicoquímicos – Demanda química de oxígeno (DQO)..	84
Tabla 17: Parámetros Fisicoquímicos – Sólidos disueltos totales (SST).....	85
Tabla 18: Parámetros Orgánicos – Aceites y grasas (AG).....	86
Tabla 19: Parámetros Biológicos – Coliformes Termotolerantes (CT).....	87
Tabla 20: Resultados del Afluente .....	88
Tabla 21: Resultados del Efluente (Lagunas de Estabilización Existente).....	88
Tabla 22: Resultados del Efluente con Filtros Verdes (con tratamiento - Muestra 1).....	89
Tabla 23: Eficiencia de remoción de cada parámetro del efluente.....	89
Tabla 24: Resumen de los resultados obtenidos.....	89
Tabla 25: Parámetros de diseño.....	99
Tabla 26: Obtención de los valores de $K_{A,20}$ y $C^*$ para humedal de flujo.....	100

## RESUMEN

En la presente tesis se formuló como problema general: ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi?, se presentó el objetivo general: Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi; y se planteó como hipótesis general: La implementación de filtros verdes influye directamente en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi.

La investigación fue de tipo aplicada, así mismo el nivel de investigación fue explicativo, y el diseño de investigación fue pre experimental, se delimito como población el Centro Poblado de Yanamuco del Distrito de Matahuasi y la muestra de esta investigación fue la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco.

Se llegó a la conclusión de que la implementación de filtros verdes influyó de manera favorable, para mejorar la calidad de aguas residuales en la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco del Distrito de Matahuasi consiguiendo altos porcentajes de remoción en los parámetros de campo, fisicoquímicos, orgánicos, biológicos (superiores a 80%).

*Palabra Clave:* Filtros verdes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes termo tolerantes.

## **ABSTRACT**

In this thesis was formulated as a general problem: How does the implementation of green filters affect the quality of wastewater in the WWTP of the town of Yanamucllo in Matahuasi district? The general objective was presented: Determine from what how the implementation of green filters influences the quality of wastewater in the WWTP of the town of Yanamucllo in the district of Matahuasi; and it was proposed as a general hypothesis: The implementation of green filters directly influences the quality of wastewater in the WWTP of the town of Yanamucllo in the district of Matahuasi.

The research was of applied type, likewise the level of research was explanatory, and the research design was pre-experimental, the population of the Yanamucllo Center of the District of Matahuasi was defined as a population and the sample of this research was the PTAR of the Populated Center of Yanamucllo.

It was concluded that the implementation of green filters favorably influenced, to improve the quality of wastewater in the WWTP of the Yanamucllo Town Center of Matahuasi District, achieving high removal rates in the field parameters, physicochemical, organic , biological (over 80%).

Keyword: Green filters, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, heat tolerant coliforms.

## INTRODUCCION

La tesis: *Implementación de Filtros Verdes para mejorar el efluente en el sistema de alcantarillado del distrito de Matahuasi*, tiene como objetivo mejorar la calidad del efluente de la laguna de oxidación C.P. de Yanamuco - Matahuasi, con la implementación de filtros verdes (humedal artificial) así también una propuesta de filtros verdes para la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco – Matahuasi, para esto se considerado los siguientes capítulos:

El Capítulo I, trata sobre el problema de investigación, el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II, muestra el marco teórico, los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Muestra la metodología de la investigación, para la cual se explica el método, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, se describen los resultados de los efluentes de la laguna de oxidación, como también con la implementación de filtros verdes así también se coloca una tabla de resumen de creación de Filtros Verdes para la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco - Matahuasi.

En el Capítulo V: discusión de resultados, se realiza la comparación entre los resultados obtenidos también la evaluación e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación de acuerdo con los objetivos, Hipótesis y/o preguntas de investigación establecidas.

Finalmente se realizan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos con los aportes de la investigación.

El Autor.

## CAPITULO I:

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

Elevar el porcentaje de procesamiento es clave contra el estrés hídrico; la ONU prevé que en 2030 la demanda mundial de agua será superior en 40% a las provisiones naturales. El tratamiento de aguas residuales, marginal en el mundo, es clave para proteger la salud y el medioambiente, pero también para hacer frente a la escasez, según un informe de la ONU publicado este miércoles.

Las aguas residuales representan un recurso muy valioso, debido a la disponibilidad limitada de agua dulce en el mundo y a la demanda al alza", estimó Guy Rider, responsable de ONU - Agua, en ocasión de la Jornada Mundial del Agua. Durante décadas, la humanidad ha consumido agua a un ritmo más rápido que su producción natural, contribuyendo en algunas regiones al hambre, la enfermedad, la migración y hasta los conflictos. Si no se actúa, la ONU prevé que en 2030 la demanda mundial será superior en 40% a las provisiones naturales. Dos tercios de la humanidad viven en zonas donde la escasez de agua es patente durante al menos un mes al año. La mitad viven en China e India. Más de 800,000 personas mueren cada año por el consumo de agua contaminada o porque no pueden lavarse las manos debidamente.

Las enfermedades relacionadas con el agua se cobran 3.5 millones de vidas anuales en América Latina, África y Asia, un dato superior a la suma de las muertes por SIDA y accidentes de auto. Y el calentamiento global, que agrava la sequía, continuará, incluso en los mejores escenarios. Hay una necesidad absoluta de incrementar la seguridad hídrica para superar los desafíos que suponen el cambio climático y la influencia del hombre, dijo Benedito Braga, director del Consejo Mundial del Agua, que agrupa a gobiernos, asociaciones y centros de investigación. En el Perú Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), en el Perú la cobertura de aguas residuales todavía es muy limitada. De las 253 localidades atendidas por las EPS, el 35% no cuenta con infraestructura alguna de tratamiento de aguas residuales. El



tratamiento de aguas servidas de las EPS grandes (de 40 mil hasta 1 millón de conexiones) llega al 58%, mientras que en las EPS medianas (desde 15 mil hasta 40 mil conexiones) y pequeñas (hasta 15 mil conexiones) tan solo es de 36% y 10%, respectivamente. A nivel nacional, las PTAR tienen una capacidad de 29,6 metros cúbicos por segundo ( m<sup>3</sup>/s), entre las cuales destacan Taboada y La Chira. En el centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi, se puede apreciar que en su Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Laguna de Oxidación) hay deficiencias como no considerar un buen tratamiento preliminar de las aguas residuales del sistema de alcantarillado (cámara de rejillas y desarenador), y a la vez hay filtración en sus lagunas de oxidación como también presencia de sólidos gruesos y flotantes en las lagunas de oxidación por consiguiente, conlleva a que el efluente final, descargue al cuerpo receptor (rio Mantaro), aguas residuales dañinas (dbó, dco, coliformes totales, sólidos suspendidos totales, otros), que estos perjudican significativamente al rio Mantaro y por ende a los que utilizan para riego, animales, especie acuáticas, otros.

La eficiencia de un buen PTAR, facilita que las aguas residuales domésticas no impacten negativamente a un cuerpo receptor o sea de utilidad de reutilización.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi?

### **1.2.2. Problemas específicos**

a) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros de campo de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi?

b) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi?

c) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros orgánicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi?

d) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros biológicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica o social**

La presente investigación se realizó con el fin de conocer otras tecnologías de mejorar el efluente del Sistema de alcantarillado del C.P. Yanamuco - Matahuasi, utilizando la implementación de filtros verdes - humedal artificial así también el diseño de Filtros Verdes para la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco - Matahuasi, y así contribuir con el medio ambiente, y dejar en un buen ambiente a las futuras generaciones como a todo ser vivo que existe en el planeta.

#### **1.3.2. Metodológica**

La elaboración y aplicación de los instrumentos de recolección de datos para cada una de las variables de investigación como los adecuados filtros verdes y para la determinación de la calidad de las aguas residuales en la planta de tratamiento serán útiles para cualquier otro investigador que indague mediante métodos científicos, situaciones que pueden ser investigadas por la ciencia, una vez que sean demostrados su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación y en otras investigaciones.

### **1.4. Delimitaciones**

#### **1.4.1. Espacial**

La presente investigación se desarrollará en la planta de tratamiento de aguas residuales (laguna de oxidación) del C.P. de Yanamuco – Matahuasi.

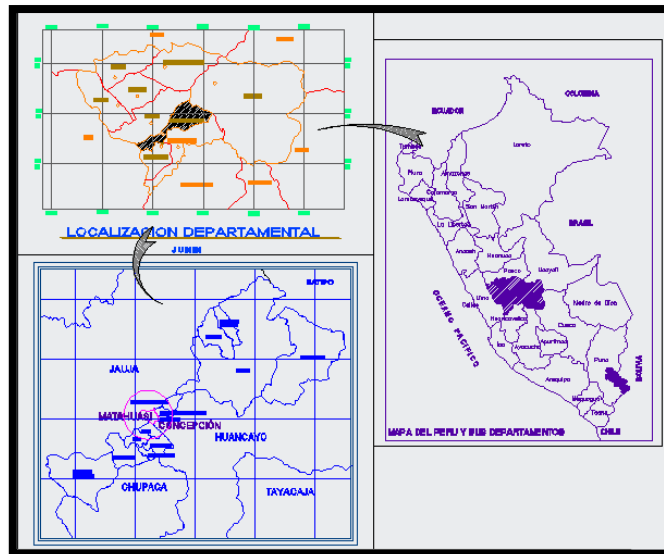


Figura 1: Ubicación y localización del distrito de Matahuasi

Fuente: Elaboración propia.

#### 1.4.2. Temporal

La investigación se realizará en el año 2018 - 2019, específicamente entre los meses de junio a diciembre del 2018.

#### 1.4.3. Económica

Esta investigación será autofinanciada.

#### 1.5. Limitaciones

Por los laboratorios requeridos para el estudio de aguas residuales se encontró una limitante de índole económica, debida a que el costo es caro y en la ciudad de Huancayo no se encuentra los parámetros a analizar, y el tiempo para el análisis de la toma de muestras de las aguas residuales es de 5 días una vez ya estando en el laboratorio analizarlo, así también el resultado a brindarme toma un tiempo considerable por la empresa.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamucllo del distrito de Matahuasi.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros de campo de las aguas residuales.
- b) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales.
- c) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros orgánicos de las aguas residuales.
- d) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros biológicos de las aguas residuales.

## CAPITULO II:

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

✓ **Nacionales:**

Gómez, (2017) en su tesis denominada: *Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando Cyperus alternifolius y Chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas*, sustentada en la Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Las especies, Paragüitas y Vetiver, se adaptaron en un periodo de dos meses durante la temporada cálida (enero y febrero), y continuaron su desarrollo (junio - agosto) alcanzando alturas máximas de 2.38 y 2.40m respectivamente, la segunda especie mostró un mejor desarrollo después del corte de mantenimiento, ya que las ramas podadas siguen creciendo, mientras que en el Paragüitas tienden a secarse. Así mismo ambas plantas tienen una producción de biomasa, en peso seco, similar.
2. Con respecto al comportamiento de los parámetros de operación de los humedales, estos son condicionados por el caudal de operación real, que fue menor en 11% con respecto al teórico, reduciendo el valor de la carga hidráulica y orgánica; la carga hidráulica superficial mostró valores que están dentro de lo establecido para climas cálidos, mientras que la carga orgánica, para humedales con Paragüitas y Vetiver, representó el 50% de la capacidad permitida para climas cálidos en humedales verticales, siendo posible aumentar el caudal de operación en 10 y 25% respectivamente, para estar cerca al rango de valores recomendados, sin afectar la carga hidráulica; con el incremento mencionado, también es posible acercarse al valor recomendado del parámetro área por persona equivalente

(Área/Hab.Eq). El tiempo de retención fue el adecuado, pudiendo mejorar aumentando la densidad de plantas por m<sup>2</sup>.

3. El resultado de las mediciones de temperatura y pH son valores aceptables para el desarrollo de microorganismos y tolerables para el crecimiento de ambas plantas. Así mismo ambos humedales demostraron buena eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos con relación a los reportes citados en la revisión bibliográfica, tales como Turbiedad (99.4-99.0%); Nitrógeno amoniacal (98-93%), Fósforo total (91- 89%); Demanda bioquímica de oxígeno (98-96%); Demanda química de oxígeno (92-90%); Sólidos suspendidos totales (88-85%); Coliformes fecales (99-91%); no obstante en Nitrógeno total fue 48-56%, representando una baja eficiencia, para humedales con *Cyperus alternifolius* y *Chrysopogon zizanioides* respectivamente.
4. Los resultados de la caracterización del agua tratada por ambos humedales verticales demostraron que pueden ser vertidas en cuerpos de agua, con restricción en el parámetro microbiológico, coliformes fecales, vertido por el humedal con Vetiver que no cumple lo dictado por la legislación nacional establecida en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.
5. Según los resultados del análisis estadístico no existen diferencias significativas en el tratamiento hecho por ambas plantas, concluyendo una eficiencia similar para las condiciones estudiadas. Sin embargo, desde el punto de vista del mantenimiento, el Vetiver ofrece mayores ventajas, ya que luego de la poda la planta permanece en constante crecimiento, mientras que el Paragüitas requiere de nuevos brotes.

6. Como conclusión final, los humedales artificiales, empleados como sistemas semi- descentralizados en áreas periurbanas facilitan el tratamiento de las aguas residuales, ya que existe mayor uniformidad en ellas, por lo tanto es de fácil tratamiento existiendo mayor potencial de recuperación y reutilización local, mejorando el balance hídrico y la preservación del recurso hídrico. Así mismo los humedales artificiales tienen la bondad de mejorar el paisaje, siendo una alternativa para su empleabilidad en áreas verdes.

Flores, (2016) en su tesis denominada: *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales utilizando humedales artificiales para riego en la ciudad universitaria, Los Módulos Ayacucho*, sustentada en la Universidad Peruana del Centro; Huancayo, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Las muestras de las aguas residuales capturadas (recogidas) en los diferentes buzones de la ciudad universitaria Los Módulos, siendo el análisis de laboratorio DBO5, Coliformes Fecales y SST con 117.40 mg/L, 2.87E+06 NMP/100 ml y 1140.06 mg/L respectivamente y con la propuesta de la PTAR utilizando humedales artificiales se ha obtenido DBO5, Coliformes Fecales y SST con 1.87 mg/L, 401.80 NMP/100 ml y 16.92 mg/L respectivamente, siendo su tratamiento un *proceso biológico*.
2. El caudal de diseño de las aguas residuales es  $Q_m = 48.87$  l/s de acuerdo a los efectos de las variaciones de consumo ( $K_1=1.30$  -  $K_2= 1.80$  a  $2.50$  -  $K_3= 0.50$ ) y luego su dimensionamiento de cada componente, tales como la canal de entrada, Cámara de Rejas (1.29 m<sup>2</sup>), Desarenador (1.96 m<sup>2</sup>), Tanque Imhoff (53.53 m<sup>2</sup>), Filtro Biológico (365.00 m<sup>2</sup>) y Humedal Artificial Sub Superficial (55.50 m<sup>2</sup>).
3. El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

utilizando los humedales artificiales, responde adecuadamente al comportamiento previsto, es una tecnología válida para depurar aguas residuales como tratamiento secundario o terciario; es una planta eficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas un grado de remoción de 80 a 99%. Se considera una tecnología viable de bajo costos, en cuanto a su instalación, pues no requiere de trabajo permanente ni personal calificado para su operación y mantenimiento, el cual es mínimo. La dimensión de las celdas para el diseño del humedal, con relación 4:1 es aceptable, para la influencia del régimen hidráulico y la resistencia del flujo dentro del sistema.

4. Diseño hidráulico de la línea de impulsión inicia con un caudal de bombeo de 69.97 l/s, potencia de 150 HP y diámetro de la tubería de impulsión de 8", volumen de almacenamiento de 1000.0 m<sup>3</sup>; que necesita para el riego de todas las áreas verdes, forestales y ornamentales, según a las necesidades hídricas.

Lapa, (2014) en su tesis denominada: *Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria – UNSCH – 2014*, sustentada en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho, Perú, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se ha propuesto un sistema de humedad artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria (UNSCH) y así reforzar el compromiso que esta institución tiene hacia el medio ambiente y la sociedad.
2. Se ha determinado el volumen de agua residual generado por los asentamientos humanos de Señor de Huertos y Pampa Hermosa por el método de medición directa, lo cual como resultado se obtiene:



caudal máximo diario de 978.852 m<sup>3</sup>/día y caudal medio diario 393.492 m<sup>3</sup>/día.

3. También se ha determinado los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual en el laboratorio especializado, los contaminantes de aguas residuales en el efluente como resultado se ha obtenido en DBO de 14.86 mg/lts. en SST de 66.80 mg/lts y en CF de 411 NMP/100 ml, estos resultados se han evaluado en función de las normas nacionales D.S. N° 002 – 2008 – MINAM (límites máximos permisibles) sin embargo la norma indica que los LPM en DBO es 15 mg/lts, en SST es de 150 mg/lts y en coliformes fecales es de 1000 NMP/100 ml, lo cual se ha corroborado con el resultado y LMP llegando a la aceptación de estos resultados según la norma nacional.

Espinoza, (2010) en su tesis denominada: *Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores*, sustentada en la Universidad de Piura; Piura, Perú, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Tal como se ha podido observar en los diferentes resultados presentados en los informes correspondientes, no existe un comportamiento completamente definido de las características de las aguas residuales (caudal, concentraciones);
2. Se recomienda tener mucho cuidado en el proceso de tratamiento si se opta por la alternativa de operar la planta por niveles de oxígeno en las diferentes lagunas, dado a que si se produce cualquier problema en el sensor de medición de OD, esto ocasionará un perjuicio al proceso de tratamiento ó el encendido de mayor número de aereadores, lo cual demandará un mayor egreso de recursos para la empresa operadora;
3. Efectuar un mantenimiento, limpieza y lubricación de los aereadores de forma continua y programada. La adopción de esta medida

permitirá efectuar el tratamiento de las aguas residuales, conservar los equipos y por ende garantizar la inversión realizada en la adquisición de los mismos;

4. Se recomienda colocar los sensores de oxígeno disuelto y pH de las diferentes lagunas, dado a que actualmente los valores registrados por los instrumentos no son valores correctos, por lo cual no es posible optimizar completamente el encendido-apagado de aereadores. Se recomienda que personal de SEDAPAL que dispone de equipos para medición en campo efectúe la contrastación de los valores registrados por los diferentes sensores instalados al interior de la PTAR San Juan.
  
5. Otra de las actividades de fundamental importancia para garantizar el eficiente funcionamiento de la planta, lo constituye la implementación de un programa de muestreo y análisis de laboratorio, por lo cual se recomienda efectuar un control de la eficiencia de los procesos de tratamiento, tal como el señalado en los manuales de operación y mantenimiento de las PTARs. La adopción de un programa de muestreo tal como el señalado, permitirá a SEDAPAL una vez que cuente con suficientes resultados correctamente interpretados, la disminución tanto de puntos de muestreo, así como la reducción de parámetros a ser analizados. Adicionalmente cabe señalar que durante la fase de llenado inicial de las baterías 1 y 2 se han presentado variaciones significativas en la calidad del afluente, lo cual ha sido evidenciado en el transcurso de los días en algunas de las lagunas por el cambio de coloración de las mismas, por lo cual la implementación de un programa de muestreo y análisis nos permitirá tomar las medidas correctivas que el caso amerite.

Saavedra, (2017) en su tesis denominada: *Aplicación de macrofitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la*

*laguna UDEP*, sustentada en la Universidad de Piura; Piura, Perú, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Durante el desarrollo del estudio se han presentado dificultades tales como: falta de estanqueidad entre los dos sectores de laguna, deterioro, caída y putrefacción de plantas del sistema FMF, dificultad en conseguir una distribución equitativa de flujo en la entrada de la laguna, y desigual presencia de materia flotante en cada uno de los sectores. Pese a estas dificultades, que han podido afectar a los resultados obtenidos desde un punto de vista comparativo, se ha logrado obtener mejores resultados por parte del sector con el sistema FMF frente al sector convencional.
2. Para el periodo de 6 meses de ensayos realizados, el sistema FMF, en relación al modo convencional de tratamiento en la investigación realizada en la laguna facultativa secundaria de la UDEP, ha logrado presentar mayor eficiencia de remoción en los parámetros analizados de STS (72.78% vs -10.18%), DBO5 (65.18% vs 33.79%), DQO (57.18% vs 21.28%), coliformes fecales (95.52% vs 75.01 %), N total (30.56% vs 17.50%) y P total (6.18% vs 0.74%). Esto se ha conseguido a pesar de la reducida área activa empleada por el sistema FMF en comparación con la del sistema convencional (aprox. 7%), de la falta de maduración del filtro al iniciar los ensayos puesto que el sistema sólo llevaba implementado 3 meses (de acuerdo con el concepto de que el sistema FMF manifiesta sus óptimos resultados después de un año de haberse implementado, según Fernández Gonzales et al. (2005).
3. De los resultados obtenidos en STS, DBO5, DQO y coliformes fecales, se observa que el sistema FMF implementado en la laguna es capaz de presentar mejoras importantes. Tomando en cuenta ello y que las condiciones para demostrar el potencial del sistema no han sido las más favorables, se concluye que el sistema

FMF es un sistema capaz de mejorar el tratamiento de aguas residuales domésticas en lagunas de estabilización, y de esta manera luchar contra la contaminación ecológica y epidemiológica.

4. De los resultados obtenidos en STS, DBO5 y DQO, se observa que el sistema FMF implementado en la laguna mejora las características de resiliencia convencionales para hacer frente a las grandes variaciones que se presentan en las concentraciones del afluente. Bajo este aspecto, se concluye que el sistema de fitodepuración se presenta como una alternativa para mejorar la adaptación de lagunas de estabilización ante las variaciones de carga orgánica del afluente, las cuales podrían llegar a ser perjudiciales para mantener su vida útil, así como también mantener la confiabilidad de la calidad de sus efluentes.
5. A pesar de que las lagunas de estabilización en la práctica común no se emplean como sistema biológico para remoción de nutrientes, de los resultados obtenidos con N total y P total, se puede concluir que en caso la disposición final sea en una fuente receptora, la aplicación de un sistema FMF contribuye a la lucha contra la *eutrofización* y consecuentemente los problemas de contaminación que este fenómeno puede ocasionar.
6. El sistema FMF elimina los malos olores producidos por la emisión de gases tóxicos que acompañan a los sistemas convencionales de lagunaje. Consecuentemente las condiciones sanitarias en las poblaciones próximas a las lagunas regresan a la normalidad, de acuerdo a este concepto.
7. El hecho de llegar a transformar una laguna convencional en un humedal de aspecto agradable permite que se cree un área de un valor paisajístico extraordinario.

Moret, (2014) en su tesis denominada: *Optimización de lagunas de estabilización mediante el uso de macrofitas*, sustentada en la Universidad de Piura; Piura, Perú, llegó a las siguientes conclusiones:

1. El agua residual, dado su valor intrínseco, debe recuperarse al máximo posible para ser reutilizada. El ciclo hidrológico cumple naturalmente esta función, pero se dan tres situaciones que hacen imprescindible el actuar artificialmente para su purificación:
  - a. La velocidad de contaminación es mayor que la velocidad de descontaminación a través del ciclo hidrológico;
  - b. La intensidad de contaminación va siendo cada vez mayor conforme las aguas contaminadas van discurriendo por la cuenca y los focos contaminantes se multiplican e intensifican, de modo que, no solo en su fase final en el mar sino en el mismo proceso de contaminación a lo largo de la cuenca, se alcanzan estados altamente perjudiciales para la salud;
  - c. Una vez incorporadas al mar, las posibilidades de intervención son altamente difíciles y costosas, con graves consecuencias para las actividades de pesca, la maricultura, las poblaciones aledañas y el turismo.
  
2. El objetivo principal de un tratamiento de agua residual doméstica es eliminar los diferentes contaminantes hasta por debajo de los límites máximos permisibles, de acuerdo a la normativa existente y a las condiciones señaladas para su reuso específico por la normativa vigente.
  
3. Paralelamente a la operación de tratamiento del agua residual doméstica, en lagunas de estabilización se producen, por decantación, fangos o lodos con una proporción de materia orgánica significativa y un fuerte contenido de bacterias y virus

patógenos. Consecuentemente, un objetivo secundario pero paralelo al principal es disponer adecuadamente de los lodos para utilizarlos con diferentes propósitos relacionados con su condición orgánica. En efecto, el tratamiento de estos lodos puede dar lugar a la producción de material fertilizante, siempre de gran utilidad, pero especialmente en regiones costeras como la de Piura cuyos suelos, en gran proporción, sedimentarios eólicos compuestos de arena fina, carecen de capacidad nutritiva para las plantas.

4. Las tareas fundamentales que deben cumplir las plantas de tratamiento de agua residual doméstica son:
  - a. Separación de sustancias particuladas.
  - b. Extracción o destrucción de bacterias y virus patógenos.
  
5. Todos los métodos de tratamiento de agua residual se basan en procesos físicos, químicos y biológicos, aportando cada uno de ellos su propio rendimiento; la pérdida de eficiencia no es de esperar que se deba al tipo de proceso en sí, si no a defectos en el diseño, operación, mantenimiento, o en la presencia de sobrecargas no previstas. Y es usual que, la eficiencia disminuya por una mala operación, por un mantenimiento inadecuado, u operarios ausentes y poco preparados. La mayoría de los sistemas de lagunas de estabilización operan mal y ello debido a las razones expresadas.
  
6. El diseño de un sistema de tratamiento de agua residual mediante lagunas de estabilización determina la capacidad y la eficiencia del mismo. Por ejemplo, debe analizarse el crecimiento poblacional al mediano y largo plazo, y prever las áreas necesarias para la ampliación de los sistemas. Además de ello, es necesario conocer también la calidad de los afluentes y el posible cuerpo receptor final, considerando las condiciones más desfavorables y el grado

de tratamiento que se debe alcanzar de acuerdo con el reuso establecido y a las normas vigentes.

7. Es importante tener un pretratamiento eficaz, que retenga sólidos gruesos, grasas y material sedimentable, ya que su presencia en el efluente podría alterar el tratamiento total. En el caso de la zona de desbaste de las lagunas de la Universidad de Piura, se tendría que realizar un mejoramiento mínimo, para que las rejas del primer canal, antes de llegar a la laguna primaria, realicen debidamente su tarea de retención.

García, (2012) en su tesis denominada: *Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas*, sustentada en la Universidad Nacional de ingeniería; Lima, Perú, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se observó que a mayor temperatura atmosférica mayor es la absorción de nutrientes por la *Azolla Filiculoides*. Según Suarez (2006), la *Azolla* necesita grandes cantidades de fósforo (P) para lograr una acumulación eficiente de nitrógeno (N), además de que la eficiencia de remoción de fósforo ocurre aun después que el N haya sido consumido. La capacidad de remoción utilizando *Azolla* en este estudio previo fueron bajas para el N y altas para P presentes en el medio acuático. La relación de N/P en verano fue de 11:1 y en otoño (8°C a 17.5°C) de 8:1. Esto corrobora a lo mencionado, es decir a pesar de que la concentración de N fue mayor, no hubo altas remociones de este parámetro, debido a la baja concentración de P.
2. En el sistema por tandas y en el sistema continuo, el pH tuvo fluctuó de 7.0 a 8.0, siendo adecuado para el crecimiento de este helecho. Por lo tanto existió en el medio acuático, un predominio

de ión amonio ya que el pH estuvo por debajo de 9.3 y la remoción de Amonio varió de un 81% a un 89%.

3. En la época de verano, el medio acuático presentó una temperatura máxima de 25.4°C, y un mínimo de 5°C en la época de invierno; la cual por debajo de 20°C no fueron favorables para un óptimo desarrollo de la *Azolla*, debido a la poca producción que se presentó. La luz solar fue también un pre-requisito para la germinación de la *Azolla* en estos experimentos.
4. En ambos sistemas con *Azolla*, la conductividad presentó diferencias marcadas para las distintas épocas y con altos niveles en concentraciones de sales fluctuando desde los 800 a 2000  $\mu\text{S/m}$ , por lo que dificulta la remoción de nutrientes por la inhibición del desarrollo de la *Azolla*.
5. Para el tratamiento de aguas residuales, la relación DQO/COT es de 1:1 es el ideal. En este experimento la relación DQO/COT tiende a disminuir de 3.8 a 1.7, es decir la cantidad biodegradable decrece por la acción de la *Azolla*.

✓ **Internacionales:**

Paez, (2009) en su tesis denominada: *Evaluación del comportamiento de los parámetros involucrados en la remoción de Cinc en humedales artificiales verticales*, sustentada en la Universidad de La Salle; Bogotá, Colombia, llegó a las siguientes conclusiones:

1. La máxima concentración de Zn que puede aceptar el sistema es 24 mg/l, obteniéndose así eficiencias superiores al 75%.
2. Las primeras cubetas de humedales tienen las eficiencias más altas en remoción de Cinc, y así sucesivamente, debido al comportamiento



de flujo a pistón que sufre el agua residual con el contaminante por el sistema. Es por eso que la primera bandeja o cubeta, que recibe el primer impacto del contaminante, se toma como base para el diseño de las cuatro cubetas restantes, ya que el área de la primera será la misma de las restantes, así como su profundidad.

3. La temperatura promedio durante el periodo de experimentación fue de 16° C (sin grandes variaciones), y la humedad relativa promedio de 74%, en un intervalo entre 72,6% y 76,0%.
4. De las pruebas de correlación lineal de Pearson, se observa que los factores ambientales, temperatura y humedad relativa, no afectan la concentración final de Cinc en el sistema.
5. Es evidente la remoción del Cinc por parte del sistema, desde el inicio del sistema en la primera cubeta, con una eficiencia promedio del 23% para concentraciones iniciales de Cinc de 20 mg/L, 39,83% con concentración de 30 mg/L y 30,5% para concentraciones de 40 mg/L; en términos generales, considerando las concentraciones en la salida del sistema, se tiene que la eficiencia independiente del caudal tiene eficiencias superiores al 50%:
6. Para concentraciones iniciales de Cinc de 20 mg/L se tiene una eficiencia promedio del 50%, para concentraciones de 30 mg/L eficiencia promedio del 75%, y para concentraciones de 40 mg/L eficiencia promedio del 74%.
7. De esta manera se tiene un patrón claro de comportamiento, correspondiente a que el sistema, a medida que aumenta la concentración de Cinc a la entrada, mejora el nivel de eficiencia, de tal forma que para cualquier concentración inicial de Cinc entre 20 mg/L y 40 mg/L, la concentración final es inferior de 10,26 mg/L.

8. Al ver los resultados del modelo que evalúa el efecto del caudal y la concentración de Cinc a la entrada del sistema en la remoción de Cinc, se evidencia que no existe una reducción significativa en las concentraciones finales de Cinc con respecto a la concentración inicial establecida entre 20 mg/L y 40 mg/L, de tal forma que los niveles al final del sistema no son alterados por la concentración inicial.

Flores y Jaramillo, (2009) en su tesis denominada: *Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (lenteja de agua) y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera*, sustentada en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; Cuenca, Ecuador, llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La utilización de las macrófitas acuáticas *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) y *Lemna minor* (lenteja de agua) ofrece una alternativa a los métodos convencionales de desintoxicación de metales pesados como el mercurio, por lo que se las puede utilizar como una herramienta efectiva y económica.
2. De acuerdo con la investigación realizada comprobamos que la utilización de las macrofitas acuáticas para la absorción de mercurio es muy provechoso aplicarlo en la producción minera o cualquier otra actividad por su bajo costo y por no presentar contaminación al medio ambiente, obteniendo buenos resultados.
3. La capacidad de absorción de las macrófitas acuáticas al mercurio fue de un 29,5% por lo que podemos afirmar que es eficiente para remover dicho elemento del agua.
4. En el proceso investigativo se ha determinado una pérdida en la cantidad de mercurio utilizada en los tratamientos que fue de un 70,5% debido a la sedimentación del mismo.

5. Del análisis estadístico resultó una diferencia significativa entre los tratamientos presentando una mayor absorción el tratamiento con la *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua).
6. De acuerdo al proceso investigativo se pudo determinar que la *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) es la especie que presenta una mayor resistencia a la concentración de mercurio colocad en la experimentación durante los 7 días.
7. La rápida reproducción de la *Lemna minor* (lenteja de agua) es una ventaja, ya que puede absorber cantidades significativas de mercurio si se dan condiciones adecuadas para su desarrollo.
8. En cuanto a combinar estas especies, podemos apreciar en los resultados que nos da un rendimiento medio en cuanto a su absorción, por lo que se concluye que estas pueden absorben igualmente solas o en grupos.

Pérez, (2009) en su tesis denominada *Selección de plantas acuáticas para establecer humedales en el estado de Durango*, sustentada en el Centro de Investigación de materiales avanzados; Chihuahua, México, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Tres tipos de agua superficial fueron identificadas denominadas como agua: limpia, eutroficada y residual.
2. Veintiocho especies de plantas acuáticas se colectaron en los sitios representativos de la calidad del agua del Río El Tunal. La riqueza de especies fue similar para todos y sólo una especie se presentó en las tres calidades de agua (*Persicaria* aff. *mexicana*) y cuatro especies fueron encontradas en dos sitios (*Eichornia crassipes*, *Eriochloa acuminata*, *Lemna* aff. *minuta*, and *Ludwigia* sp).

3. *Schoenoplectus tabernaemontani*, *S. americanus* y *Eleocharis densa*; fueron las especies seleccionadas para aplicar en el experimento, debido a que son especies emergentes, nativas y fáciles de propagar en el invernadero.
4. El comportamiento de los microhumedales con *Eleocharis densa*, *Schoenoplectus americanus* y *S. tabernaemontani*, no fue estadísticamente diferente para la depuración de CF, FS y N-(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>). Esto significa que los sistemas con plantas mostraron la misma eficiencia en la remoción, por lo que cualquiera de las especies puede ser usada en la construcción de humedales, siempre que se escalen bajo el mismo régimen (mismo tirante de agua y tipo de grava).
5. Durante la fase uno, tanto la fase sólida como la líquida llegó a un equilibrio a las 36.4 horas en los sistemas con grava, donde el 98% de FS y N-(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>) fue removido en ese tiempo. La capacidad de adsorción disminuyó para FS en la fase dos y en la fase tres el sistema con planta de más tiempo (**ED** año) logró la mejor remoción.
6. El decaimiento de coliformes fecales se representó con una reacción de primer orden, donde las diferencias en la remoción entre tratamiento y tiempo de aclimatación no fueron estadísticamente significativas.
7. El tiempo de retención hidráulica necesario para alcanzar lo solicitado por la NOM- 001-SEMARNAT-1996, en cuanto a coliformes fecales se refiere, para que el agua sea apta para ser usada en riego agrícola (10 UFC/ml) fue de 4.96 días.
8. Para implementar humedales, como sistema complementario en la depuración de agua residual, no es necesario un tiempo de maduración para remover CF, pero sí para aumentar la eficiencia de remoción para N - (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>).

9. Para aumentar el tiempo de vida útil del humedal, cuando se pretende remover fósforo soluble, es necesario optimizar el tamaño de la grava.

Martínez, (2014) en su tesis denominada *Evaluación y Diseño de un humedal construido para la depuración de aguas residuales domésticas*, sustentada en la Universidad de Murcia; Murcia, España, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se evaluó la eficacia del proceso de depuración y eliminación total de aguas residuales domésticas mediante un sistema híbrido de humedales construidos, localizado en el sudeste español, en concreto, en el campo de Elche.
2. El sistema estuvo compuesto por: una depuradora de oxidación total no conectada, a modo de decantador y separador primario, un humedal construido de flujo subsuperficial horizontal, plantado con *Phragmites australis* y aireación asistida durante el primer año de funcionamiento, y un humedal de flujo superficial plantado con distintas especies que cumple la función de balsa de evaporación total.
3. Los parámetros evaluados fueron los exigidos, en la zona de construcción del humedal, por los Reales Decretos 509/1996 para vertido de aguas residuales tratadas y 1620/2007 de reutilización de aguas regeneradas destinadas a uso agrícola 2.1. Otros parámetros como pH, temperatura, aceites y grasas, tensioactivos aniónicos y catiónicos, compuestos nitrogenados, ortofosfato, contenido de oxígeno, sólidos decantables, % NaCl y sólidos totales disueltos, recuento de aerobios mesófilos, enterobacterias totales, coliformes termotolerantes y *Clostridium* sulfito-reductores, también fueron estudiados para comprobar la efectividad en el proceso de depuración del sistema.

4. Las aguas residuales domésticas afluentes presentaron un carácter medio - fuerte, estando influenciadas por los hábitos particulares de consumo familiar y poniendo de manifiesto el carácter genuino de cada agua residual.
5. El agua residual tratada por el sistema de humedales construidos cumplió con los parámetros exigidos por la legislación para verter y reutilizar durante el primer año de funcionamiento. Los efluentes del segundo año no cumplieron con las exigencias legales debido a desajustes hídricos en el humedal subsuperficial que afectaron también al humedal superficial situado posteriormente.
6. El humedal de flujo subsuperficial sufrió un secado total al comienzo del segundo año de estudio, provocado por un excesivo desarrollo vegetativo derivado del sobredimensionamiento del sistema, situación que se repitió al año siguiente. Este hecho provocó la aparición de vías preferentes de circulación de agua que derivó en un desajuste hídrico e iónico en el lecho del sistema, teniendo como consecuencia el no cumplimiento de la legislación.
7. El humedal construido de flujo superficial presentó fenómenos de evaporación y concentración típicos derivados de las condiciones climáticas de cada estación; este hecho tuvo relación directa con el incumplimiento de algunos parámetros exigidos. Este humedal no cumplió su función principal de evaporación total de las aguas debido a su déficit de superficie.
8. Para solventar el problema de la excesiva proliferación de algas en el SF, se propone la recirculación del agua a través de un sistema de filtración y luz ultravioleta que resultó ser efectivo.
9. Como consecuencia del sobredimensionamiento del humedal

subsuperficial se propone un nuevo diseño del sistema, cuyo proyecto completo se muestra en el anexo I del presente trabajo, y se demuestra que el dimensionamiento del sistema estudiado es 2,2 veces superior al teórico.

10. Aunque el sistema estaba ubicado en una zona no sensible, los cálculos para optimizar el redimensionamiento se hicieron atendiendo al parámetro nitrógeno total, cuya superficie obtenida fue mayor que la encontrada para DBO5 y que SST, siendo estos los parámetros de eliminación exigidos por el R.D. 509/1996 para vertido.
11. Los sistemas de humedales construidos se postulan como tratamiento de aguas residuales secundario y en muchos casos terciario, destacando el caso de humedales construidos tipo híbrido: subsuperficial más superficial.

Pérez, (2016) en su tesis denominada *Aplicación de macrófitos acuáticos en el tratamiento de aguas residuales urbanas y sus subproductos mediante humedales artificiales en clima mediterráneo*, sustentada en la Universidad de Alicante; Alicante, España, llegó a las siguientes conclusiones:

1. Existen importantes diferencias en la concreción de la información sobre las características de las autorizaciones de vertido procedentes de la Confederación Hidrográfica del Segura y de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Estas últimas presentan un mayor nivel de concreción, calidad y regularidad en sus actualizaciones.
2. No se observa un patrón homogéneo en la distribución de los puntos de vertido en ninguna de las categorías identificadas en las bases de datos oficiales de ambas confederaciones.
3. La ubicación de los puntos de vertido de las viviendas unifamiliares

presenta un patrón muy agregado pero restringido a un pequeño número de términos municipales.

4. La heterogeneidad en la calidad del agua vertida a depurar varía considerablemente para todas las estaciones. No obstante, el rango de la relación habitantes-equivalente con el caudal diario es mayor en las E.D.A.R. de menos de 500 m<sup>3</sup>/día, oscilando entre 0,8 y 31. En las de más de 500 m<sup>3</sup>/día oscila entre 1,8 y 17.
5. La Aireación prolongada es el tratamiento secundario de depuración dominante en el conjunto de las E.D.A.R. de la provincia de Alicante alcanzando el 85'3%, frente al 11,04% que usa fangos activados. Los humedales artificiales son prácticamente inexistentes en el esquema de depuración oficial.
6. El 64% de las E.D.A.R. son de menos de 2000 Habitantes equivalentes (He), el 16% de 2000 a 10000He, y el 20% de más de 10000He. Respectivamente les corresponde el 2,7%, 5,6% y 91,7% del caudal a tratar.
7. Del análisis más detallado de las tres depuradoras en clima mediterráneo semiárido para 2004, se desprende que se producen, con relativa frecuencia, episodios donde se superan ampliamente los límites establecidos de los parámetros DBO5 y DQO para el vertido a dominio público hidráulico.
8. Se ha producido en la depuradora de Villena, entre los periodos de 2004 y 2011, una disminución en la frecuencia de las analíticas de seguimiento de los parámetros del efluente. Esto puede generar lagunas de información en la detección de picos de mala calidad del agua depurada.



Luévano, (2016) en su tesis denominada *Propuesta metodológica para reducir la concentración de nutrientes ( $PO_4^3$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ) en bioensayos a la intemperie con *Spirodela polyrhiza**, sustentada en el Instituto Politécnico Nacional; Altamira, México, llegó a las siguientes conclusiones:

1. El tiempo de los bioensayos requiere ser extenso, mínimo 20 días para lograr mayor eficiencia en la remoción de nutrientes. La superficie del agua debe estar completamente cubierta de plantas para una mayor cobertura radicular.
2. La transparencia de los recipientes utilizados para los bioensayos resultó inadecuada, provocó el calentamiento uniforme del agua y el crecimiento de microalgas y bacterias.
3. La temperatura local ( $33.41^{\circ}C$  Max/ $16.42^{\circ}C$  Mín) y la radiación solar, podrían ser un factor de estrés para *Spirodela polyrhiza*. El estrés fisiológico presentado en *Spirodela polyrhiza* por el confinamiento en las unidades de experimentales, fue un factor que condujo a la ineficiencia en los bioensayos.
4. *Spirodela polyrhiza* logró una eficiencia del 20% en la remoción de fosfatos ( $PO_4$ ) durante 10 días. La producción de biomasa fue escasa, por lo que no se obtuvieron cosechas durante la experimentación.
5. Los datos experimentales no satisfacen la ecuación diferencial para el decaimiento exponencial. Por otra parte, los índices de correlación de los ajustes de datos indicaron una disminución de nutrientes lenta.
6. El rango de pH (7.3 y 8.91) y temperatura ( $24$  y  $34^{\circ}C$ ) medidos, sobrepasaron los rangos óptimos de crecimiento de *Spirodela polyrhiza*, ocasionando estrés en la planta y limitando su crecimiento.

7. Las pruebas estadísticas confirmaron la hipótesis nula, que las varianzas de los parámetros medidos (pH, oxígeno disuelto, clorofila-a, temperatura) en cada bioensayo fueron iguales, lo cual indica una similitud de procesos bioquímicos ocurridos en los bioensayos durante los diez días de experimentación.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Sistema de alcantarillado de aguas residuales

Para Ibáñez (2012), está conformado por estructuras y tuberías

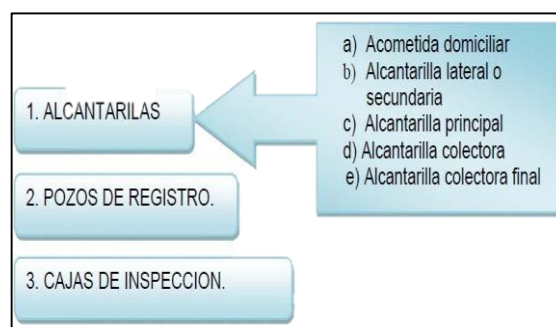


Figura 2. Componentes de un alcantarillado

Fuente: Ibáñez, W. (2012). Obras hidráulicas y de saneamiento.

Con el fin del transporte de aguas residuales, negras o servidas. Estas aguas negras son generadas por una comunidad, el sistema de alcantarillado sanitario, están compuestos por varios elementos. En la figura N°2.1. Se muestra algunos componentes más importantes.

La funcionalidad de los diversos tipos de alcantarillas se describe en la tabla 1.

Tabla 1

*Tipos de alcantarillado en una red*

Tipo de Alcantarillado	Descripción
Acometida domiciliar	Su finalidad de la acometida domiciliar es transportar las aguas residuales originadas por los edificios, viviendas u otros a alcantarillas secundarias o a cualquier otra alcantarilla, menos a otra acometida domiciliar.
Laterales o secundarias	Suelen disponerse en la calle o en zonas especiales de servidumbre. Constituyen el primer elemento de la red de alcantarillado (laterales secundarios).
Principales	Su finalidad es transportar el agua residual procedente de una o varias alcantarillas secundarias a los colectores o interceptores principales.
Colectores	Su finalidad es interceptar y transportar el agua residual a las principales o a la estación depuradora. Son alcantarillas de gran tamaño.
Interceptores o colectora final	Su finalidad es interceptar y recoger el agua residual procedente de uno o varios colectores o alcantarillas principales. Son alcantarillas de gran tamaño.
Emisores	Su finalidad es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento de aguas residuales o a un sistema de reúso, el emisor es el conducto que recibe las aguas residuales de uno o varios colectores o interceptores. Así también se llama emisor al conducto de aguas tratadas (efluente) que salen de la planta de tratamiento al sitio de carga.

Fuente: Ibáñez, W. (2012). Obras hidráulicas y saneamiento

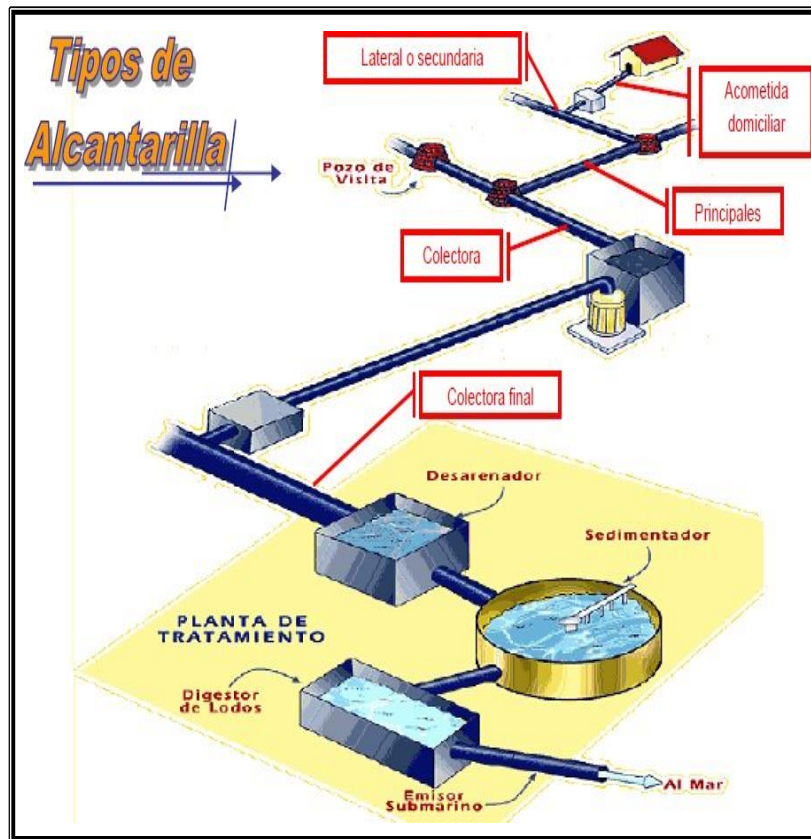


Figura 3. Tipos de alcantarillado de aguas residuales

Fuente: Ibáñez, W. (2012). Obras hidráulicas y saneamiento

### 2.2.1.1. Aguas residuales

“Las aguas residuales también conocidas como aguas servidas, fecales o cloacales, son provenientes del sistema de abastecimiento de agua de una población, que fueron usadas para diversas actividades y usos que la población necesite”, así lo refiere (Metcalf & Eddy, 1995). Así también, Considerando las fuentes de su generación, como la combinación de los desperdicios líquidos y los desperdicios acarreados por aguas que se remueven de residencias, instituciones y establecimientos comerciales e industriales junto con agua superficial, subterránea o de tormenta que pueda estar presente, se denomina aguas residuales.

En lo que nos establece la norma os.090 del reglamento nacional de edificaciones (RNE): “El agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico (contiene carbono) e inorgánico disuelto o en suspensión (formado por otros elementos a excepción del carbono) es agua residual.

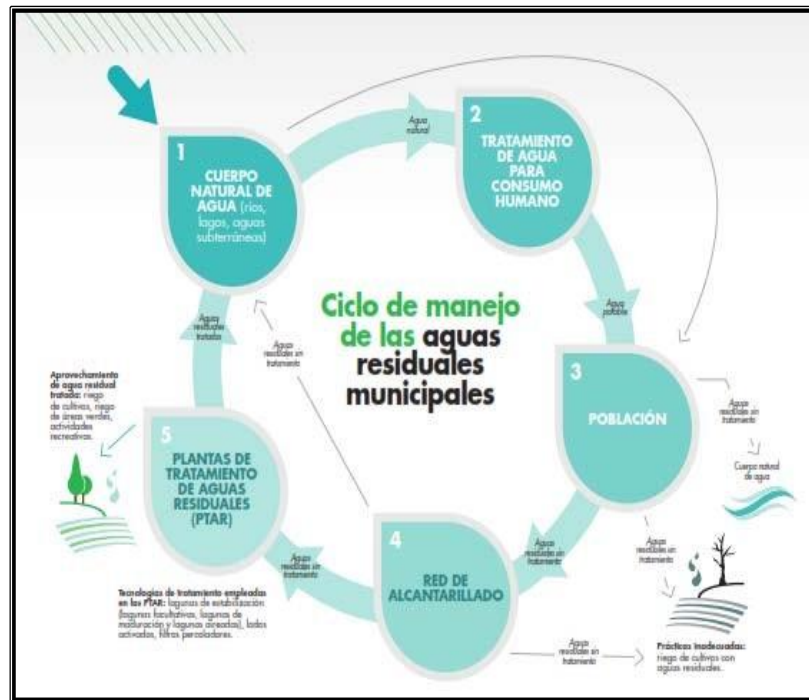


Figura 4: Ciclo de manejo de agua residual

Fuente: SUNASS, (2011).

### 2.2.1.2 Clasificación de las aguas residuales

- **Aguas residuales domésticas.** - MINAM, (2015). “Para el ministerio del ambiente, el agua residual domestica son de las propias viviendas, comercial e institucional, que contiene desechos fisiológicos y otros componentes provenientes de la actividad humana”.
- **Aguas residuales municipales.** - MINAM, (2015). “Las aguas residuales domésticas; son la mezcla de aguas de drenaje pluvial (lluvias) con aguas residuales domésticas o con aguas residuales de origen industrial, para ser

admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado deben cumplir los requisitos expuestos por el ministerio del ambiente”.

- **Aguas residuales industriales.** - MINAM, (2015). “Las aguas residuales industriales, son originadas como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras”.

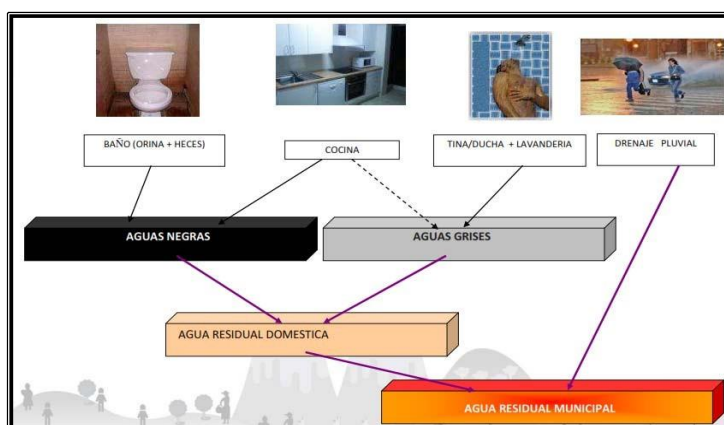


Figura 5: Esquema de la clasificación de las aguas residuales

Fuente: MINAM, (2015). V Curso de plantas de tratamiento de aguas residuales.

### 2.2.1.3. Características de las aguas residuales

Metcalf & Eddy, (1995). “Las aguas residuales domésticas no son tan complejas como las aguas residuales de tipo industrial donde hay presencia de compuestos tóxicos y peligrosos, como, por ejemplo, fenoles y compuestos orgánicos tóxicos Así que según sus características del agua residual se pueden dividir en físicas, químicas y biológicas, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2  
*Clasificación de los parámetros del agua residual*

Clase	Parámetros
	Sólidos totales
	Sólidos totales en suspensión
Físico	Temperatura Color Olor Turbiedad Densidad
	Hidratos de Carbono Proteínas Lípidos Grasas, aceite DBO5, DQO, COT
Químico	Alcalinidad Arena Metales Pesados Nutrientes N, P Cloruros Azufre Sulfuro de hidrógeno
	Gases Bacterias Algas
Biológico	Protozoos Virus Coliformes

Fuente: Metcalf & Eddy, (1995), Ingeniería de aguas residuales

- **Características físicas.** - METCALF & EDDY, (1995). “El contenido total de sólidos (materia en suspensión, materia sedimentable, materia coloidal y la materia disuelta), olor, la temperatura, la densidad y la turbiedad; son las características físicas más importantes en el agua residual”.
- **Partículas en suspensión, (sólidos totales).** - Se entiende por sólidos totales a la materia solida que está en suspensión en el agua residual tanto materia orgánica como inorgánica. Cabe decir los sólidos

orgánicos son de procedencia de las actividades humanas.

- **Olores.** -La materia orgánica en su descomposición libera gases (gases liberados) estos a la vez originan olores desagradables. El agua residual séptica es mucho más desagradable, que el agua residual reciente, ya que es poco desagradable.

El olor más característico del agua residual séptica es debido a la presencia del sulfuro de Hidrogeno, debido a la acción de microorganismos anaerobios, produce que los sulfatos se reduzcan a sulfitos.

- **Temperatura.** - La temperatura del agua residual es más elevada que del agua de consumo humano, porque son diferentes a los usos que le dan las viviendas como también las industrias.

Para el estudio de la actividad bacteriana la temperatura más optima debe estar e los rango de 25 y los 35 °C.

- **Densidad.** – Su unidad de medida es (kg/m<sup>3</sup>), también se conoce como densidad de un agua residual masa por unidad de volumen.

- **Color.** - Es fundamental conocer el color de las aguas residuales ya que nos determina la edad del agua residual.

- **Turbiedad.** - La turbiedad nos indica la calidad de las aguas vertidas en relación con la materia coloidal y residual en suspensión

- **Características químicas.** - METCALF & EDDY, (1995). El estudio de las características químicas de las aguas residuales se describe a continuación:

- Materia orgánica.
- Grasas y aceites.



- Medida del contenido orgánico.
- Demanda bioquímica de oxígeno (dbo5).
  - Demanda química de oxígeno (dqo).
  - Carbono orgánico total (cot).
- Ph.
- Alcalinidad.
- Nitrógeno.
- Fósforo.
- Azufre.
- Compuestos tóxicos inorgánicos.
- Metales pesados.
- Gases.
- Oxígeno disuelto.
- Sulfuro de hidrogeno.
- Metano.
- **Características biológicas.** - Al hablar de las características biológicas de las aguas residuales (Metcalf & Eddy, 1995). Se debe conocer los siguientes temas:
  - **Microorganismos.** Las bacterias presentes en el agua residual pueden ser de origen fecal o implicadas en el proceso de biodegradación (descomposición natural y no contaminante de una sustancia). En la tabla 3, se observa la clasificación de los microorganismos celulares.

Tabla 3

*Clasificación de los microorganismos*

Grupo	Estructura celular	Caracterización	Miembros representativos
Eucariota	Eucariota	Multicelular con gran diferenciación de las células y tejido unicelular, con escasa o nula diferenciación de tejidos	Plantas (plantas de semilla, musgos y helechos). Animales (vertebrados e invetebrados). Protistas (Algas, hongos y protozoos)
Bacterias	Procariota (b)	Química celular parecido a las eucariotas	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procariota (b)	Química celular distintivo	Metanogenesis, halófilos, Termacidofilos

Fuente: Metcalf & Eddy, (1995). Ingeniería de aguas residuales.

- **Bacterias.** Las bacterias tienen su funcionalidad fundamental en la descomposición y estabilización de materia orgánica.
- Coliformes totales. Son microbios que se presentan en la calidad del agua (estas bacterias no solo se presentan en la leche, sino que también en la vegetación y del suelo). Algunos de estos coliformes se mencionan: escherichia coli, citrobacter, enterobacter y klebsiella.
- Coliformes fecales. Se encuentran presentes en grandes cantidades en las heces humanas, y de todos los microorganismos los escherichia coli, tiene un origen específicamente fecal, a

continuación, se tiene microorganismos por cada 100 ml.

- Total, de Bacterias  $10^9 - 10^{10}$
- Coliformes Fecales  $10^6 - 10^9$
- Streptococo Fecal  $10^5 - 10^6$
- Salmonella Tiphy  $10^1 - 10^4$

**Composición de las excretas**

Heces sin orina: 135 – 270 grs/hab/día  
 (peso húmedo): 35 – 70 grs/hab/día (peso seco)  
 Contenido de humedad: 66 - 80 %

Tabla 4

*Composición de las excretas*

Términos de base seca	Heces	Orina
Contenido de microorganismos	88 - 97 %	65 - 85 %
Nitrógeno	5 - 7 %	15 - 19 %
Fósforo	3 - 5.4 %	2.5 - 5 %
Potasio	1 - 2.5 %	3 - 4.5 %
Carbono	40 - 55 %	11 - 17 %
Calcio	4 - 5 %	4.5 - 6 %
C/N	5 - 10 %	1/1

Fuente: Metcalf & Eddy, (1995). Ingeniería de aguas residuales.

- Hongos.
- Algas.
- Protozoos.
- Virus.
- Organismos patógenos.
- Organismos indicadores.

Tabla 5

*Parámetros en descargas de aguas residuales y aportes por persona*

Parámetro	Aporte per cápita (Gr/Hab/día)
DBO <sub>5</sub>	45 - 55
DQO	(1.6 a 2.5) DBO
Sólidos totales	170 - 220
Sólidos disueltos	50 - 150
Sólidos suspendidos	70 - 145
Arena	5 - 15
Grasas	10 - 30
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>	20 - 30
Nitrógeno total como N	5 - 12
N - Orgánico	0.4 x N - total
N - Amoniacal	0.6x N - total
N - Nitritos	-
N - Nitratos	-
Fósforo total como P	0.8 - 0.4
P - Orgánico	0.3 P-total
P - Inorgánico	0.7 P-total

Fuente: Metcalf & Eddy, (1995). Ingeniería de aguas residuales.

#### **2.2.1.4. Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual**

Metcalf & Eddy (1995). Se debe brindar al cuerpo receptor (fuente de agua natural), un agua residual tratada para no alterar sus propiedades, y características y estas puedan seguir brindando el uso que fueron destinadas en un principio.

**Tabla 6**  
**Contaminantes de importancia en el agua residual**

Contaminante	Fuente	Efectos causados por la descarga del agua
Sustancias que consumen oxígeno (MO biodegradable)	ARD y ARI (proteínas, carbohidratos, grasas, aceites)	Agotamiento del oxígeno, condiciones sépticas
Sólidos suspendidos	ARD y ARI (proteínas, carbohidratos, grasas, aceites)	Depósito de lodo; desarrollado de condiciones anaeróbicas
Nitrógeno (nutriente)	ARD y ARI (proteínas, carbohidratos, grasas, aceites)	Crecimiento indeseable de algas y plantas acuáticas
Fósforo (nutriente)		
Materia tóxica:	ARI	Deterioro del ecosistema; envenenamiento de los alimentos en caso de acumulación
Metales pesados		
Compuestos orgánicos tóxicos		
MO refractario (Difícil de degradar biológicamente)	ARI (fenoles, surfactantes), ARD (pesticidas, nutrientes); Materia decaimiento de la MO.	Resisten el tratamiento convencional, pero pueden afectar el ecosistema
Sólidos inorgánicos disueltos	Abastecimiento de agua, uso de agua	Incremento del contenido de sal
Cloruros	Abastecimiento de agua, uso de agua, ARD y ARI	
Sulfuros		
pH		
Olores: H <sub>2</sub> S	Descomposición de ARD	Molestia pública

Fuente: Metcalf & Eddy, (1995). Ingeniería de aguas residuales. \*MO; Materia orgánica \*ARD: Aguas residuales domésticas \*ARI: Aguas residuales industriales; \*ARA: Aguas residuales agrícolas.

### **2.2.1.5. Clasificación de los métodos de tratamiento de las aguas residuales**

Metcalf & Eddy (1995). Se menciona las definiciones que se debe conocer como también las características principales de

los sistemas de tratamiento de las aguas residuales municipales, aplicadas a los desechos domésticos, y así poder una alternativa de planta de tratamiento. Por lo que a continuación se presenta la clasificación de los diferentes métodos empleados para el tratamiento del agua residual y además la aplicación de éstos con el fin de alcanzar los objetivos establecidos para el proceso de tratamiento de aguas residuales.

- **Procesos unitarios físicas**

El proceso unitario físico se basa a la acción de las fuerzas físicas, que permite la separación de las partículas sedimentables y no sedimentables del agua residual.

- **Procesos unitarios químicas**

Los procesos unitarios químicas son tratamientos en las cuales influye significativamente los productos químicos para la eliminación o conversión de los contaminantes de las aguas residuales, se hace mención la cloración ya que es el más importante, porque se aplica mayormente en los sistemas de tratamientos de aguas residuales.

- **Procesos unitarios biológicas**

En los procesos unitarios biológicas, es fundamental contar con la acción de los microorganismos presentes en el agua residual, ya que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica y así convirtiéndolo en materia celular, producto inorgánico o material inerte.

#### **2.2.1.6. Etapas de tratamiento de las aguas residuales**

Crites (2000). Mencionó que los niveles de tratamiento de aguas residuales se clasifican en:

- **Pre tratamiento:** El pre tratamiento busca que el agua residual no se estanque y pueda pasar libremente mediante cámara de rejillas (separación de partículas de gran tamaño) y desarenador (eliminar la arena en las aguas residuales).
- **Tratamiento primario:** En el tratamiento primario, son los que se ocupan de eliminar los sólidos en suspensión presentes en el agua residual.

En el tratamiento primario podemos encontrar las siguientes unidades “Tanques sedimentadores, tanques sépticos, tanques imhoff, lagunas de estabilización de fase anaeróbica”.

- **Tratamiento secundario:** En el tratamiento secundario lo que se quiere conseguir es la degradación del contenido biológico del agua residual (derivado de los residuos humanos), así también satisfacer la demanda de oxígeno.

Entre las unidades de procesos de degradación tenemos “lagunas de estabilización, humedales artificiales, lodos activados”.

- **Tratamiento terciario:** En el tratamiento terciario lo que se busca es la disminución de la carga orgánica residual “nutrientes, metales pesados, detergentes u otras sustancias tóxicas” después de haber pasado por el tratamiento secundario.

Tenemos algunos componentes como: Humedales artificiales, filtraciones, absorción y otros.

- **Tratamiento avanzado:** En el tratamiento avanzado o proceso de desinfección se tiene que eliminar los organismos patógenos realizando la cloración. Tenemos: “Canchas de secado, lodos”.

Desde el 2015 existe etapas indispensables para el tratamiento de las aguas residuales, establecidos por el MINAM.

Esquema de las etapas del tratamiento de aguas residuales, subproductos y disposición final.

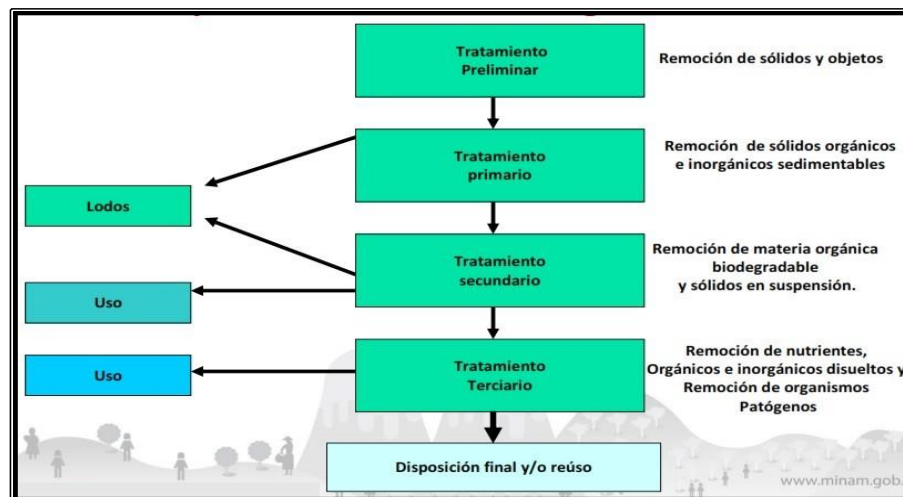


Figura 6: Etapas del tratamiento de aguas residuales

Fuente: MINAM, (2015). V Curso de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En la actualidad hay diversas tecnologías disponibles mundialmente, las cuales deben de utilizarse de acuerdo al tipo de uso que se desea dar al agua tratada y también optar por el buen funcionalismo de estas.



### 2.2.1.7. Grado de tratamiento de las aguas residuales

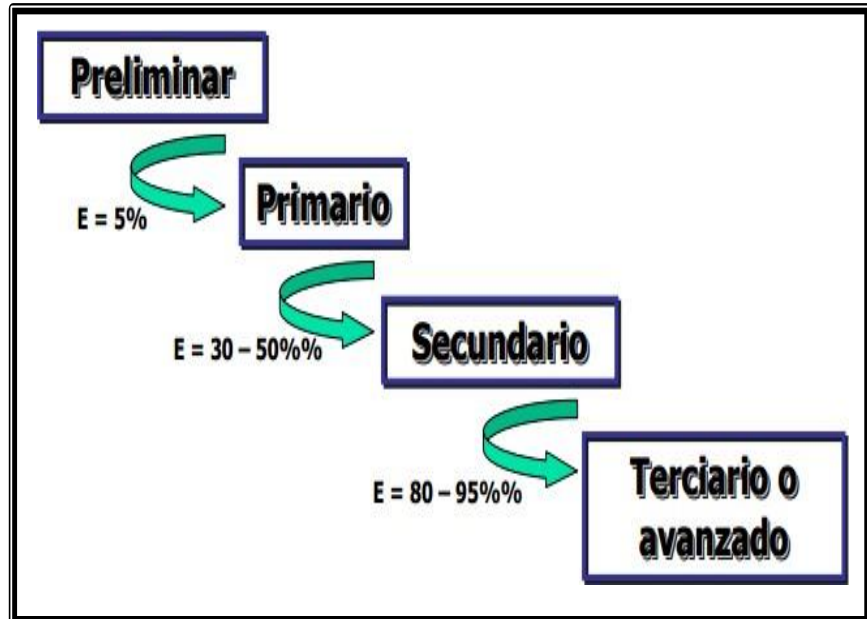


Figura 7: Grado de remoción en cada tratamiento

Fuente: Collazos, C. (2008). Tratamiento de aguas residuales domésticas e Industriales.

Asimismo, como se puede notar en cada etapa del tratamiento se estima un porcentaje de remoción como en el preliminar de 5%, primario 30 – 50%, secundario 80-95% y el terciario o avanzado para darle un rehusó a estas aguas residuales.

Tabla 7

*Eficiencia de remoción de constituyentes en los diferentes procesos de tratamiento*

Unidades de Tratamiento	Eficiencia de remoción de constituyentes (%)						
	DBO	DQO	SS	P	N org.	NH <sub>3</sub>	Patógenos
Rejillas	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Desarenadores	0 - 5	0 - 5	0 - 10	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30 - 40	30 - 40	50 - 65	10 - 20	10 - 20	0	Desp.
Lodos activados (convencional)	80 - 95	80 - 95	80 - 90	10 - 25	15 - 20	8 - 15	Desp.
Filtros percoladores	65 - 80	60 - 80	60 - 85		-		Desp.
Cloración	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100
Reactores UASB	65 - 80	60 - 80	60 - 70	30 - 40	0	0	Desp.
Lagunas anaerobias	50 - 70	-	20 - 60	-	-	-	90 - 99.99
Lagunas aireadas	80 - 95	-	85 - 95	-	-	-	90 - 99.99
Lagunas facultativas	80 - 90	-	63 - 75	30	-	-	90 - 99.99
Laguna de maduración	60 - 90	-	85 - 95	-	-	-	90 - 99.99
Humedad artificial	65 - 80	65 - 80	-	30	22 - 33	-	99.99

Fuente: MINAM, (2015). V Curso de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Estas unidades de tratamiento como: rejillas, desarenadores, sedimentación primaria, lodos activados, filtros percoladores, cloración, reactores, lagunas anaerobias, laguna aireadas, lagunas facultativas, laguna de maduración, humedal artificial nos brindan una eficiencia en la remoción de aguas residuales.

Tabla 8

*Remoción esperada de algunos parámetros físico, químico y biológico en los diferentes procesos de tratamiento*

Procesos de tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos log 10)		
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos	Quistes
Sedimentación primaria	25 - 30	40 - 70	0 - 1	0 - 1	0 - 1
Lodos activados	70 - 95	70 - 95	0 - 2	0 - 1	0 - 1
Filtros percoladores (a)	50 - 90	70 - 90	0 - 2	0 - 1	1 - 2
Lagunas aireadas (b)	80 - 90	( c )	1 - 2	0 - 1	0 - 1
Zanjas de oxidación (d)	70 - 95	80 - 95	1 - 2	0 - 1	-
Lagunas de estabilización (e )	70 - 85	( c )	1 - 6	1 - 4	2 - 4
Biofiltros	80 - 95	80 - 95	1 - 2	0 - 2	0 - 1
Desinfección	-	-	1 - 2	1 - 3	0 - 1

(b) Incluye laguna secundaria., (c) Dependiente del tipo de lagunas, (d) Seguidas de sedimentación, (e) Dependiendo del número de lagunas y otros factores como: Temperatura, periodo de retención y forma de las lagunas. 1 ciclo de log10 =90% remoción; 2 ciclos = 99%; 3 ciclos = 99.9%; etc.

Fuente: RNE, 2012. Norma Técnica OS.090.

Tabla 9

*Rango de eficiencia en las etapas de cada tratamiento*

Parámetro	Desagüe	Preliminar y primario	Trat. Secundario		Valor efluente	Posibilidad de reúso
			FAFA	Filtro percolador		
DBO	400 - 250 mg/l	15%	55% - 75%	83% - 95%	10 a 25 mg/l	ok
		30%	50 - 60 %	70 - 95 %		
SST	150 - 190 mg/l	80 - 120 mg/l	50 - 85 mg/l	<30 mg/l	20 a 30 mg/l	ok
			90%	0 - 2 log. de magnitud		
	108 - 107		107 - 106	107 - 105		
CF	NMP/100ml		NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	Desinfección

Fuente: Espinoza, R. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores.

### 2.2.1.8. Importancia del tratamiento de aguas residuales

Brix (1994). La finalidad del tratamiento de aguas residuales es estabilizar la materia orgánica. Se conoce como estabilización de la materia orgánica cuando por acción

bacteriana estas se descomponen hasta lograr sustancias simples que ya no se descompondrán, estos se pueden realizar por bacterias aeróbicas y anaeróbicas. La estabilización de la materia orgánica se da por las bacterias aeróbicas y anaeróbicas que hacen separar las aguas por sedimentación y a esto se le conoce como digestión de fangos y lodos.

MINAM (2015). El ministerio del ambiente nos indica que la transmisión y propagación de varias enfermedades contagiosas es por los desechos humanos. Las enfermedades más comunes son las diarreas, junto a la mala nutrición, enfermedades respiratorias y malaria, son típicas causas de enfermedades que causan la muerte de los pobladores, en especial atacan a los niños de países tercermundistas.

Así también varias enfermedades por culpa de los desechos humanos dan origen a un individuo infectado y su propagación o transmisión se da por las excretas humanas. Es por ello que se debe realizar la colección, transportar y el tratamiento debido de los desechos municipales son de gran importancia para brindar protección a la salud de la población.

Un agua residual mal tratada daña a las aguas destinadas a la recreación y el esparcimiento.

- Perjudica a la agricultura (tierra) y al medio ambiente.

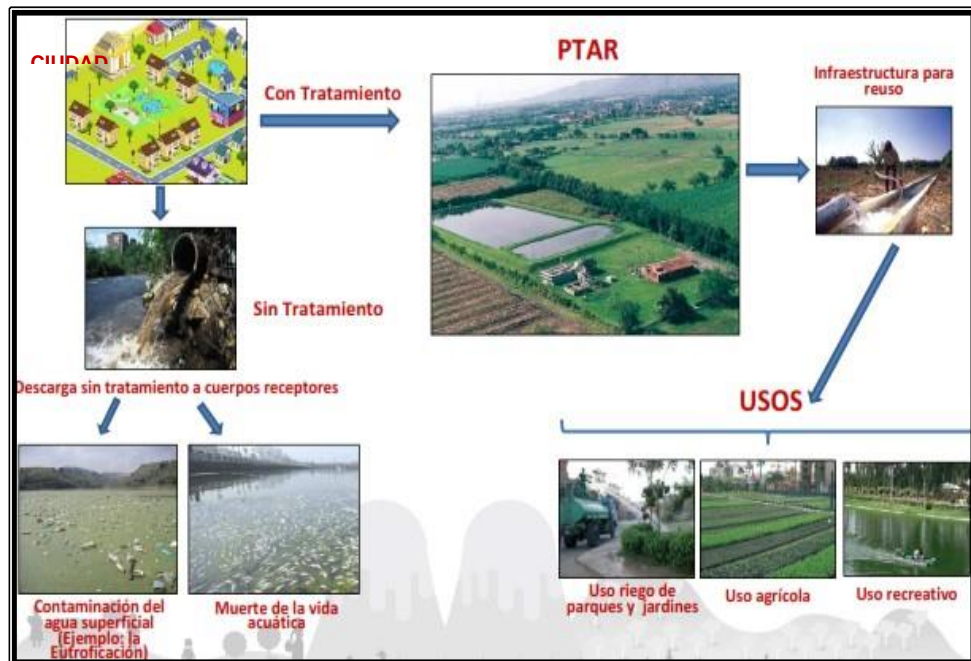


Figura 8: Importancia de las aguas residuales

Fuente: MINAM, 2015. V Curso de plantas de tratamiento de aguas residuales.

### 2.2.1.9. Criterios de selección de una planta de tratamiento de aguas residuales.

“El primer paso para seleccionar la tecnología más apropiada para un vertido residual es realizar los estudios preliminares (análisis completo del afluente que va a ser depurado con el propósito de determinar el grado de contaminación existente)”, así lo refiere, (Ingaruca, 2010).

Entonces, se debe tener en cuenta los factores para el tratamiento de las aguas residuales los siguientes:

- Población, servicio de agua potable y alcantarillado.
- Pendiente, profundidad del nivel freático -características del terreno.
- Caracterización físico- química e hidráulica (para el medio receptor).
- Los Caudales de vertido.

- Características básicas del afluente.
- Disponibilidad del terreno (donde será predestinado la planta de tratamiento de aguas residuales).
- Climatología (precipitaciones, vientos, evapotranspiración, temperatura).
- Impacto ambiental, costos de construcción, operación y mantenimiento
- Eficiencia del tratamiento de las aguas residuales.

RNE-Norma OS. 090, (2012). Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales, el área donde se ubique la planta de tratamiento de aguas residuales debe estar ubicado a una distancia de los centros poblados (para evitar algún tipo de enfermedad), considerando las siguientes:

Para tratamiento anaerobios (sin oxígeno), debe estar a 500 m.

Para lagunas facultativas debe estar a 200 m.

Para lagunas aireadas, lodos activados y filtros percoladores debe estar a 100 m.

Cuando se realice el diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales, todas las distancias anteriores mencionadas deben justificarse en el estudio de impacto ambiental del proyecto, así también debe indicar un área de protección para la planta.

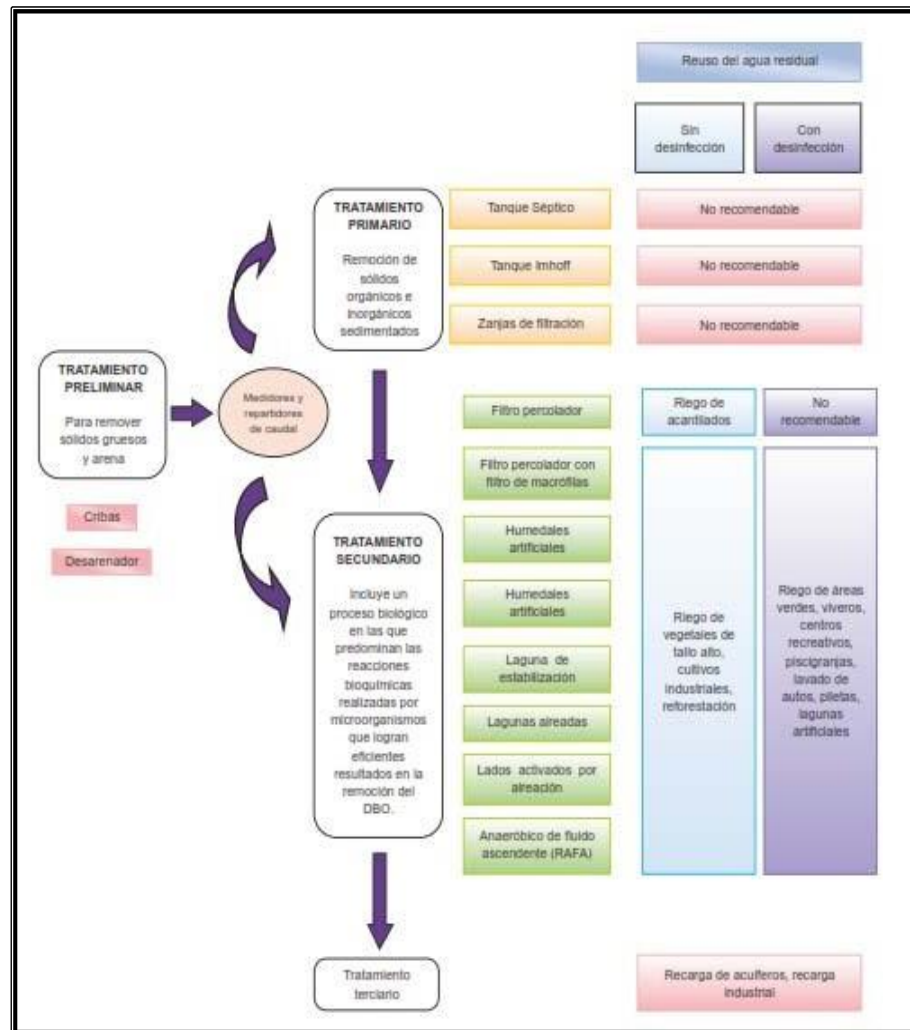


Figura 9: Flujograma de planta tratamiento de aguas residuales

Fuente: INGARUCA, E. (2010). Manual de tratamiento y reúso de aguas residuales.

### 2.2.1.10. Tratamiento primario

RNE, (2012). Para el reglamento nacional de edificaciones, el clarificador sedimentación o decantación es el tratamiento primario. El propósito de este es la remoción de los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga orgánica en la siguiente unidad de tratamiento.

Así también el tratamiento primario nos brinda los siguientes resultados:

- Separación del material flotante.
- Homogeneización parcial de los caudales y carga orgánica.
- Reducción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).
- Reducción de los sólidos en suspensión.
- Reducción de la cantidad de fango activado en exceso en la planta de fangos activados.

El tratamiento primario se pueda dar de la siguiente manera:

- Sistemas aerobios (con oxígeno).
- Sistemas anaerobios (sin oxígeno).
- Sistemas facultativos (generalmente aerobios en la parte superior y anaerobios en la parte inferior).

Mencionaremos las más comunes de tecnologías para lograr el tratamiento primario de las aguas residuales:

- Lagunas facultativas.
- Lagunas anaerobias.
- Tanque imhoff.
- Tanque séptico.
- Reactor anaerobio de manto de lodos y flujo ascendente (reactores UASB).
- Lodos activados; entre otros.

#### **2.2.1.11. Tratamiento secundario**

RNE, (2012). El tratamiento secundario se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico, para lo cual



tienen un papel importante los microorganismos presentes en las aguas residuales, ya que, en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, y así dándonos como resultado de material inerte.

Los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno). Consiguen los resultados de eliminar en un rango de 85-95% de la DBO y de los sólidos en suspensión, y la mayor parte de los metales pesados los microorganismos todo depende de la gorma que están soportados.

En los procesos aerobios tenemos:

- Lodos activados (incluidas las zanjas de oxidación, y otras variantes).
- Lagunas aireadas.
- Lagunas aerobias.
- Filtros percoladores biológicos.

Y en los procesos anaerobios tenemos:

- Lagunas anaerobias, RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente), FAFA.
- Filtro anaerobio.
- Humedales artificiales.

### **2.2.2. Filtros verdes**

Según Álvarez, (2000). Menciona que un filtro verde se define como un humedal artificial de tratamiento de aguas residuales, constituido por una superficie de terreno sobre la que se establecen una o varias especies vegetales.

### **2.2.2.1. Humedales**

“La capa freática se halla en la superficie terrestre cerca de esta o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas de dice humedales”, hace referencia, (Ramsar, 2006).

- **Humedales naturales**

Hammer Y Bastian (1989). Cuando el nivel freático está cerca de la superficie del suelo (cubierto de agua poco profunda), se denomina humedales naturales.

En el sistema de humedales naturales hay varios componentes como propiedades bióticas, no bióticas, el suelo, el agua, las plantas y los animales.

- **Humedales artificiales**

Hammer Y Bastian (1989). Son zonas construidas por el hombre pocas profundas para el tratamiento de agua residuales, en el que se han sembrado plantas acuáticas (macrófitas), y contando con los procesos naturales para tratar el agua residual.

Estos sistemas de humedales artificiales tienen ventajas notorias como que no requieren energía para operar ya que es todo natural.

Existen dos tipos principales de humedales artificiales: humedales de flujo superficial (FWS) Y humedales de flujo sub superficial (SSF).

- **Humedales de flujo superficial (fws)**

Son lagunas excavadas de profundidad entre 0,3 y 0,5 m (baja profundidad del agua), la velocidad es baja del flujo

y la presencia de tallos de la planta como las raíces, regulan el flujo del agua residual

El agua circula expuesta a la atmósfera y pasa a través de las plantas acuáticas (macrófitas) emergentes.

El tratamiento del agua residual ocurre cuando atraviesa lentamente al tallo y la raíz de las plantas macrófitas.

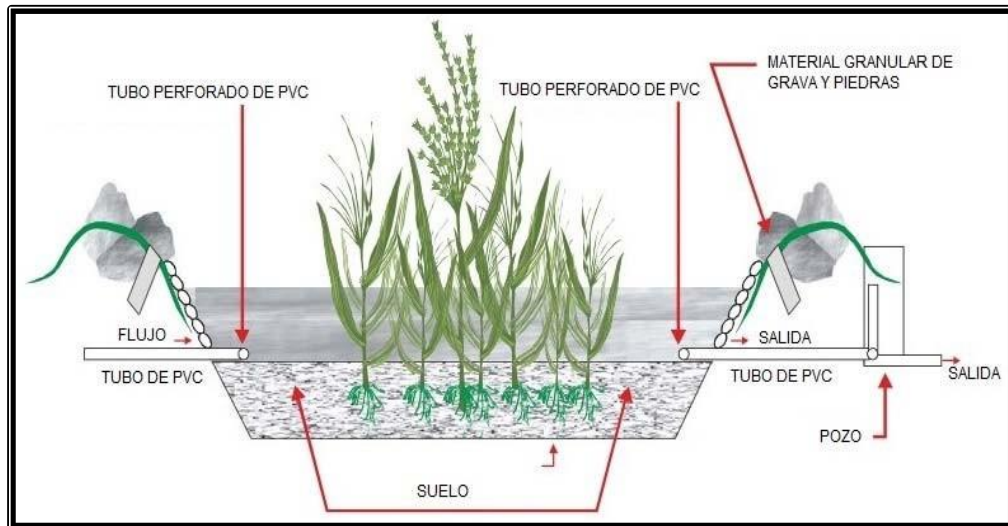


Figura 10: Sistemas de agua superficial libre (fws)

Fuente: Palomino, J. (1996). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. UNMSM

- **Humedales de flujo sub superficial (ssf)**

La vegetación emergente está plantada en este lecho de grava gruesa y arena, la zona aerobia, se encuentra en la parte cercana a la superficie y alrededor de las raíces y rizomas de las plantas; entonces se forma una biopelícula alrededor de la grava y de las raíces de las plantas gracias a los microorganismos presentes. Este sistema se encarga de tratar el agua residual a medida que esta fluye lentamente a través de un medio poroso.

En este sistema hay que tener presente algunas consideraciones como la profundidad entre 0,45 y 1 m, y una pendiente característica entre 0 y 0,5%.

A medida que circula el agua residual se produce un contacto con zonas aerobias, anoxias y anaerobias. El rendimiento del sistema será mejor cuanto mayor sea la densidad de microorganismos. Es más costoso que el humedal de flujo superficial por la cantidad de medio poroso que se debe utilizar.

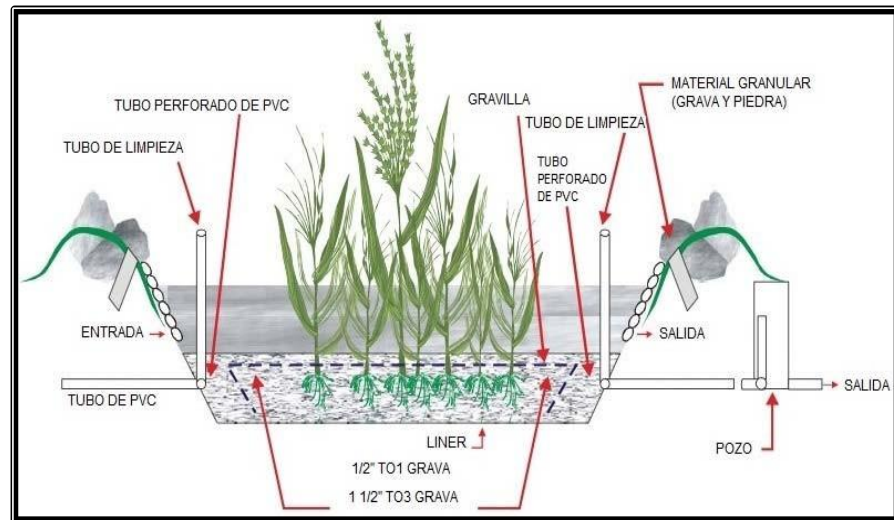


Figura 11: Humedal de flujo sub superficial (ssf)

Fuente: Palomino, J. (1996). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. UNMSM

A continuación, se presenta un cuadro de ventajas y desventajas de los humedales artificiales, el primero compara humedales artificiales de flujo superficial y subsuperficial presentado en el siguiente cuadro.

Tabla 10

*Ventajas y desventajas de los humedales artificiales*

Descripción	Flujo superficial	Flujo sub superficial
Tratamiento	Tratamiento de flujos secundarios (aguas ya tratadas por otros medios)	Para tratar flujos primarios
Operación	Operación con baja carga orgánica	Altas tasas de carga orgánica
Olor	Puede ser controlado	No existe
Insectos	Control es caro	No existe
Protección térmica	Mala, las bajas temperaturas afectan al proceso de remoción	Buena para acumulación de restos de vegetales y el flujo subterráneo el agua mantiene una temperatura casi constante
Área	Requieren superficies de mayor tamaño	Requieren superficies de menor tamaño
Costo	Menor costo en relación al sub superficial	Mayor costo debido a la materia granular que puede llegar a incrementar el precio hasta un 30%
Valor ecosistema	Mayor valor como ecosistemas para la vida salvaje, el agua es accesible a la fauna	Menor valor como ecosistemas, el agua difícilmente accesible a la fauna
Usos generales	Son de restauración y creación de nuevos ecosistemas	Tratamiento de aguas residuales principalmente para casas aisladas y núcleos menores de 200 habitantes
Operación	Son tratamientos adicionales a los sistemas convencionales (usadas para el tratamiento terciario y mejoramiento de calidad agua)	Puede usarse como tratamiento secundario

Fuente: Espinoza, O. (2014). Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales.

### **2.2.2.2. Clases de plantas acuáticas**

Caicedo, (1995). Las plantas acuáticas se clasifican en flotantes, sumergidas y emergentes. En general son aquellas que necesitan de gran cantidad de agua en sus raíces para vivir, se encuentran en medios húmedos y/o inundados.

Recrean los ecosistemas complejos donde intervienen otros elementos como insectos, anfibios y aves, regulando el sistema (integración paisajística de los sistemas).

### **2.2.2.3. Tratamiento de aguas residuales con plantas esféricas**

El tratamiento de aguas residuales por medio de estanques con plantas acuáticas ha despertado un gran interés en los últimos años, por los resultados de depuración que brindan.

“Se remueven eficientemente material orgánico y sólidos suspendidos, como también logran reducir nutrientes, sales disueltas, metales pesados y patógenos, estos sistemas logrando un tratamiento integral”.

“Concluye una disminución en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de 247 a 149 mg/l y una reducción en los sólidos suspendidos totales de 214 a 58 mg/l en una granja porcina en el Valle del Cauca”,( Pedraza, 1997), utilizando este sistema de tratamiento haciendo notar la eficiencia de este, así también realizando una comparación de lodos activados con este sistema de

tratamiento el cual involucra como planta acuática la lechuga de agua tiene más eficiencia de remoción.

#### **2.2.2.4. Propiedades de las plantas acuáticas en sistema de tratamiento**

Las plantas acuáticas (macrófitas) tienen un rol importante en estos sistemas las cuales son las siguientes:

- Filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular.
- Eliminación de contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos.
- Oxigenar a los microorganismos que viven en el agua residual.
- Absorción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

Las más comunes para los tratamientos son “los biodigestores anaeróbicos, lagunas o colectadas en medio natural son las plantas macrófitas acuáticas flotantes como: la lenteja de agua o Lemna (*Lemna spp*), azolla (*Azolla spp*) y Jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*)”.

Considerándolos como sistemas de recirculación de nutrientes a través de su cultivo en estanques cargados.

### **2.3. Definición de términos**

**a) Afluente o tributario.** Agua que entra a una unidad de tratamiento, o inicia una etapa, o el total de un proceso de tratamiento.

**b) Límite máximo permisible (Imp).** Los Imp miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos,

presentes en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva (minería, hidrocarburos, electricidad, etc.), que al exceder causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

**c) Caudal.** Es la cantidad de agua residual que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.

**d) Efluente.** Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La implementación de filtros verdes influye directamente en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamucllo del distrito de Matahuasi.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros de campo de las aguas residuales.

La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales.

La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros orgánicos de las aguas residuales.

La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros biológicos de las aguas residuales.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1 Definición conceptual de la variable**

**Variable independiente (x)**



**Implementación de filtros verdes:** Un filtro verde se define como un sistema natural de tratamiento de aguas residuales por aplicación al suelo, constituido por una superficie de terreno sobre la que se establecen una o varias especies vegetales y a la que se aplica periódicamente el agua residual a tratar mediante algún método de riego.

**Variable dependiente (y)**

**Calidad de las aguas residuales:** Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento.

## **2.5.2 Definición operacional de la variable**

**Variable independiente (x)**

**Implementación de filtros verdes:** Los filtros verdes consisten en la aplicación de un caudal controlado de agua residual sobre la superficie del terreno, donde previamente se ha instalado una masa forestal o cultivo. Existen dos tipos de filtros; los de flujo horizontal y los de flujo vertical.

**Variable dependiente (y)**

**Calidad de las aguas residuales:** Es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano; de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Los parámetros a tener en cuenta son los parámetros de campo, parámetros fisicoquímicos, parámetros orgánicos y parámetros biológicos.

## **2.5.3 Operacionalización de las variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable Independiente</b> Implementación de filtros verdes	Un filtro verde se define como un sistema natural de tratamiento de aguas residuales por aplicación al suelo, constituido por una superficie de terreno sobre la que se establecen una o varias especies vegetales y a la que se aplica periódicamente el agua residual a tratar mediante algún método de riego.	Los filtros verdes consisten en la aplicación de un caudal controlado de agua residual sobre la superficie del terreno, donde previamente se ha instalado una masa forestal o cultivo. Existen dos tipos de filtros; los de flujo horizontal y los de flujo vertical.	Flujo horizontal	Pretratamiento de aguas
			Flujo vertical	Alimentación de agua intermitente
				Implementación de mecanismos biológicos
				Reducir sensiblemente gérmenes patógenos
			Reducir DBO	
<b>Variable Dependiente</b> Calidad de las aguas residuales	Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento.	Es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano; de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Los parámetros a tener en cuenta son los parámetros de campo, parámetros fisicoquímicos, parámetros orgánicos y parámetros biológicos.	Parámetros de campo	Ph
				Temperatura
			Parámetros fisicoquímicos	Demanda bioquímica de oxígeno
				Demanda química de oxígeno
				Cianuro
				Fenoles
				Fósforo total
				Nitrógeno total
				Sólidos suspendidos totales
				Sólidos volátiles
				Sulfatos
			Sulfuros	
			Caudal	
Parámetros orgánicos	Aceites y grasas			
Parámetros biológicos	Concentración de coliformes			

## **CAPITULO III: METODOLOGIA**

### **3.1. Método de investigación**

En esta investigación se utilizó el método general científico, porque la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema, como refiere Hernández. (2006).

### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada, porque se investiga un conjunto de hechos verificables y sustentados de la ciencia, para dar solución a los problemas y este tipo de investigación nos lleva a nuevas tecnologías como la implementación de filtros verdes para la mejora del efluente en el sistema de alcantarillado del centro poblado de Yanamucllo del distrito de Matahuasi; señalando las características de las tres muestras de los experimentos realizados como también del afluente, así también se hace mención que la investigación están dirigidas a dar solución a los lugares que cuentan con escasos recursos económicos y no cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales que brinden resultados esperados (cumplir con la normativa del MINAM), proponiendo un sistema más económico y a la vez ser una óptima inversión pública.

### **3.3. Nivel de investigación**

La investigación se encuentra dentro del nivel explicativo, porque se describe los resultados de la implementación de filtros verdes para la mejora del efluente en el sistema de alcantarillado, así poder concluir que es una alternativa muy beneficiosa para las inversiones públicas.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación realizada es pre experimental, porque aun grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al tratamiento. En este diseño pre experimental se realizó dos pozos rectangulares con la implementación de filtros verdes uno al costado de la laguna de oxidación y otro a la salida

del efluente final de la laguna de oxidación para evaluar los parámetros de campo, fisicoquímicos, orgánicos y biológicos (ph, temperatura, dbo5, dco, sst, coliformes termotolerantes).

### **3.5. Población y Muestra**

#### **a) Población**

Hernández y otros (2006), El área a estudiar es en el centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi, provincia de Concepción, departamento Junín.

#### **b) Muestra**

El área a estudiar es en la planta de tratamiento de aguas residuales (laguna de oxidación) del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi. Objeto de la investigación es proponer una mejora en el efluente final mediante filtros verdes (humedales artificiales), con el fin de obtener un efluente final que cumplan con los límites máximos permisibles para el centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi. Esto corresponde a la muestra no probabilístico por conveniencia.

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

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se usaron durante la investigación de la tesis son los siguientes:

Fases de campo

Ficha de monitoreo del efluente. - En el desarrollo de esta ficha se necesitará la visita a la planta de tratamiento de aguas residuales (laguna de oxidación) del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi. así también se captará el efluente en tres puntos las cuáles serán las siguientes: pozo rectangular implementado los filtros verdes al costado de la laguna de oxidación, el segundo pozo rectangular implementado los filtros verdes a la salida del efluente de la laguna de oxidación y el tercero será del efluente de la laguna de oxidación.

- Se realizará dos pozos rectangulares donde se implementará los Filtros Verdes, el primer pozo rectangular tendrá las siguientes medidas 4.00 m x 1.60 m y de altura 0.50 m al costado de la laguna de oxidación y se extraerá el efluente tratado después de 05 días,

las plantas acuáticas serán berros y totoras. El segundo pozo rectangular será de 4.00 m x 0.50 m x 0.50 m a la salida del efluente de la laguna de oxidación y se extraerá una vez implementado los Filtros Verdes.

Levantamiento topográfico. - En la ficha se mostrará todos los datos del terreno y puntos topográficos los cuales son factores que se aplicaran en nuestra investigación, así también colocar la ubicación de la cámara de rejillas y desarenador a diseñar.

Reconocimiento del área de estudio. - Se verificará al lugar de estudio y lo primero se va hacer un recorrido y observación de la zona de estudio, observando las características y componentes de sus sistemas de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales (laguna de oxidación), verificando la calidad del efluente final.

Fase de Gabinete. - Incluyó búsqueda literaria relacionada a la ingeniería de tratamientos de aguas residuales y ejemplos relacionados al manejo de estas.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Los datos obtenidos son sistematizados a través del software: Word, Excel, autocad civil3d.

Procedimiento de la información

Ámbito De Estudio:

Ubicación

Localidad : Centro Poblado de Yanamuclo

Distrito : Matahuasi

Provincia : Concepción

Departamento : Junín

Coordenadas UTM : S 8687394

E 458614

Altitud : 3296.00 m.s.n.m.

## Límites

Por el norte : Con el distrito de san lorenzo

Por el este : Con el distrito de apata

Por el sur : Con el centro poblado de maravilca

Por el oeste: Con el rio Mantaro

## Características físicas del territorio

### Levantamiento topográfico:

El micro relieve de la zona es básicamente plano, las características topográficas en la localidad corresponden a una planicie con una pendiente promedio del 3%, y culmina en un farallón de poca altura a nivel del cauce seco del rio mantaro desde donde se proyecta una zona semi-pantanosas hasta el cauce real del rio mantaro.

El levantamiento topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical. se realizó el reconocimiento de la zona de estudio, para organizar los trabajos de campo que se han de realizar, el objetivo es la obtención de los planos veraces que estarán referidos a las coordenadas del sistema básico nacional (utm wgs84). como actividad de campo, se ha realizado la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales (laguna de oxidación), al determinar la topografía es uno de los pasos iniciales para la realización de la implementación de filtros verdes así también el rediseño de su cámara de rejillas y desarenador.

### Tipo de suelo predominante:

El tipo de suelo está conformado por una capa de tierra vegetal variando de 0.30 m a 0.50 m, areno arcilloso, arcilla con piedra de canto rodado, donde fueron instalados las tuberías del sistema de agua potable y alcantarillado, laguna de oxidación.

### Clima:

El clima predominante en la zona es típico de la sierra, con lluvias abundantes en la época del invierno (Diciembre – Marzo) y frio intenso que eventualmente llega al grado de congelación en la noche de verano (Julio – Agosto) y fuerte calor en el día.

Como el distrito de Matahuasi está ubicada entre los linderos de la Provincia de Concepción y Jauja, entre la carretera central y de río Mantaro, un clima templado y húmedo con una temperatura promedio de 14°C.

Construcción de pozos rectangulares para la implementación de filtros verdes.

Muestra 1:

- Se realizó la construcción de un pozo rectangular con las siguientes medidas 4.00 m x 1.60 m y de altura 0.50 m al costado de la laguna de oxidación.
- En primer lugar, se realizó la excavación de 4.00 m x 1.60 m x 0.50 m.
- Se colocó plástico de color negro en toda la superficie del pozo rectangular para que no haya filtración.
- Se trasladó agua residual del efluente final de la laguna de oxidación al pozo rectangular.
- Por último se colocó las plantas macrófitas (Berros y totora).

Después de 5 días se sacó la muestra para sus respectivos análisis (dbo5, dco, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, ph, temperatura).

Muestra 2

- Se realizó la construcción de un pozo rectangular con las siguientes medidas 4.00 m x 0.50 m y de altura 0.50 m a la salida del efluente final de la laguna de oxidación.
- En primer lugar, se realizó la excavación de 4.00 m x 0.50 m x 0.50 m.
- Se colocó plástico de color negro en toda la superficie del pozo rectangular.
- Por último, se colocó las plantas macrófitas (berros y totora).
- Una vez implementado los filtros verdes se sacó la muestra para sus respectivos análisis (dbo5, dco, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, ph, temperatura).

### Muestra 3

- Así también se sacó muestras al efluente final de la laguna de oxidación para sus respectivos análisis (dbo5, dco, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, ph, temperatura).

### Afluente

- Así también se sacó muestra al afluente (entrada de la PTAR del centro Poblado de Yanamucllo – Matahuasi). para sus respectivos análisis (dbo5, dco, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales).

Los muestreos realizados se dieron con frecuencia durante el día, por la misma variación de la temperatura y clima. Para tal fin detallaremos en forma gráfica y en cuadros respectivos para cada parámetro de agua residual.

Caracterización y análisis experimentales de aguas residuales.

Tabla 11

#### *Puntos de muestreo para el análisis de los efluentes*

Punto de muestreo	N° de frascos por puntos de muestreo		Volumen total (L)	Observación
	Plásticos	Vidrios		
Afluente	3	1	3	Afluente
Punto 3: Laguna de oxidación	3	1	3	Salida de laguna de oxidación al cuerpo receptor
Punto 2: Implementación de filtros verdes	3	1	3	Implementación de filtros verdes conectado directo a la salida de la laguna de oxidación
Punto 1: Implementación de filtros verdes	3	1	3	Implementación de filtros verdes a un costado de la laguna de oxidación.

Fuente: Elaboración propia – Programa Excel.

### 3.8. Técnicas y análisis de datos

#### Técnicas:

- Todos los ensayos fueron realizados en el laboratorio CERTIFICAL, en la ciudad de Lima.
- Las fichas de monitoreo para las aguas residuales de cada análisis (dbo, dco, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales,



aceites y grasas), proporcionadas por el laboratorio, se encuentran en los anexos.

- Se utilizó el programa Microsoft Excel para realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos por los análisis de aguas residuales, como también para los cálculos de la cámara de rejillas y desarenador.

Levantamiento topográfico. – Es necesario para la ubicación de la propuesta de filtros verdes previos datos para el diseño de filtros verdes.

Hoja de excel. - Para el procesamiento de la información obtenida se utilizará el software Excel, creando varios tipos de hojas de cálculo para la mejoría de la investigación.

Análisis de los datos. - Para el análisis de los resultados se recurrirá a la presentación de tablas, gráficos y pruebas estadísticas descriptivas, además a las evidencias que certifiquen que funciona la alternativa de solución implantada. Así también se comparan los resultados con los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR.

Tabla 12

*Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR*

Parámetros	Unidad	LPM de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/l	20
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 ml	10000
DBO	mg/l	100
DQO	mg/l	200
pH	Unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: MINAM,2009

## CAPITULO IV: RESULTADOS

Con la finalidad de sintetizar la información, en el presente capítulo se muestran solo los resultados finales de laboratorio, los datos base y de laboratorio, se han ubicado en el capítulo correspondiente a *Anexos*, así también los cálculos de filtros verdes para la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco - Matahuasi.

4.1. Características de las aguas residuales en la PTAR en los Parámetros de campo.

Tabla 13

*Parámetros de Campo – Potencial de Hidrogeno (pH)*

Parámetro	Und	Afluente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
De campo						
Potencial de hidrogeno (pH)	Unidad de pH	7.6	7.8	7.7	7.3	6.5-8.5

Fuente: Elaboración propia

Los análisis mostraron valores dentro del rango, así también debajo de los LMP de efluentes para PTAR, tanto en el efluente de las lagunas de estabilización como en las muestras de los experimentos con los Filtros Verdes.

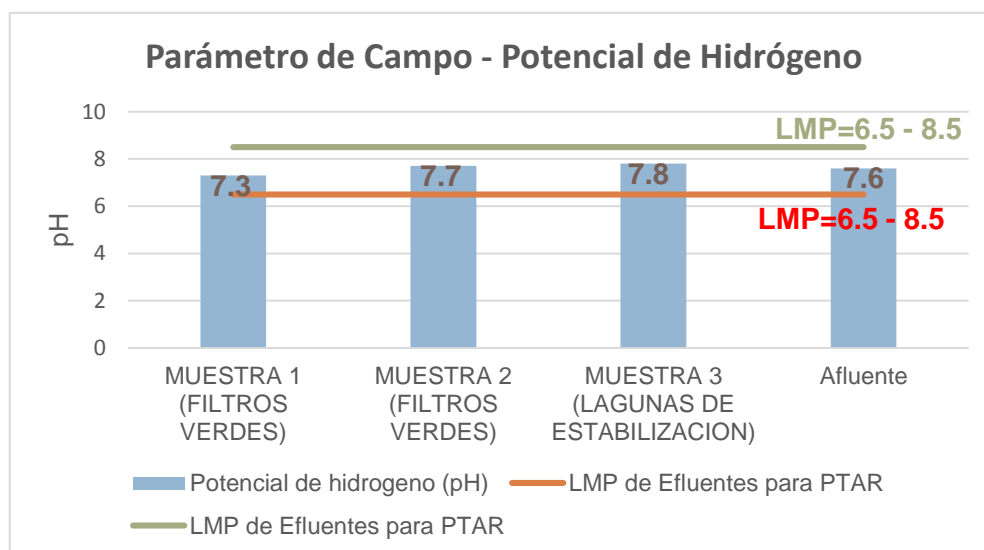


Figura 12: Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) del agua residual en cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible (6.5-8.5).

Tabla 14

*Parámetros de Campo – Temperatura (T)*

Parámetro	Und	Afluente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
De campo						
Temperatura	°C	26	25	27	26	<35

Fuente: Elaboración propia

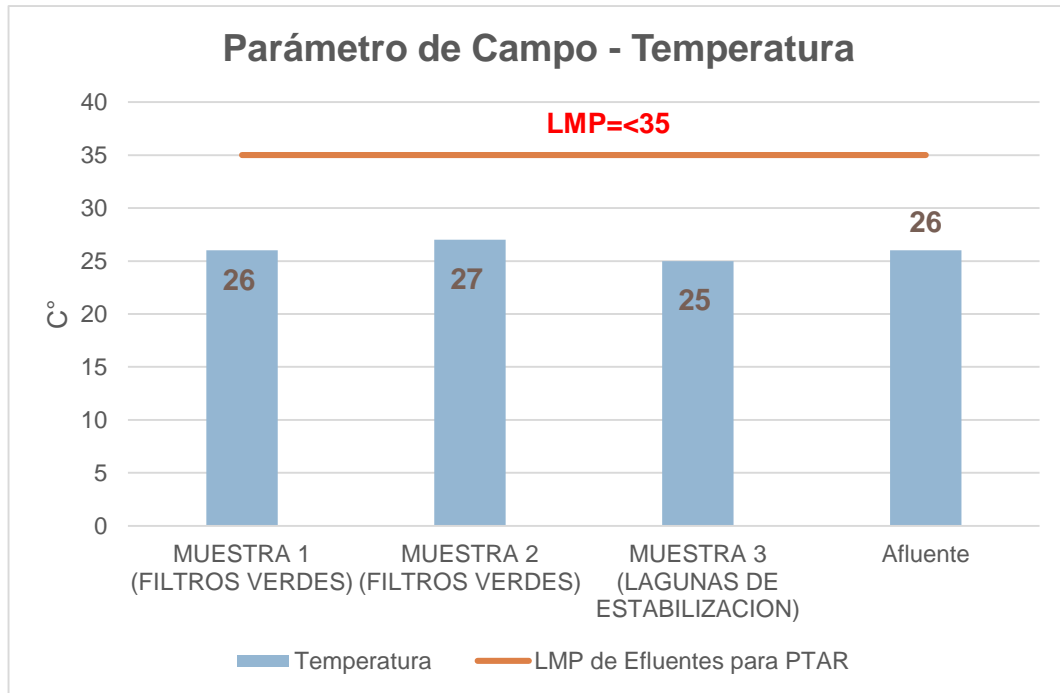


Figura 13: Valores de Temperatura (C°) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permissible (<math><35</math>).

4.2. Características de las aguas residuales en la PTAR en los Parámetros fisicoquímicos.

Tabla 15

*Parámetros Fisicoquímicos – Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)*

Parámetro	Und	Afluente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
Fisicoquímicos						
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	390.5	221	219	15	100

Fuente: Elaboración propia

Realizando la comparación de los valores de los parámetros fisicoquímicos con las normas ambientales (LMP) para efluentes en PTAR, en la muestra 2 y muestra 3 sobrepasa los Límites Máximos Permisibles (DBO5, DQO, SST), en diferencia con la muestra 1 se puede notar que no sobrepasa los LMP el cual estaría brindándonos resultados buenos cabe mencionar que esta muestra se extrajo el efluente en un periodo de 05 días.

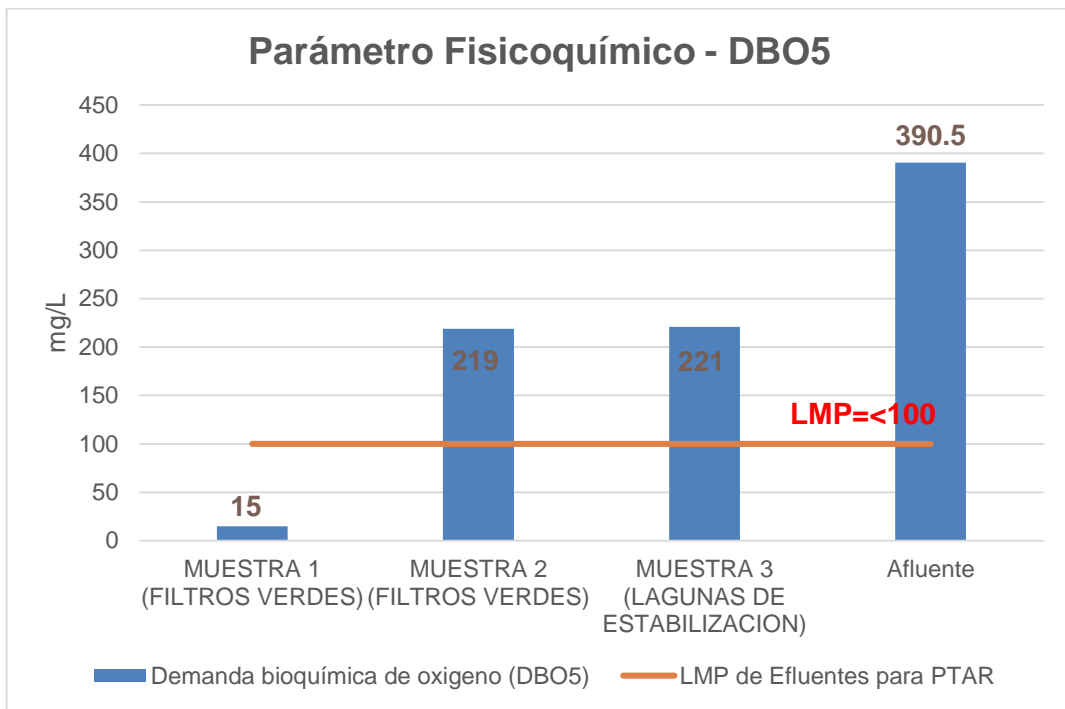


Figura 14: Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible ( $<100$ ).

Tabla 16

*Parámetros Fisicoquímicos – Demanda química de oxígeno (DQO)*

Parámetro	Und	Afluente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
Fisicoquímicos						
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	1057.2	606.3	600.81	34	200

Fuente: Elaboración propia

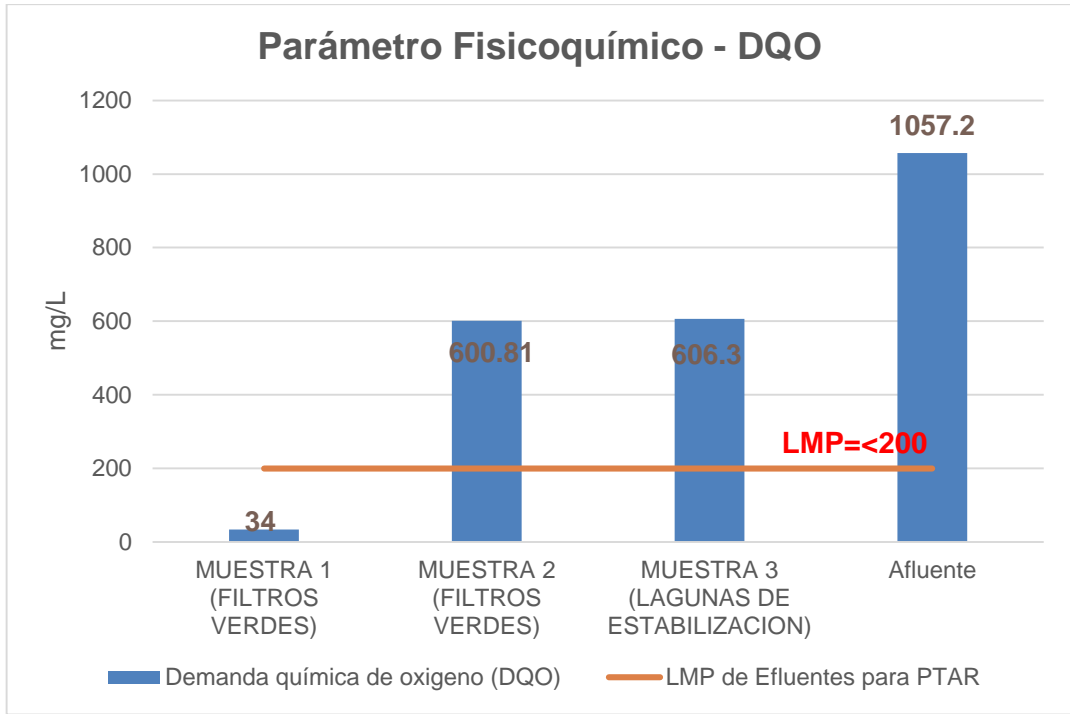


Figura 15: Valores de Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permisible ( $<200</math>).$

Tabla 17

*Parámetros Físicoquímicos – Sólidos disueltos totales (SST)*

Parámetro	Und	Afluente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
Físicoquímicos						
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	393.8	223.3	195	20	150

Fuente: Elaboración propia

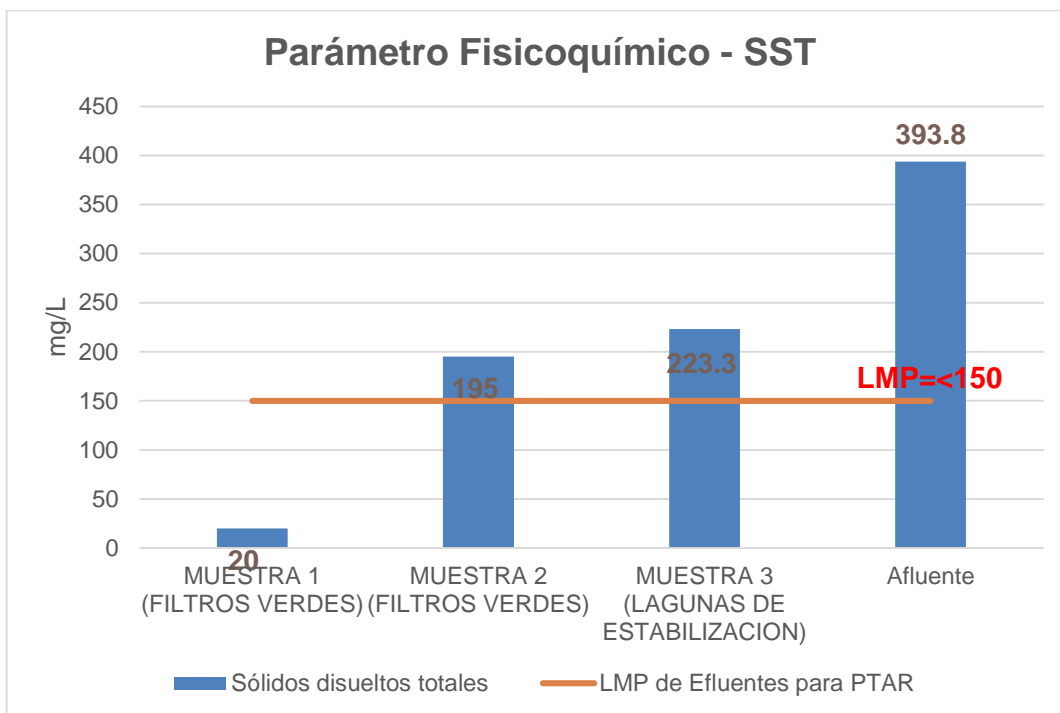


Figura 16: Valores de Solidos Suspendidos Totales SST (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permissible (<150).

#### 4.3. Características de las aguas residuales en la PTAR en los Parámetros orgánicos.

Tabla 18

##### Parámetros Orgánicos – Aceites y grasas (AG)

Parámetro	Und	Afluente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
Orgánicos						
Aceites y grasas	mg/L	65.5	39	35	5	20

Fuente: Elaboración propia

Realizando la comparación de los valores de los parámetros orgánicos con las normas ambientales (LMP) para efluentes en PTAR, en la muestra 2 y muestra 3 sobrepasa los Límites Máximos Permisibles (Aceites y grasas), en diferencia con la muestra 1 se puede notar que no sobrepasa los LMP el cual estaría brindándonos resultados buenos cabe mencionar que esta muestra se extrajo el efluente en un periodo de 05 días.

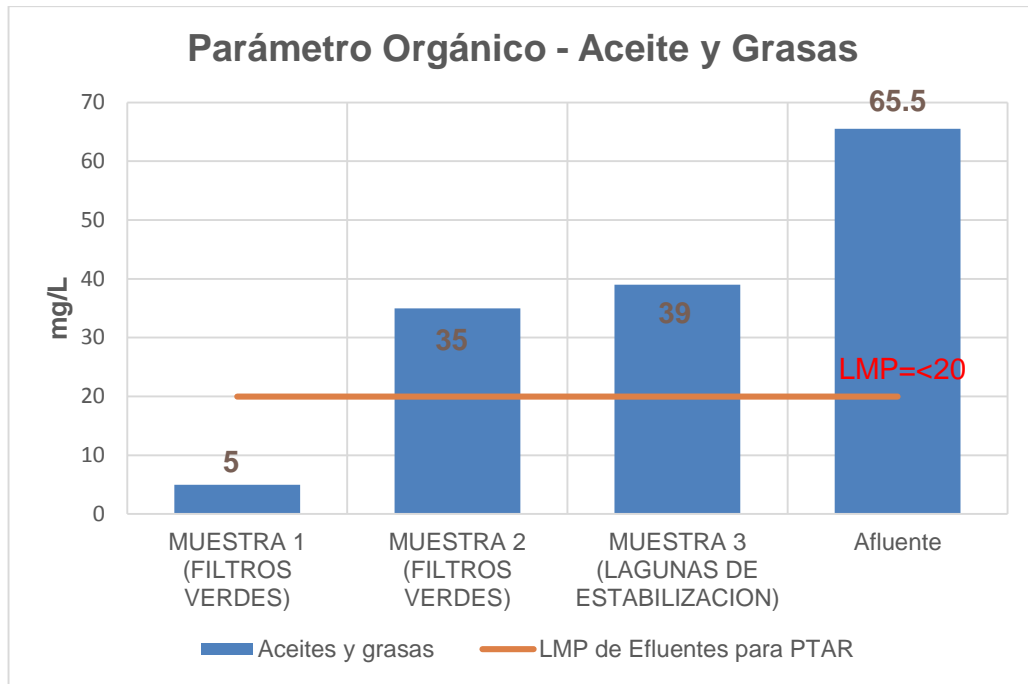


Figura 17: Valores de Aceites y grasas (mg/L) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permissible (<math><20</math>).

#### 4.4. Características de las aguas residuales en la PTAR en los Parámetros biológicos

Tabla 19

##### Parámetros Biológicos – Coliformes Termotolerantes (CT)

Parámetro	Und	Afluyente	Muestra 3 (Lagunas de Estabilización)	Muestra 2 (Filtros Verdes)	Muestra 1 (Filtros Verdes)	LMP de Efluentes para PTAR
Orgánicos						
Coliformes Termotolerantes (44°C)	NMP/100ml	220000	140000	130000	1000	10000

Fuente: Elaboración propia

Realizando la comparación de los valores de los parámetros biológicos con las normas ambientales (LMP) para efluentes en PTAR, en la muestra 2 y muestra 3 sobrepasa los Límites Máximos Permisibles (Coliformes Termotolerantes), en diferencia con la muestra 1 se puede notar que no sobrepasa los LMP el cual estaría brindándonos resultados buenos cabe mencionar que esta muestra se extrajo el efluente en un periodo de 05 días.

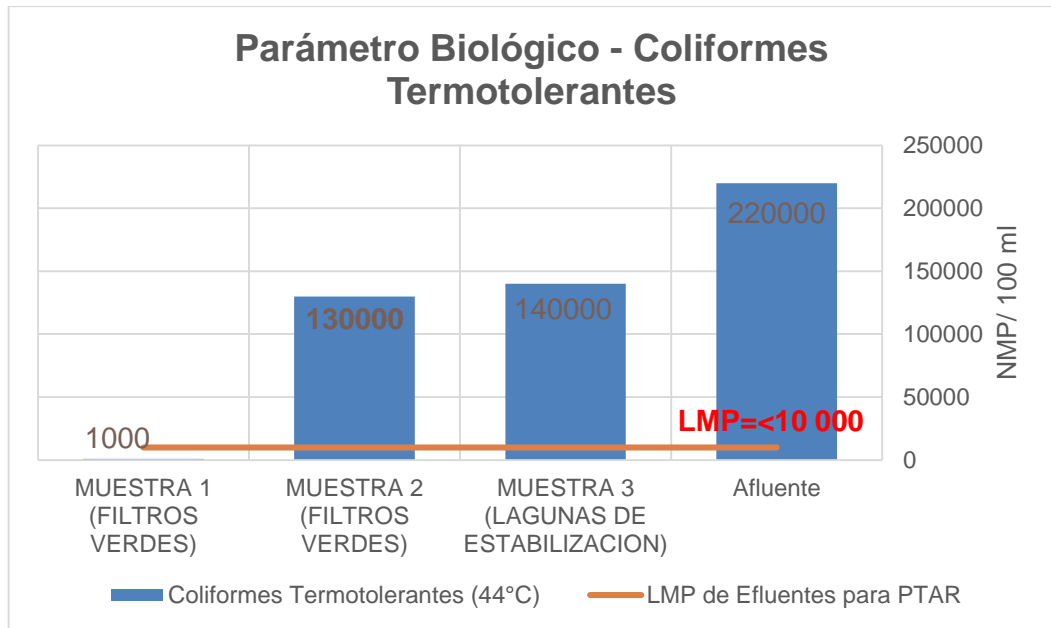


Figura 18: Valores de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) del agua residual de cada muestra respectivamente, la línea indica el Límite Máximo Permissible ( $<10\,000</math>).$

En resumen, los resultados del Afluente y Efluentes (con y sin tratamiento):

Tabla 20

*Resultados del Afluente*

Coliformes termotolerantes (CT)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Demanda química de oxígeno (DQO)	Sólidos suspendidos totales (SST)	Aceites y Grasas
220 000 NMP/100ml	390.5 mg/l	1057.2 mg/l	393.8 mg/l	65.5 mg/l

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

*Resultados del Efluente (Lagunas de Estabilización Existente)*

Coliformes termotolerantes (CT)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Demanda química de oxígeno (DQO)	Sólidos suspendidos totales (SST)	Aceites y Grasas
140 000 NMP/100ml	221 mg/l	606.3 mg/l	223.3 mg/l	39 mg/l

Fuente: Elaboración propia



Tabla 22

*Resultados del Efluente con Filtros Verdes (con tratamiento - Muestra 1)*

Coliformes termotolerantes (CT)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Demanda química de oxígeno (DQO)	Sólidos suspendidos totales (SST)	Aceites y Grasas
1 000 NMP/100ml	15 mg/l	34 mg/l	20 mg/l	5 mg/l

Fuente: Elaboración propia

En resumen, los resultados de la eficiencia de remoción:

Tabla 23

*Eficiencia de remoción de cada parámetro del efluente*

Coliformes termotolerantes (CT)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Demanda química de oxígeno (DQO)	Sólidos suspendidos totales (SST)	Aceites y Grasas
99.28%	93.21%	94.39%	91.04%	87.18%

Fuente: Elaboración propia

Así también se propone la creación de filtros verdes en la PTAR del centro poblado de Yanamuco del distrito de Matahuasi con los siguientes parámetros obtenidos según el diseño que se encuentra a detalle en los anexos.

Tabla 24

*Resumen de los resultados obtenidos*

Parámetro	Cantidad
Área superficial (m <sup>2</sup> )	4912
Ancho (m)	89.57
Largo (m)	54.84
Área transversal (m <sup>2</sup> )	11.47
Volumen (m <sup>3</sup> )	4332.38
Tiempo de retención hidráulica (d)	8.37
Carga hidráulica (m/d)	0.03
Número de macrofitas	4769

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para el diseño de Filtros verdes se trabajó con los parámetros a que se quiere llegar para riego de vegetales (D1:Riego de cultivos de tallo alto y bajo) respectivamente de las normas legales, según el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

5.1 La Implementación Filtros Verdes influye de manera favorable en la degradación de los microorganismos en las aguas residuales de la PTAR del Centro Poblado de Yanamucllo del Distrito de Matahuasi, así también cumplen con los Límites máximos permisibles para PTARs que establece el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

5.2 La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros de campo (Potencial de Hidrogeno y Temperatura) ya que respecto al pH se encuentra en el rango de 6.5 – 8.5 como indica el MINAM, ya que si obtenemos menos de ello se obtiene aguas ácidas como si obtenemos más se obtiene aguas alcalinas que estos perjudican a la especie acuática o otros seres vivos que le de uso, donde serán vertidas al final. Referente a la Temperatura se encuentran en el rango menor a 35 grados Celsius, ya que si hubiéramos obtenido mayor temperatura el proceso de digestión aerobia y nitrificación se detienen.

5.3 La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros Fisicoquímicos (DBO5, DQO, SST).

En la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), se obtuvo como resultado 15 mg/l la cual se puede notar que es muy eficiente el tratamiento con Filtros Verdes con una eficiencia de remoción de 93.21%, así también hacer mención que está debajo de los Límites Máximos Permisibles para PTAR como establece el MINAM. En la investigación de (Flores,2016) obtuvo como resultado 1.87% como se puede notar estos tratamientos son muy eficaces.

En la Demanda Química de Oxígeno (DQO), se obtuvo como resultado 34 mg/l la cual se puede notar que es muy eficiente el tratamiento con Filtros Verdes con una eficiencia de remoción de 94.39%, así también hacer mención que está debajo de los Límites Máximos Permisibles para PTAR como establece el MINAM. En la investigación de (Gómez,2017) obtuvo una eficiencia de remoción de 92%, como se puede notar estos tratamientos son muy eficaces.

En los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se obtuvo como resultado 20 mg/l la cual se puede notar que es muy eficiente el tratamiento con Filtros Verdes con una eficiencia de remoción de 91.04%, así también hacer mención que está debajo de los Límites Máximos Permisibles para PTAR como establece el MINAM. En la investigación de (Gómez,2017) obtuvo una eficiencia de remoción de 88%, como se puede notar estos tratamientos son muy eficaces.

5.3 La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros Orgánicos (Aceites y Grasas).

En Aceites y grasas se obtuvo como resultado 5 mg/l la cual se puede notar que es muy eficiente el tratamiento con Filtros Verdes con una eficiencia de remoción de 87.18%, así también hacer mención que está debajo de los Límites Máximos Permisibles para PTAR como establece el MINAM.

5.4 La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros biológicos (Coliformes Termotolerantes).

En los Coliformes Termotolerantes (CT), se obtuvo como resultado 1000 mg/l la cual se puede notar que es muy eficiente el tratamiento con Filtros Verdes con una eficiencia de remoción de 99.28%, así también hacer mención que está debajo de los Límites Máximos Permisibles para PTAR como establece el MINAM. En la investigación de (Gómez,2017) obtuvo una eficiencia de remoción de 99%, como se puede ver es muy eficaz estos tratamientos.

Así también con la Propuesta de Filtros Verdes para la PTAR del Centro Poblado de Yanamucló se estaría brindando una mejora en la calidad de aguas residuales obteniendo DBO<sub>5</sub>(15 mg/l), DQO (40 mg/l), SST (24.3 mg/l), Coliformes Termotolerantes (1000 NMP/100ml), estos parámetros son válidos para los ECA AGUA: Categoría 3 (Parámetros para riego de vegetales, Riego de Cultivos de tallo Alto y Bajo). En la Investigación de (Flores, 2016) con su propuesta de humedales artificiales obtiene dbo<sub>5</sub> (1.87 mg/l), coliformes fecales (401.80 nmp/100ml) y sst (16.92 mg/l).

## CONCLUSIONES

1. De manera favorable, influye la Implementación de Filtros Verdes para mejorar la calidad de aguas residuales en la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco del Distrito de Matahuasi consiguiendo altos porcentajes de remoción (superiores a 80%).
2. En los parámetros de campo (ph y temperatura), se obtuvo un ph de 7.3 el cual está dentro del rango de LMP, en la temperatura se obtuvo 26° C que está debajo del rango de LMP, entonces se cumple con los LMP.
3. La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros Fisicoquímicos (DBO5, DQO, SST), ya que se obtiene un porcentaje de remoción de 93.21 %, 94.39% y 91.04% respectivamente.
4. La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros Orgánicos (Aceites y Grasas), ya que se obtiene un porcentaje de remoción de 87.18 %.
5. La Implementación de Filtros Verdes influye de manera favorable, en los Parámetros biológicos (Coliformes Termotolerantes), ya que se obtiene un porcentaje de remoción de 99.28 %. Con la Propuesta de Filtros Verdes en la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco se estaría brindando una mejora en la calidad de aguas residuales obteniendo DBO5(15 mg/l), DQO(40 mg/l), SST (24.3 mg/l), Coliformes Termotolerantes (1000 NMP/100ml), estos parámetros son válidos para los ECA AGUA: Categoría 3 (Parámetros para riego de vegetales, Riego de Cultivos de tallo Alto) cabe decir que estamos por debajo de los LMP para PTAR que establece el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

## RECOMENDACIONES

1. En las PTARs del valle del Mantaro implementar los Filtros verdes para mejorar la calidad de las aguas residuales y así estar dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el decreto supremo N° 003-2010-MINAM, ya que en su gran mayoría no cumplen.
2. Para el buen funcionamiento de los Filtros verdes se debe considerar que el ph debe estar entre 6.5 -8.5 y a la temperatura <35, ya que si no se respeta estos parámetros no rendiría en buenas condiciones los Filtros verdes.
3. Construir la Propuesta de Filtros verdes para mejorar en los parámetros Físicoquímicos (DBO5, DQO, SST), ya que se obtiene más de 90% de remoción.
4. Construir la Propuesta de Filtros verdes para mejorar en Parámetros Orgánicos (Aceites y Grasas), ya que se obtiene más de 80% de remoción.
5. Construir la Propuesta de Filtros verdes para mejorar en Parámetros biológicos (Coliformes Termotolerantes), ya que se obtiene más de 90% de remoción. Construir la propuesta de Filtros verdes en la PTAR del Centro Poblado de Yanamucllo como último tratamiento y así poder alcanzar los LMP por el MINAM, y darle uso para riego en tallo alto que fue diseñado con esos parámetros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brix, H. (1994). *Función de los humedales en el control de la contaminación en zonas rurales*. Diseño y uso de humedales artificiales.
2. Collazos, C. (2008). "Tratamiento de Aguas residuales domesticas e industriales". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
3. Espinoza, R. (2010). *Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores*. (Tesis de posgrado). Universidad de Piura; Piura, Perú.
4. Flores, E. y Jaramillo, M. (2009). *Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (lenteja de agua) y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; Cuenca, Ecuador.
5. Flores, S. (2016). *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales utilizando humedales artificiales para riego en la ciudad universitaria, Los Módulos Ayacucho*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana del Centro; Huancayo, Perú.
6. García, Z. (2012). *Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de ingeniería; Lima, Perú.
7. Gómez, Y. (2017). *Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando Cyperus alternifolius y Chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima, Perú.
8. Hernández, R. (2010). *Metodología De La Investigación*. México D.F.: Mcgraw-Hill.

9. Ibáñez, W. (2012). "Obras Hidráulicas y de Saneamiento". Tomo I. Lima, Perú.
10. Ingaruca, E. (2010). "Manual de Diseño Tratamiento y Reúso de Aguas Residuales". Gobierno Regional de Junín, Sub Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Junín, Perú.
11. Lapa, R. (2014). *Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria – UNSCH – 2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho, Perú.
12. Luévano, J. (2016). *Propuesta metodológica para reducir la concentración de nutrientes ( $PO_4^3$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ) en bioensayos a la intemperie con *Spirodela polyrhiza**. (Tesis de posgrado). Instituto Politécnico Nacional; Altamira, México.
13. Martínez, P. (2014). *Evaluación y Diseño de un humedal construido para la depuración de aguas residuales domésticas*. (Tesis de posgrado). Universidad de Murcia; Murcia, España.
14. Metcalf & Eddy (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización*. Volumen I-II, 3ra. Edición en español, MacGraw- Hill. Madrid, España.
15. MINAM, 2015. *V Curso de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima, Perú.
16. Moret, I. (2014). *Optimización de lagunas de estabilización mediante el uso de macrofitas*. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura; Piura, Perú.
17. Paez, J. (2009). *Evaluación del comportamiento de los parámetros involucrados en la remoción de Cinc en humedales artificiales verticales*. (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle; Bogotá, Colombia.
18. Pérez, J. (2016). *Aplicación de macrófitos acuáticos en el tratamiento de aguas residuales urbanas y sus subproductos mediante humedales*

*artificiales en clima mediterráneo.* (Tesis de posgrado). Universidad de Alicante; Alicante, España.

19. Pérez, M. (2009). *Selección de plantas acuáticas para establecer humedales en el estado de Durango.* (Tesis de posgrado). Centro de Investigación de materiales avanzados; Chihuahua, México.
20. RNE, (2012). *Reglamento Nacional de Edificaciones; Titulo II – Parte II.3. Obras de Saneamiento.* Limas, Perú.
21. Saavedra, B. (2017). *Aplicación de macrofitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP.* (Tesis de pregrado). Universidad de Piura; Piura, Perú.
22. Silva, G. (2005). *Humedales Construidos.* Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente.
23. SUNASS, (2013). *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.* Lima, Perú.



## **ANEXOS**

# MATRIZ DE CONSISTENCIA – INFORME FINAL DE TESIS

**TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL EFLUENTE EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE MATAHUASI”**

**EGRESADO: Bach. JOHAN MAITA ARIAS**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEORICO	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p><b>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</b> ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi?</p> <p><b>2. INTERROGANTES ESPECÍFICAS</b></p> <p>a) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros de campo de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi?</p> <p>b) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi?</p> <p>c) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros orgánicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi?</p> <p>d) ¿De qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros biológicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi?</p>	<p><b>1. OBJETIVO GENERAL</b> Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p><b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros de campo de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p>b) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p>c) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros orgánicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p>d) Determinar de qué manera influye la implementación de filtros verdes en los parámetros biológicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p>	<p><b>1. HIPÓTESIS GENERAL</b> La implementación de filtros verdes influye directamente en la calidad de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi</p> <p><b>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA</b></p> <p>a) La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros de campo de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p>b) La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p>c) . La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros orgánicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p> <p>d) La implementación de filtros verdes influye directamente en los parámetros biológicos de las aguas residuales en la PTAR del centro poblado de Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</p>	<p><b>ANTECEDENTES NACIONALES</b></p> <p>Gómez, Y. (2017). Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando <i>Cyperus alternifolius</i> y <i>Chrysopogon zizanioides</i> para el tratamiento de aguas servidas. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima, Perú.</p> <p>Flores, S. (2016). Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales utilizando humedales artificiales para riego en la ciudad universitaria, Los Módulos Ayacucho. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana del Centro; Huancayo, Perú.</p> <p>Lapa, R. (2014). Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria – UNSCH – 2014. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho, Perú.</p> <p><b>ANTECEDENTES INTERNACIONALES</b></p> <p>Paez, J. (2009). Evaluación del comportamiento de los parámetros involucrados en la remoción de Cinc en humedales artificiales verticales. (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle; Bogotá, Colombia.</p> <p>Flores, E. y Jaramillo, M. (2009). Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales <i>Lemna minor</i> (lenteja de agua) y <i>Eichornia crassipes</i> (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; Cuenca, Ecuador.</p> <p>Martínez, P. (2014). Evaluación y Diseño de un humedal construido para la depuración de aguas residuales domésticas. (Tesis de posgrado). Universidad de Murcia; Murcia, España.</p>	<p><b>Variable Independiente: FILTROS VERDES</b></p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flujo Horizontal</li> <li>- Flujo Vertical</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente: CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDAULES</b></p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parámetros de Campo.</li> <li>- Parámetros de fisicoquímicos.</li> <li>- Parámetros de orgánicos.</li> <li>- Parámetros de biológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Tipo de Investigación</b> Investigación científica aplicada</li> <li>- <b>Nivel de la Investigación</b> Explicativo.</li> <li>- <b>Diseño de la Investigación</b> Pre experimental.</li> <li>- <b>Población</b> Centro Poblado de Yanamuclo- Matahuasi.</li> <li>- <b>Muestra</b> El área a estudiar es en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del C.P. Yanamuclo del distrito de Matahuasi.</li> <li>- <b>Técnicas de Recolección de datos</b> Observación Entrevista Fichas bibliográficas Análisis de agua residual (Laboratorio CERTIFICAD) Levantamiento Topográfico. Expediente Técnico.</li> <li>- <b>Instrumentos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microsoft Word 2016</li> <li>-Microsoft Excel 2016</li> <li>-AutoCAD 2015</li> </ul> </li> </ul>

**PROPUESTA DE FILTROS VERDES PARA LA PTAR DEL CENTRO  
POBLADO DE YANAMUCLO DEL DISTRITO DE MATAHUASI**

**Datos:**

Caudal  $Q = 1.63 \text{ l/s}$  ( $140.83 \text{ m}^3/\text{d}$ )

Temperatura de diseño =  $26 \text{ }^\circ\text{C}$

Profundidad de la raíz:  $0.6 \text{ m}$

Separación entre planta,  $d = 1.0 \text{ m}$

Propuesta de profundidad del agua en zona inicial de tratamiento,  $D_{wo} = 0.6 \text{ m}$

Propuesta de profundidad del agua en zona final de tratamiento,  $D_{wf} = 0.6 \text{ m}$

Propuesta de profundidad del lecho,  $D_m = 0.6 \text{ m}$

Perdida de carga máxima en zona inicial,  $dh_i = 0.06 \text{ m}$

Perdida del fondo del humedal,  $S_f = 0.005$

Distancia propuesta entre la superficie del medio y la del agua,  $D_{WM} = 0.1 \text{ m}$

Tabla 25

*Parámetros de diseño*

Contaminante	Concentración, mg/L	Calidad requerida, mg/L
DBO	221	15
SST	223.3	20
CF	140 000 NMP	1 000

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 26 se obtienen los valores de  $K_{A,20}$  y  $C^*$  para humedal de flujo superficial.

Tabla 26

Obtención de los valores de  $K_{A,20}$  y  $C^*$  para humedal de flujo

Humedal de Flujo Superficial					
	DBO	SST	NT	PT	CF
$K_{20}$ m/año	34	$\frac{1}{000}$	22	12	75
$\Theta_{K20}$	1	1	1.05	1	1
C	3.0+	5.0+	1.5	0.02	50+

Fuente: Elaboración propia

El área se determina de la siguiente manera, de acuerdo al despeje de  $A_S$ , de la ecuación 2.12 y 2.9. Para remoción de DBO.

$$A_{DBO} = \frac{365 \frac{d}{año} \left( 140.83 \frac{m^3}{d} \right)}{34 \frac{m}{año}} \ln \left\{ \frac{221 \frac{mg}{L} - 6.68 \frac{mg}{L}}{15 \frac{mg}{L} - 6.68 \frac{mg}{L}} \right\}$$

$$A_{DBO} = 4\,911.72 \text{ m}^2$$

Para remoción de SST.

$$A_{SST} = \frac{365 \frac{d}{año} \left( 86.4 \frac{m^3}{d} \right)}{1000 \frac{m}{año}} \ln \left\{ \frac{223.3 \frac{mg}{L} - 17.9 \frac{mg}{L}}{20 \frac{mg}{L} - 17.9 \frac{mg}{L}} \right\}$$

$$A_{SST} = 144.53 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el área superficial del humedal para remover DBO es de 4 912 metros cuadrados.

### Características de medio de empaque

Diámetro de grava media,  $D_g = 25 \text{ mm}$  (Diámetro de grava media)

Conductividad hidráulica. Cuando no se cuenta con datos de conductividad hidráulica, estos se pueden calcular de la siguiente forma:

$$K_s = 12600 D g^{1.9}$$

$$K_s = 12600 \left( \frac{25 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \right)^{1.9}$$

$$K_s = 71855 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ d}}$$

### Ecuación 2.23

Se selecciona el área para las condiciones menos favorables (remoción de la DBO), por tanto el área para la zona inicial ( $A_1$ ) considerando que esta tendrá el 30 por ciento de la longitud total:

$$A_1 = 0.3(4\,912 \text{ m}^2) = 1,473.6 \text{ m}^2$$

Para la zona final de tratamiento ( $A_2$ ), con el área en las condiciones menos favorables (remoción de la DBO), considerando que esta tendrá el 70 por ciento de la longitud total:

$$A_2 = 0.7(4\,912 \text{ m}^2) = 3,438.4 \text{ m}^2$$

### Determinación del ancho mínimo necesario

Para mantener el flujo de agua por debajo de la superficie y determinar la altura de salida del efluente. Se determina el ancho mínimo teórico ( $W$ ), utilizando la ecuación de Darcy y para la zona inicial de tratamiento se tiene:

$$W = \left( \frac{Q A_1}{K_{s1\%} d h_i D_{WO}} \right)^{0.5}$$

Utilizando la ecuación anterior, se obtiene:

$$w = \left[ \frac{140.83 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} (1,473.6)}{718.55 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ d}} (0.06 \text{ m})(0.6 \text{ m})} \right]^{0.5} = 89.57 \text{ m}$$

Este es el ancho en el cual la pérdida de carga es igual a 0.06 m, dado que todos los parámetros están definidos. El diseñador podría usar un ancho igual o mayor, para asegurar que la pérdida de carga es igual o menor que el valor recomendado.

### **Determinación de la pérdida de carga en la zona inicial de tratamiento**

La longitud de la zona inicial ( $L_i$ ) de tratamiento se determina de la siguiente forma:

$$L_i = \frac{A_1}{W} = \frac{1,473.6 \text{ m}^2}{89.57 \text{ m}} = 16.45 \text{ m}$$

Verificación de la pérdida de carga:

$$dh_i = \frac{QL_i}{K_{S,1\%} W D_{W,0}}$$

$$dh_i = \frac{140.83 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} (16.45 \text{ m})}{718.55 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{d}} (89.57 \text{ m}) (0.6 \text{ m})}$$

$$dh_i = 0.06 \text{ m}$$

### **Determinación de la longitud y la pérdida de carga en la zona final de tratamiento**

La longitud de la zona final ( $L_F$ ) de tratamiento se determina de la siguiente forma:

$$L_i = \frac{A_2}{W} = \frac{3,438.4 \text{ m}^2}{89.57 \text{ m}} = 38.39 \text{ m}$$

La pérdida de carga en la zona final ( $dh_F$ ) de tratamiento es igual a:

$$dh_F = \frac{QL_F}{K_{S,10\%} W D_{W,F}}$$

$$dh_i = \frac{140.83 \frac{m^3}{d} (38.39m)}{7185.5 \frac{m^3}{m^2 d} (89.57m)(0.6m)}$$

$$dh_i = 0.014m$$

La longitud total del humedal equivale a:

$$L = L_i + L_F = 16.45m + 38.39m = 54.84m$$

Al menos, se recomiendan dos celdas de tratamiento para facilitar las actividades de operación y mantenimiento. Ahora bien, para cumplir con las recomendaciones de la relación largo-ancho (2:1-4:1), se propone un número de celdas (N) igual a: 4, estas celdas pudieran estar separadas, por ejemplo, por una geomembrana.

$$W_{celda} = \frac{W}{N} = \frac{89.57m}{4} = 22.39m$$

(Con esto se obtiene una relación largo-ancho equivalente a 4:1, con esto, se atiende la recomendación)

### **Determinación de las elevaciones del fondo**

Para la determinación de estas elevaciones se asume lo siguiente:

Elevación a la salida del efluente,  $E_{be}$ , se asume cero;

Elevación a la entrada de la zona final de tratamiento,  $E_{bF}$ ,

$$E_{bF} = L_F(S_F) = (38.39 m)(0.005) = 0.192m$$

Elevación a la entrada de la zona inicial de tratamiento,  $E_{b0}$ ,

$$E_{b0} = L(S_F) = (16.45 m)(0.005) = 0.08m$$

## **Determinación de las elevaciones de la superficie del agua**

Elevación a la entrada de la zona final de tratamiento,  $E_{WF}$ ,

$$E_{WF} = E_{bF} + D_{WF} = 0.192m + 0.6m = 0.792m$$

Elevación de la superficie del agua a la salida,  $E_{WE}$ :

$$E_{WE} = E_{WF} - dh_F = 0.792m - 0.01m = 0.782m$$

Elevación de la superficie del agua a la entrada,  $E_{W0}$  :

$$E_{W0} = E_{WF} + dh_i = 0.792m + 0.06m = 0.852m$$

## **Determinación de la profundidad del agua**

Profundidad del agua a la entrada,  $D_{W0}$ :

$$D_{W0} = E_{W0} - E_{b0} = 0.852m - 0.08m = 0.772m$$

Profundidad al inicio de la zona final de tratamiento,  $D_{WF}$ :

$$D_{WF} = E_{WF} - E_{bF} = 0.792m - 0.192m = 0.60m$$

(se obtiene el valor propuesto inicialmente, por tanto el procedimiento es correcto) Profundidad del agua a la salida del humedal,  $D_{WE}$ :

$$D_{WE} = E_{WE} - E_{be} = 0.782m - 0.00m = 0.782m$$



## Determinación de la profundidad del medio

La profundidad del medio dependerá de la profundidad que alcance la raíz de la macrófita propuesta para el humedal. Por lo que es necesario contar con este dato para el diseño. Cabe recalcar que la planta seleccionada se debe encontrar en abundancia en la zona. Considerando que se desea una altura constante del agua a través del humedal, la profundidad del medio se calcula de la siguiente forma:

Elevación de la superficie del medio a la entrada,  $E_{M0}$ :

$$E_{M0} = E_{W0} + D_{WM} = 0.852m + 0.10m = 0.952m$$

Elevación de la superficie del medio a la entrada de la zona final de tratamiento,  $E_{MF}$ :

$$E_{MF} = E_{WF} - D_{WM} = 0.792m - 0.10m = 0.692m$$

Elevación de la superficie del medio a la salida,  $E_{ME}$ :

$$E_{ME} = E_{WE} + D_{WM} = 0.782m + 0.10m = 0.882m$$

Profundidad del medio a la entrada,  $D_{M0}$ :

$$D_{M0} = E_{M0} - E_{b0} = 0.952m - 0.08m = 0.872m$$

Profundidad del medio a la entrada de la zona final de tratamiento,  $D_{MF}$ :

$$D_{ME} = E_{MF} - E_{bF} = 0.692m - 0.192m = 0.50m$$

Profundidad del medio a la salida,  $D_{ME}$ :

$$D_{ME} = E_{ME} - O = 0.882m - 0.00m = 0.882m$$

### Determinación del tiempo de residencia hidráulica (TRH) nominal

Considerando que se tiene un sustrato con porosidad de  $n = 0.40$ .

$$TRH_{nominal} = \frac{nD_{WF}}{\left(\frac{Q}{A}\right)}$$

$$TRH_{nominal} = \frac{0.40(0.60m)}{\left(\frac{140.83 \frac{m^3}{d}}{4912m^2}\right)}$$

$$TRH_{nominal} = 8.37d = 200.90h$$

### Concentración estimada de SST esperada en el efluente ( $SST_{e,N}$ )

Se considera una ecuación de regresión propuesta por Reed and Brown (1995), para la estimación de la concentración de salida para los SST. La ecuación aplica para un rango de concentración de entrada ( $C_{o,SST}$ ) mayor a 22 mg/L. La ecuación se presenta a continuación:

$$C_{eSST} = C_{o,SST} \left( 0.1058 + 0.0011 \frac{100Q}{A} \right)$$

$$C_{eSST} = 223.3 \frac{mg}{L} \left[ 0.1058 + 0.0011 \frac{100 \left( 140.83 \frac{m^3}{d} \right)}{4912m^2} \right]$$

$$C_{eSST} = 24.33 \frac{mg}{L}$$

Número de macrófitas requeridas para la instalación ( $N_v$ ).

$$Nv = \left(\frac{L}{d_p} - 1\right) \left(\frac{W}{d_p} - 1\right)$$

$$Nv = \left(\frac{54.84m}{1.00m} - 1\right) \left(\frac{89.57m}{1.00m} - 1\right)$$

$$Nv = 4768.61 \approx 4769 \text{ macrófitas}$$

donde:

$N_v$  = Número de macrófitas necesarias

$d_p$  = Distancia entre macrófita y macrófita, m

Volumen estimado de material de lecho (V).

$$V = AD_{ME} = 4912m^2(0.882m) = 4332.38m^3$$

Se presenta, Tabla 24 un resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 24

*Resumen de los resultados obtenidos*

Parámetro	Cantidad
Área superficial (m2)	4912
Ancho (m)	89.57
Largo (m)	54.84
Área transversal (m2)	11.47
Volumen (m3)	4332.38
Tiempo de retención hidráulica (d)	8.37
Carga hidráulica (m/d)	0.03
Número de macrofitas	4769

Fuente: Elaboración propia

**AFORO DE CAUDAL DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO POBLADO DE  
YANAMUCLO DEL DISTRITO DE MATAHUASI**

**AFORO CAUDAL DE ENTRADA (Se tomó el más crítico - Mañana):**

$$t = 2.46 \text{ seg.}$$

$$v = 4 \text{ litros}$$

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{4 \text{ litros}}{2.39 \text{ seg}} = 1.67 \text{ litros /seg}$$

$$Q = 1.67 \frac{\text{Litros}}{\text{seg}} \times 86.4 = 144.29 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Caudal } Q = 1.67 \text{ l/s (144.29 m}^3/\text{d)}$$

**AFORO CAUDAL DE SALIDA (Se tomó el más crítico - Mañana):**

$$t = 2.46 \text{ seg.}$$

$$v = 4 \text{ litros}$$

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{4 \text{ litros}}{2.46 \text{ seg}} = 1.63 \text{ litros /seg}$$

$$Q = 1.63 \frac{\text{Litros}}{\text{seg}} \times 86.4 = 140.83 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Caudal } Q = 1.63 \text{ l/s (140.83 m}^3/\text{d)}$$

**TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA EN LA LAGUNA DE MADURACION:**

Después que se arrojó la anilina mezclado con agua, se pudo notar que el tiempo de retención hidráulica fue de 4 días 14 horas.

TRH= 4 días 14 horas. (Aprox.)

Nota: Para Lagunas de Estabilización (Maduración), el tiempo de retención hidráulica debe ser mínimo de 05 días, en este caso no cumple.

## EFICIENCIA DE REMOCION DE LOS PARAMETROS DEL EFLUENTE

Eficiencia de Remoción de Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5):

$$E = \frac{DBO5i - DBO5f}{DBO5i} \times 100\%$$

E: Eficiencia de eliminación%

DBO5 i: Demando bioquímica de oxígeno inicial

DBO5 f: Demando bioquímica de oxígeno final

$$E = \frac{221 - 15}{221} \times 100\% = 93.21\%$$

Eficiencia de Remoción de Demanda química de oxígeno (DQO):

$$E = \frac{DQO_i - DQO_f}{DQO_i} \times 100\%$$

E: Eficiencia de eliminación%

DQO i: Demando química de oxígeno inicial

DQO f: Demando química de oxígeno final

$$E = \frac{606.3 - 34}{606.3} \times 100\% = 94.39\%$$

Eficiencia de Remoción de Sólidos suspendidos totales (SST):

$$E = \frac{SST_i - SST_f}{SST_i} \times 100\%$$

E: Eficiencia de eliminación%

SST i: Sólidos suspendidos totales inicial

SST f: Sólidos suspendidos totales final

$$E = \frac{223.3 - 20}{223.3} \times 100\% = 91.04\%$$

Eficiencia de Remoción de Aceite y Grasas (AG):

$$E = \frac{AGi - AGf}{AGi} \times 100\%$$

E: Eficiencia de eliminación%

AG i: Aceites y Grasas inicial

AG f: Aceites y Grasas final

$$E = \frac{39 - 5}{39} \times 100\% = 87.18\%$$

Eficiencia de Remoción de Coliformes termotolerantes (CT):

$$E = \frac{CTi - CTf}{CTi} \times 100\%$$

E: Eficiencia de eliminación%

CTi: Coliforme termotolerante inicial

CTf: Coliforme termotolerante final

$$E = \frac{140000 - 1000}{140000} \times 100\% = 99.28\%$$

En resumen, los resultados de la eficiencia de remoción:

Tabla 23

*Eficiencia de remoción de cada parámetro del efluente*

Coliformes termotolerantes (CT)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Demanda química de oxígeno (DQO)	Sólidos suspendidos totales (SST)	Aceites y Grasas
99.28%	93.21%	94.39%	91.04%	87.18%

## HOJA DE METRADO

### TESIS: IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL EFLUENTE EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE MATAHUASI

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	Nº DE VECES	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
<b>01.00.00</b>	<b>FILTROS VERDES DE GEOMEMBRANA</b>							
01.01.00	Trazo y Replanteo	M2	1.00	63.12	105.96		6688.20	6688.20
01.02.00	Excavación tierra a maquina nivel sub rasante	M3	1.00	63.12	105.96	0.15	1003.23	1003.23
01.03.00	Escarif. Perfil y compact.	M2	1.00	63.12	105.96		6688.20	6688.20
01.04.00	Relleno Compactado a mano con arcilla							
	- Fondo	M3	4.00	63.12	22.39	0.15	847.95	847.95
01.05.00	Material de Relleno	M3					1103.07	1103.07
	-Muro 1		2.00	63.12	area	2.63	332.01	
	-Muro 2		3.00	63.12	area	3.45	653.29	
	-Muro Horizontal		2.00	22.39	area	2.63	117.77	
01.06.00	Relleno Compactado a mano con arcilla	M3						214.10
	- Talud	M3	8.00	63.12	2.12	0.20	214.10	214.10
01.07.00	Compactacion manual/coronacion	M3						41.66
	- Bordes	M3	2.00	63.12	1.00	0.15	18.94	
	-Divisiones	M3	3.00	63.12	0.80	0.15	22.72	
01.08.00	Excavacion para anclaje de geomenbrana							31.56
	- Bordes	M3	2.00	63.12	0.50	0.50	31.56	
01.09.00	Encofrado y Desencofrado	M2						49.20
	-Pared de caja de control	M2	12.00	3.40		1.00	40.80	
	-Techo de caja de control	M2	12.00	1.00	0.70		8.40	
01.10.00	Concreto F'c = 175 Kg/cm2							8.64
	Piso caja de control	M3	12.00	1.00	0.70	0.15	1.26	
	Pared caja de control	M3	12.00	2.00	0.15	1.00	3.60	
	Pared caja de control	M3	12.00	1.40	0.15	1.00	2.52	
	Techo caja de control	M3	12.00	1.00	0.70	0.15	1.26	
01.11.00	Acero F'y = 4200 Kg/cm2							518.40
	Pared horizontal @.15	MI	12.00	0.90	7.00	2.00	151.20	



		Pared vertical @.15	MI	12.00	0.60	5.00	2.00	72.00	
	@.15	Piso caja horizontal	MI	12.00	0.90	5.00	1.00	54.00	
		Piso caja vertical @.15	MI	12.00	0.60	7.00	1.00	50.40	
	@.15	Tapa de caja horizontal	MI	12.00	0.90	5.00	1.00	54.00	
	@.15	Tapa de caja vertical	MI	12.00	0.60	7.00	1.00	50.40	
			Kg	1.20	432.00			518.40	
01.12.00		Instalacion de geomembrana de 1mm	M2					7190.63	7190.63
		- Fondo	m2	4.00	22.39	63.12		5653.03	
		- Talud	m2	8.00	2.12	63.12		1070.52	
		- Corona	m2	1.00	7.40	63.12		467.09	
01.13.00		Instalacion de accesorios para entrada y salida	MI					264.12	264.12
		Tubo PVC SAP Ø 10" C-5	MI	1.00	264.12			264.12	
01.14.00		Material de cantera	M3					3391.82	3391.82
		Zona de entrada - grava 1 1/2" - 3"	M3	4.00	22.39	2.00	0.60	107.47	
		Zona de salida - grava 1 1/2" - 3"	M3	4.00	22.39	1.00	0.60	53.74	
		Zona de Tratamiento - grava 1"	M3	4.00	22.39	60.12	0.60	3230.61	
01.15.00		Instalación de Plantas Macrofitas	UND					4769.00	4769.00
		Plantas Macrofitas	UND	1.00	4769.00			4769.00	

**Presupuesto**

Presupuesto 0102008 TESIS: IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL EFLUENTE EN EL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE MATAHUASI

Subpresupuesto 001 TESIS: IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL EFLUENTE EN EL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE MATAHUASI

Cliente Costo al 18/01/2019

Lugar JUNIN - CONCEPCION - MATAHUASI

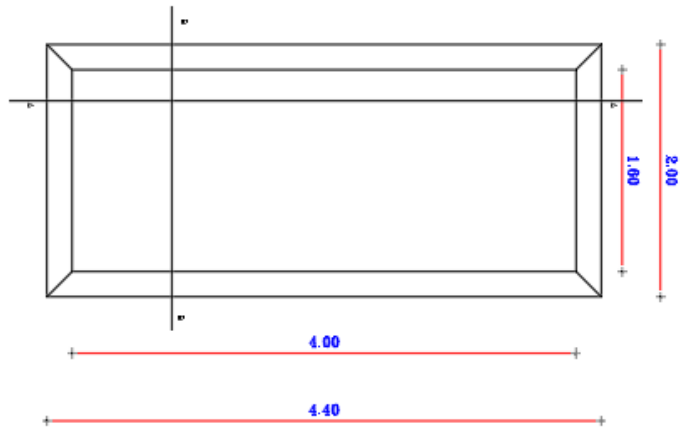
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>FILTROS VERDES DE GEOMEMBRANA</b>				<b>373,178.73</b>
0101	Trazo y Replanteo	m2	6,688.20	0.54	3,611.63
0102	Excavación tierra a maquina nivel sub rasante	m3	1,003.23	4.49	4,504.50
103	Escarif. Perfil y compact.	m2	6,688.20	1.50	10,032.29
104	Relleno Compactado a mano con arcilla	m3	847.95	32.66	27,694.18
105	Material de Relleno	m3	1,103.07	35.30	38,938.53
106	Relleno Compactado a mano con arcilla	m3	214.10	32.66	6,992.61
107	Compactacion manual/coronacion	m3	4166	2.04	84.98
108	Excavacion para anclaje de geomembrana	m3	3156	16.80	530.21
109	Encofrado y Desencofrado	m2	49.20	23.42	1,152.26
11	Concreto F'c = 175 Kg/cm2	m3	8.64	297.65	2,571.70
111	Aceros F'y= 4200 Kg/cm2	kg	518.40	3.70	1,918.08
112	Instalacion de geomembrana de 1mm	m2	7,190.63	16.84	121,090.22
113	Instalacion de accesorios para entrada y salida	ml	264.12	60.58	16,000.39
114	Material de cantera	m3	3,391.82	40.00	135,672.65
115	Instalación de Plantas Macrofitas	und	4,769.00	0.50	2,384.50
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>373,178.73</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>373,178.73</b>

**SON : TRESCIENTOS SETENTA Y TRES MIL CIENTO SETENTA Y OCHO Y 73/100 NUEVOS SOLES**

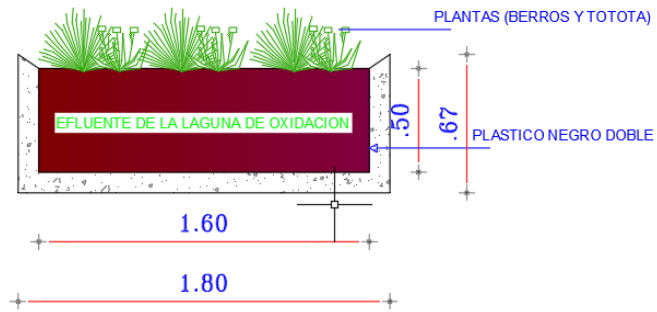
Fecha: #####

# DETALLE DE LA MUESTRA 1 – COSTADO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION

## PLANTA



### CORTE B-B ESC. 1/20

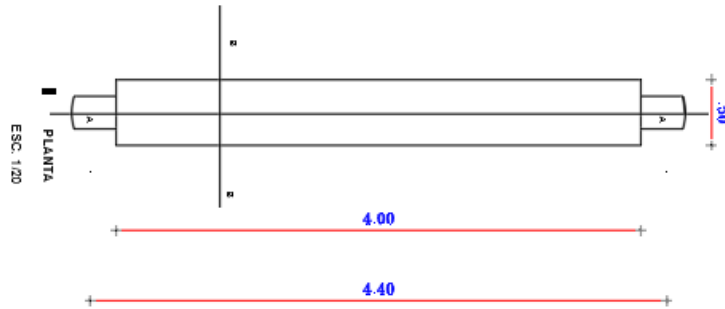


### CORTE A-A ESC. 1/20

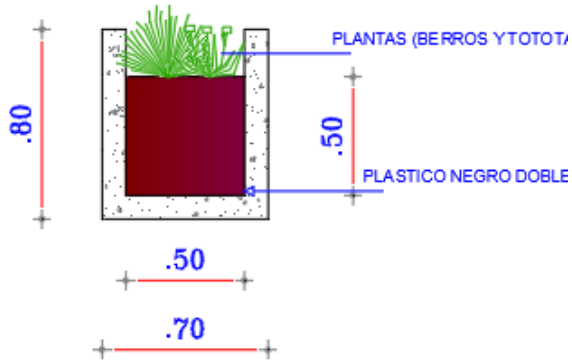


# DETALLE DE LA MUESTRA 2 – DIRECTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION

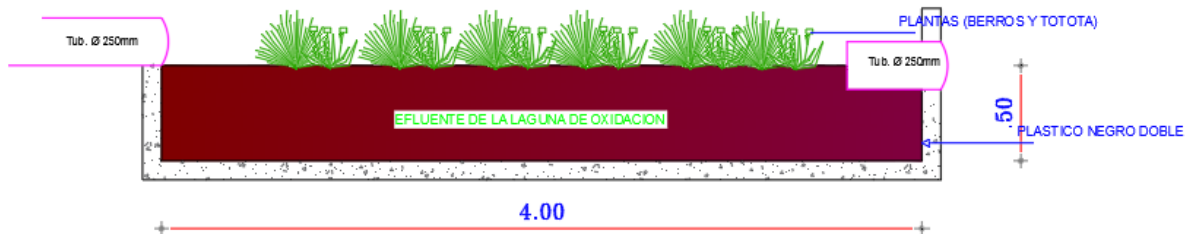
## PLANTA



## CORTE B-B ESC. 1/20



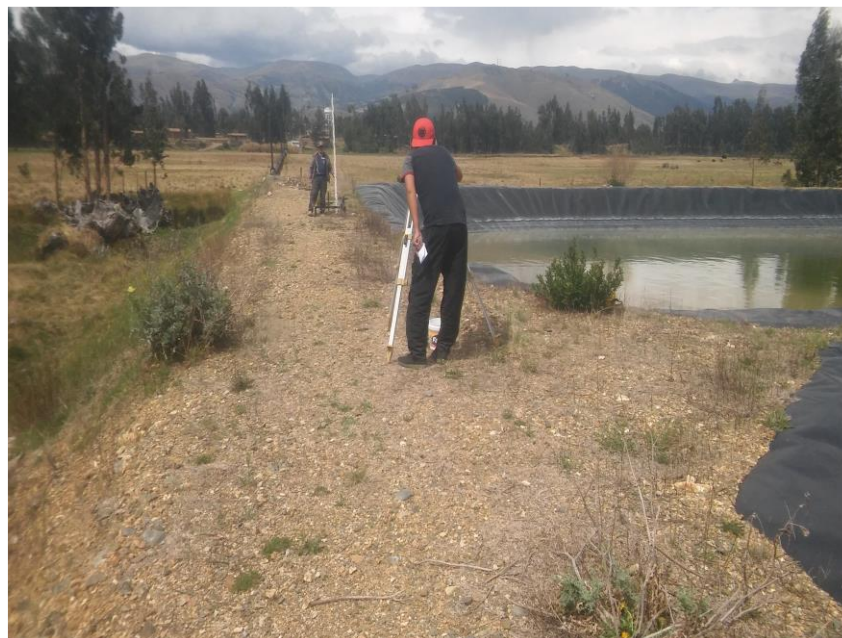
## CORTE A-A ESC. 1/20



## PANEL FOTOGRAFICO



**IMAGEN 1:** Levantamiento topografico de la planta de tratamiento de agua residuales (Laguna de oxidacion)



**IMAGEN 2:** Levantamiento topogràico medida de alturas con el nivel de ingeniero.



**IMAGEN 3:** Implementacion De Filtros Verdes - Muestra N° 1- excavaciòn y nivelaciòn de terreno.



**IMAGEN 4:** Implementacion De Filtros Verdes N° 1 - Colocaciòn de plàstico en toda la superficie del pozo rectangular



**IMAGEN 5:** Implementacion De Filtros Verdes N°1 - Traslado del efluente de la Laguna de Oxidación y colocación de plantas macrofitas.



**IMAGEN 6:** Colocación de plantas macrofitas (berros y totoras)



**IMAGEN 7:** Implementacion De Filtros Verdes - Muestras N° 2 - excavaciòn y nivelaciòn de terreno.



**IMAGEN 8:** Implementacion De Filtros Verdes N° 2 - Colocaciòn de plàstico en toda la suerficie del pozo rectangular





**IMAGEN 9:** : Implementación De Filtró Verde N°2 - Traslado del efluente de la Laguna de Oxidación y colocación de plantas macrófitas



**IMAGEN 10:** Colocación de plantas macrófitas (berros y totoras)



**IMAGEN 11:** TOMA DE MUESTRA . En esta imàgen se puede apreciar la toma de muestra para los respectivos análisis de ( DBO, DQO, COLIFORMES FECALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) MUESTRA N°1,2, 3 y afluente.



**IMAGEN 12:** TOMA DE MUESTRA . En esta imàgen se puede apreciar la toma de muestra para el respectos analisis de ( DBO, DQO, COLIFORMES FECALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) MUESTRA N°3



**IMAGEN 13:**Muestra las Lagunas de oxidación existentes.



**IMAGEN 14:** En la imagen se muestra ya en uso la Implementación de Filtros Verdes.



**IMAGEN 15:** Aforo del caudal de salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro Poblado de Yanamucllo - Matahuasi



**IMAGEN 16:** Aforo de Caudal de entrada a la Ptar del Centro Poblado de Yanamucllo.



**IMAGEN 17:** Visita a campo con un poblador de la zona para el reconocimiento de la PTAR del Centro Poblado de Yanamuco



**IMAGEN 18:** Se aprecia las cajas de control sin su debido mantenimiento.



**IMAGEN 19:** Se aprecia que arrojamos anilina con agua a la laguna de maduración desde el inicio de este, para poder apreciar el tiempo de retención hidráulica.



**IMAGEN 20:** Vista panorámica del emisor (tubería HDPE expuesto).

Lima, 21 de Setiembre del 2018

Carta N° 2091 - Certifical/2018.

Sr.

**JHOJAN MAITA ARIAS**

Presente.-

*De nuestra mayor consideración:*

Sirva la presente para saludarla y enviarle adjunto a la presente el documento correspondiente al ensayo realizado a la muestra según el siguiente detalle:

NS	PRODUCTO	DOCUMENTO	N°
18014315	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	INFORME DE ENSAYO MB	180917-064
			180917-065
			180917-066
			180917-067
		INFORME DE ENSAYO FQ	180919-011
			180919-012
			180919-013
			180919-014

A la espera de su conformidad me despido con un cordial saludo.

Atentamente,



**Carla Peralta Moreyra**

Jefe de Atención al Cliente

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS  
**DATOS DE LA MUESTRA**  
 Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junín - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esteril con tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
AFLUENTE	11:00 A.M.	.	8686473	458227	3284

### MÉTODOS DE ENSAYO

DETERMINACION	NORMA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22ND ED. 2012. BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD). 5-DAY BOD TEST
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22ND ED. 2012. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). CLOSED REFLUX, COLORIMETRIC METHOD
Sólidos Suspendedos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22ND ED. 2012. SOLIDS TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103-105 °C.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL – DA

#### Observaciones:

- Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.
- (\*\*) AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.
- AFLUENTE.



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"



Código del Cliente	AFLUENTE			
Descripción del Punto	AFLUENTE			
Código de Laboratorio	18014315(1)			
Tipo de Producto	AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)			
Fecha de muestreo	12/09/2018			
Hora de muestreo	11.00 AM			
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS
Potencial de Hidrógeno	unid. Ph	-	-	7.6
Temperatura	°C	-	-	26
Aceites y grasas	mg/L	-	-	65.5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	mg/L	2.0	-	390.5
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	mg/L	3.0	10.0	1057.2
Sólidos suspendidos totales(*)	mg/L	1,70	4,26	393.8

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 19 de Septiembre de 2018.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.

*[Firma]*  
 QUIM. VILMA SARMIENTO ZAVALA  
 JEFE DE DPTO. LABORATORIO  
 C.Q.P. N° 253

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS

**DATOS DE LA MUESTRA**

Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junín - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esteril con tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
PUNTO 1 – IMPLEMENTACION FILTROS VERDES	11:30 A.M.	.	8686247	458294	3284

**MÉTODOS DE ENSAYO**

DETERMINACION	NORMA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22ND ED. 2012. BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD). 5-DAY BOD TEST
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22ND ED. 2012. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). CLOSED REFLUX, COLORIMETRIC METHOD
Sólidos Suspendidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22ND ED. 2012. SOLIDS TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103-105 °C.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL – DA

**Observaciones:**

- Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.
- (\*\*\*) AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.
- IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES A UN COSTADO DE LA LAGUNA DE OXIDACION.

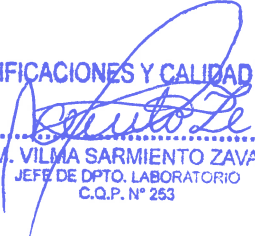


"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Código del Cliente	PUNTO 1-IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES			
Descripción del Punto	IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES			
Código de Laboratorio	18014315(1)			
Tipo de Producto	AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)			
Fecha de muestreo	12/09/2018			
Hora de muestreo	11.30 AM			
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS
Potencial de Hidrógeno	unid. Ph	-	-	7.3
Temperatura	°C	-	-	26
Aceites y grasas	mg/L	-	-	5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	mg/L	2.0	-	15
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	mg/L	3.0	10.0	34
Sólidos suspendidos totales(*)	mg/L	1.70	4.26	20

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 19 de Septiembre de 2018.

**CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.**  
  
 .....  
**QUIM. VILMA SARMIENTO ZAVALA**  
 JEFE DE DPTO. LABORATORIO  
 C.Q.P. N° 253

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS

**DATOS DE LA MUESTRA**

Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junín - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esteril con tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
PUNTO 2 – IMPLEMENTACION FILTROS VERDES	11:15 A.M.	.	8686248	458287	3284

**MÉTODOS DE ENSAYO**

DETERMINACION	NORMA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22ND ED. 2012. BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD). 5-DAY BOD TEST
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22ND ED. 2012. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). CLOSED REFLUX, COLORIMETRIC METHOD
Sólidos Suspendedos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22ND ED. 2012. SOLIDS TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103-105 °C.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL – DA

**Observaciones:**

- Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.
- (\*\*) AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE. PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.
- IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES CONECTADO DIRECTO DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DE OXIDACION.



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Código del Cliente				PUNTO 2-IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES	
Descripción del Punto				IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES	
Código de Laboratorio				18014315(1)	
Tipo de Producto				AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)	
Fecha de muestreo				12/09/2018	
Hora de muestreo				11.15 AM	
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS	
Potencial de Hidrógeno	unid. Ph	-	-	7.7	
Temperatura	°C	-	-	27	
Aceites y grasas	mg/L	-	-	35	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	mg/L	2,0	-	219	
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	mg/L	3,0	10,0	600.81	
Sólidos suspendidos totales(*)	mg/L	1,70	4,26	195	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 19 de Septiembre de 2018.

**CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.**

  
 .....  
**QUIM. YILMA SARMIENTO ZAVALA**  
 JEFE DE DPTO. LABORATORIO  
 C.O.P. N° 253

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS  
**DATOS DE LA MUESTRA**  
 Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junín - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamucllo  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esteril con tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
PUNTO 3 – LAGUNA DE OXIDACION	11:10 A.M.		8686252	458287	3284

**MÉTODOS DE ENSAYO**

DETERMINACION	NORMA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22ND ED. 2012. BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD). 5-DAY BOD TEST
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22ND ED. 2012. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). CLOSED REFLUX, COLORIMETRIC METHOD
Sólidos Suspendidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22ND ED. 2012. SOLIDS TOTAL SUSPENDED SOLIDS DRIED AT 103-105 °C.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL – DA

**Observaciones:**

- Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.
- (\*\*) AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.
- EFLUENTE DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DE OXIDACION.



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Código del Cliente				PUNTO 3-LAGUNA DE OXIDACION	
Descripción del Punto				LAGUNA DE OXIDACION	
Código de Laboratorio				18014315(1)	
Tipo de Producto				AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)	
Fecha de muestreo				12/09/2018	
Hora de muestreo				11.10 AM	
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS	
Potencial de Hidrógeno	unid. Ph	-	-	7.8	
Temperatura	°C	-	-	25	
Aceites y grasas	mg/L	-	-	39	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)(*)	mg/L	2.0	-	221	
Demanda Química de oxígeno (DQO)(*)	mg/L	3.0	10.0	606.3	
Sólidos suspendidos totales(*)	mg/L	1,70	4,26	223.3	

(\*)Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 19 de Septiembre de 2018.

**CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.**

  
 QUIM. VILMA SARMIENTO ZAVALA  
 JEFE DE OPTO. LABORATORIO  
 C.Q.P. N° 253

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS  
**DATOS DE LA MUESTRA**  
 Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junin - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esterilcon tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
AFLUENTE	11:00 A.M.	.	8686473	458227	3284

**MÉTODOS DE ENSAYO**

DETERMINACION	NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B (2) y 9221 E(1). 22nd Ed. 2012.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL - DA



**Observaciones:**

Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.

AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.

-AFLUENTE.

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"



Código del Cliente	AFLUENTE			
Descripción del Punto	AFLUENTE			
Código de Laboratorio	18014315(1)			
Tipo de Producto	AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)			
Fecha de muestreo	12/09/2018			
Hora de muestreo	11.00 AM			
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS
Numeración de Coliformes Termotolerantes (*)	NMP / 100ml	1.8	1.8	22x10 <sup>4</sup>

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 17 de Septiembre de 2018.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.



Rosario Grados Vásquez  
 Jefe Laboratorio Microbiología  
 C.B.P. 6421

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS

**DATOS DE LA MUESTRA**

Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junín - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esteril con tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
PUNTO 1 – IMPLEMENTACION FILTROS VERDES	11:30 A.M.		8686247	458294	3284

### MÉTODOS DE ENSAYO

DETERMINACION	NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B (2) y 9221 E(1). 22nd Ed. 2012.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL – DA

#### Observaciones:

Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.

AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.

-IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES A UN COSTADO DE LA LAGUNA DE OXIDACION.

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Código del Cliente	PUNTO 1-IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES			
Descripción del Punto	IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES			
Código de Laboratorio	18014315(1)			
Tipo de Producto	AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)			
Fecha de muestreo	12/09/2018			
Hora de muestreo	11.30 AM			
ENSAYOS	UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS
Numeración de Coliformes Termotolerantes (*)	NMP / 100ml	1.8	1.8	1000

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 17 de Septiembre de 2018.



CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.  
 .....  
 Rosario Grados Vásquez  
 Jefe Laboratorio Microbiología  
 C.B.P. 6421

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS

**DATOS DE LA MUESTRA**

Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junín - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esteril con tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
PUNTO 2 – IMPLEMENTACION FILTROS VERDES	11:30 A.M.		8686248	458287	3284

**MÉTODOS DE ENSAYO**

DETERMINACION	NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B (2) y 9221 E(1). 22nd Ed. 2012.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL – DA

**Observaciones:**

Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en materia civil como penal.

AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.

IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES CONECTADO DIRECTO DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DE OXIDACION.



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Código del Cliente				PUNTO 2-IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES	
Descripción del Punto				IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES	
Código de Laboratorio				18014315(1)	
Tipo de Producto				AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)	
Fecha de muestreo				12/09/2018	
Hora de muestreo				11.15 AM	
ENSAYOS		UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS
Numeración de Coliformes Termotolerantes (*)		NMP / 100ml	1.8	1.8	13x10 <sup>4</sup>

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 17 de Septiembre de 2018.

  
 CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.  
 .....  
*Rosario Grados Vásquez*  
 Jefe Laboratorio Microbiología  
 C.B.P. 6421

Nombre del solicitante : JHOJAN MAITA ARIAS  
 Dirección de la Empresa : JR. EMILIO BARRANTES MZ C LT 6 - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN  
 Solicitado por : JHOJAN MAITA ARIAS  
**DATOS DE LA MUESTRA**  
 Procedencia : Distrito de Matahuasi - Prov. Concepción - Dep. Junin - PTAR - Laguna de Oxidación - Centro Poblado de Yanamuco  
 Plan de Muestreo : Realizada por el solicitante  
 Referencia : NS 18014315  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Presentación : Fracaso de vidrio esterilicon tapa rosca y botella de plástico de primer uso  
 Fecha de Muestreo : 12 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Recepción : 13 de Septiembre de 2018  
 Fecha de Inicio de Ensayo : 13 de Septiembre de 2018  
 Condiciones de Recepción : En aparente buen estado a temperatura de refrigeración

Puntos de Muestreo	Hora de Muestreo		Coordenadas		Altitud
	Inicio	Termino	Norte	Este	
PUNTO 3 - LAGUNA DE OXIDACION	11:10 A.M.	.	8686252	458287	3284

### MÉTODOS DE ENSAYO

DETERMINACION	NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B (2) y 9221 E(1). 22nd Ed. 2012.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL - DA

#### Observaciones:

Este informe de Ensayo tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 180 días a partir de la fecha de emisión del documento y es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes en materia civil como penal.  
 (\*\*\*) AGUA RESIDUAL DE PESQUERAS: RM 061-2016-PRODUCE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LOS EFLUENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PESQUEROS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO.  
 -EFLUENTE DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DE OXIDACION.



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

**INFORME DE ENSAYO MB N°180917-065**

Código del Cliente				PUNTO 3-LAGUNA DE OXIDACION	
Descripción del Punto				LAGUNA DE OXIDACION	
Código de Laboratorio				18014315(1)	
Tipo de Producto				AGUA RESIDUAL(MUNICIPAL)	
Fecha de muestreo				12/09/2018	
Hora de muestreo				11.10 AM	
ENSAYOS		UNIDAD	L.D.	L.C.	RESULTADOS
Numeración de Coliformes Termotolerantes (*)		NMP / 100ml	1.8	1.8	14x10 <sup>4</sup>

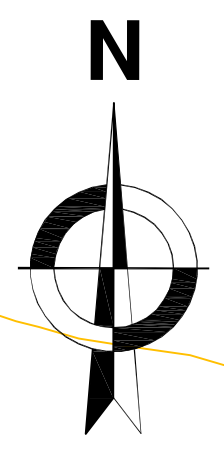
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Emitido en Lima, el 17 de Septiembre de 2018.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.

*Rosario Grados Vásquez*  
Jefe Laboratorio Microbiología  
C.B.P. 6421

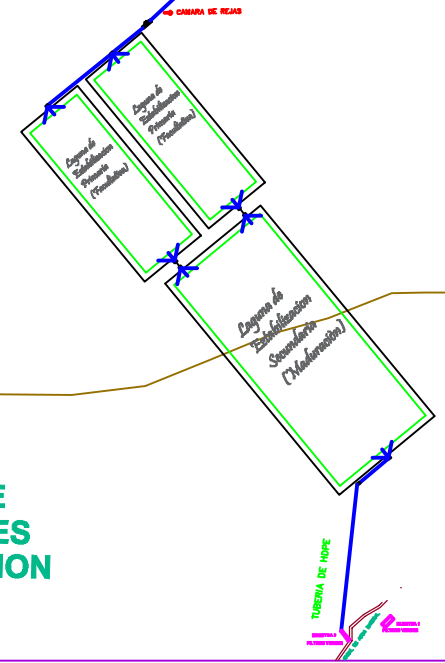
# PTAR - C.P. YANAMUCLO - MATAHUASI

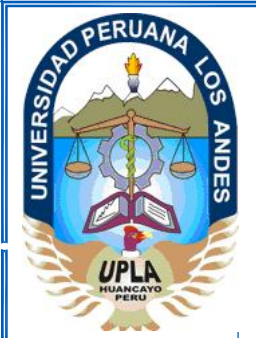


**EMISOR**

TUBERIA. EXPUESTO DE JHPE  
L=502.72 metros (Incluye 2x1250mm)

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LAGUNAS DE OXIDACION**





**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

*TESIS : IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL EFLUENTE EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE MATAHUASI*

<b>TESISTA :</b> BACH. JHOJAN MAITA ARIAS	<b>UBICACION :</b> Dist. : MATAHUASI Prov. : CONCEPCION Reg. : JUNIN
<b>PLANO :</b> PLANO GENERAL DE LA PTAR DEL C.P. YANAMUCLO - MATAHUASI	
<b>FECHA :</b> ENERO DEL 2019	<b>DIBUJO :</b> JMA
<b>ESCALA :</b> INDICADA	

LAMINA N°

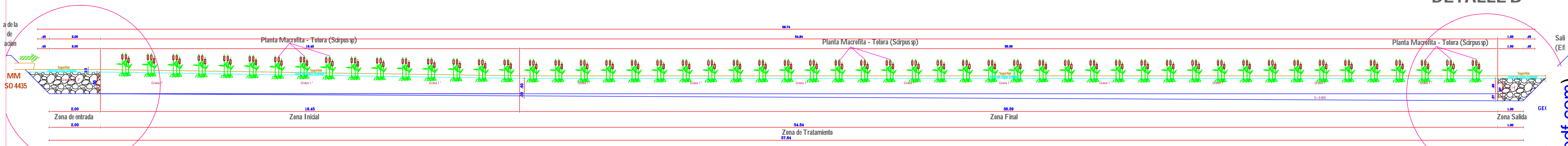
PG-01





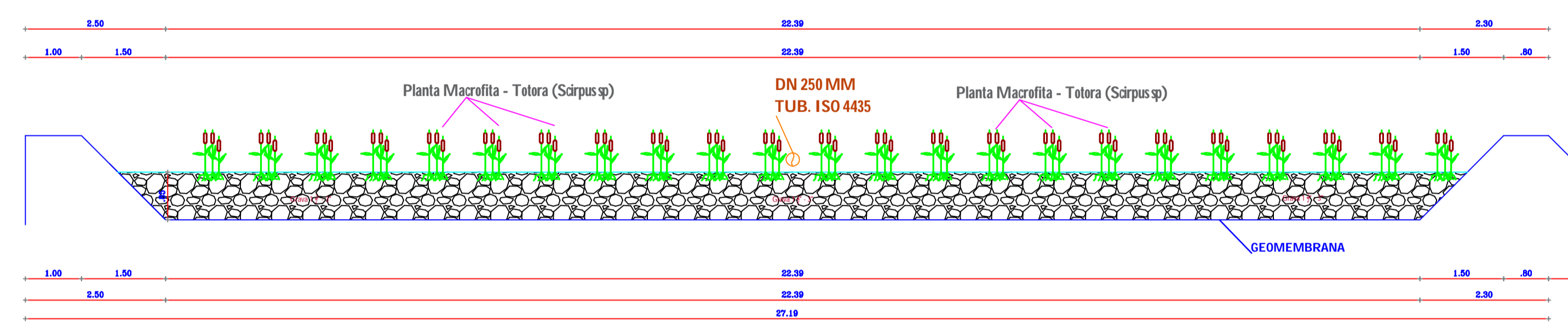
**DETALLE A**

**DETALLE B**



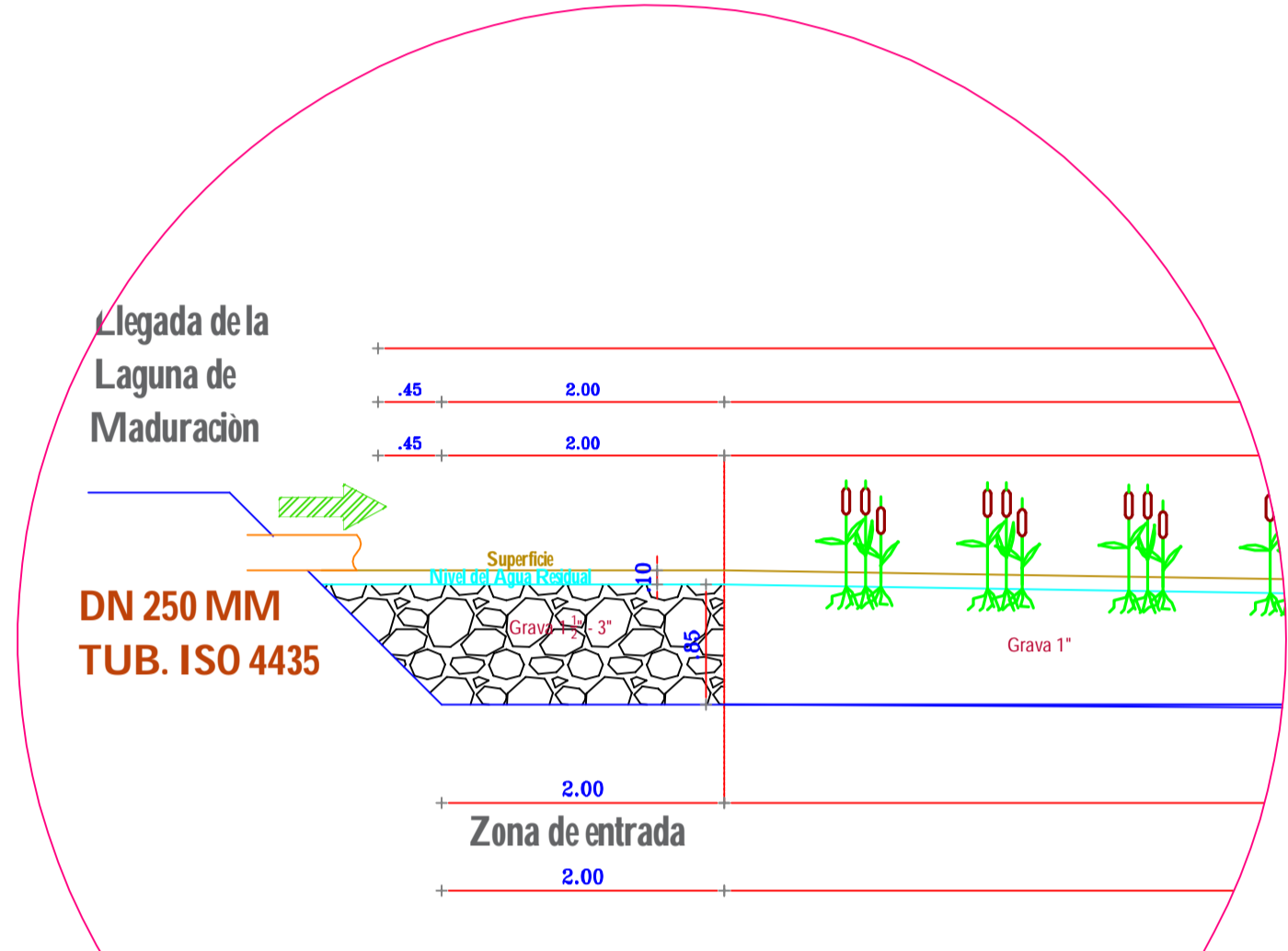
**Corte A-A . FILTROS VERDES**

Escala 1/75



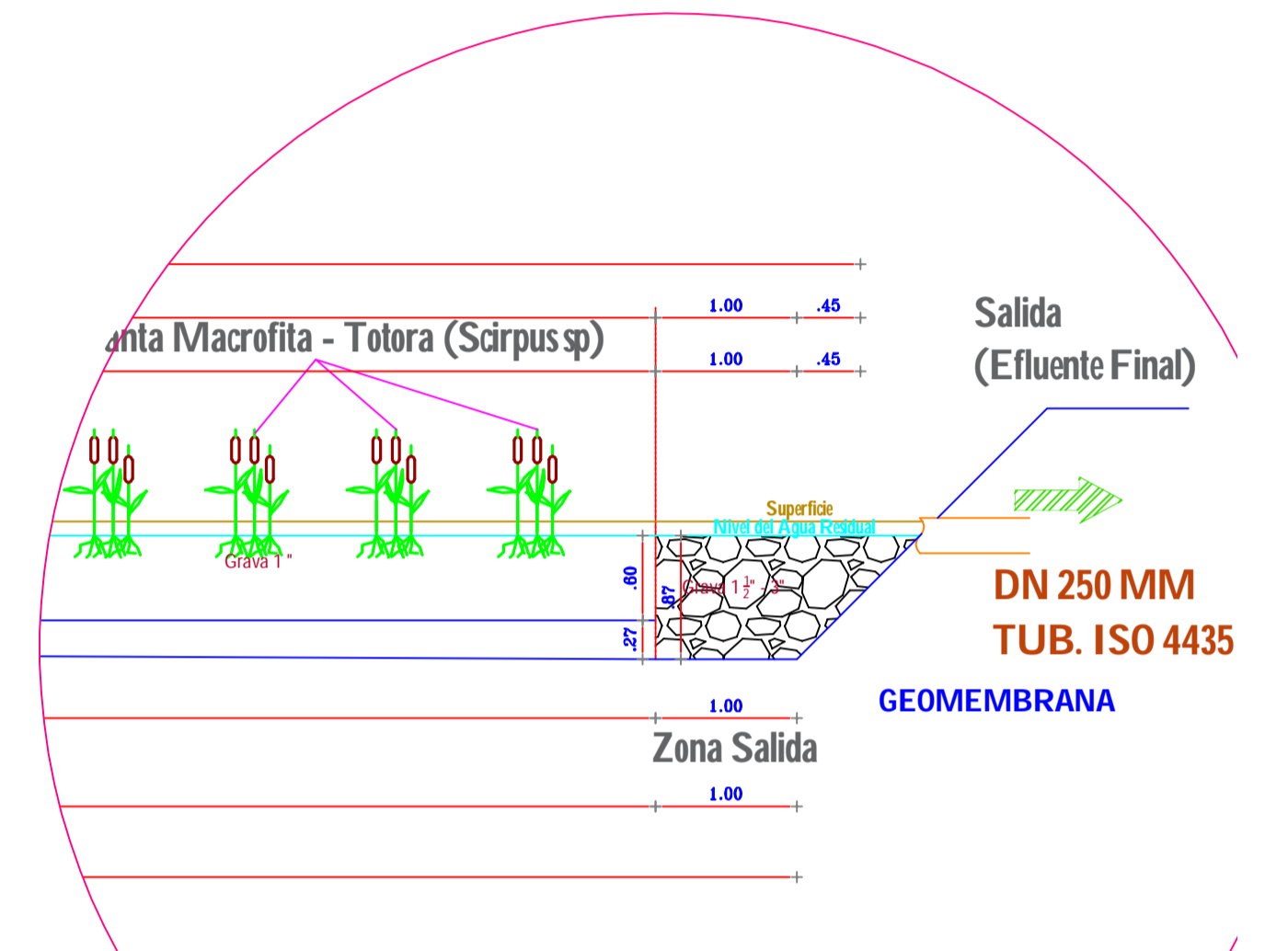
**Corte B-B . FILTROS VERDES**

Escala 1/75



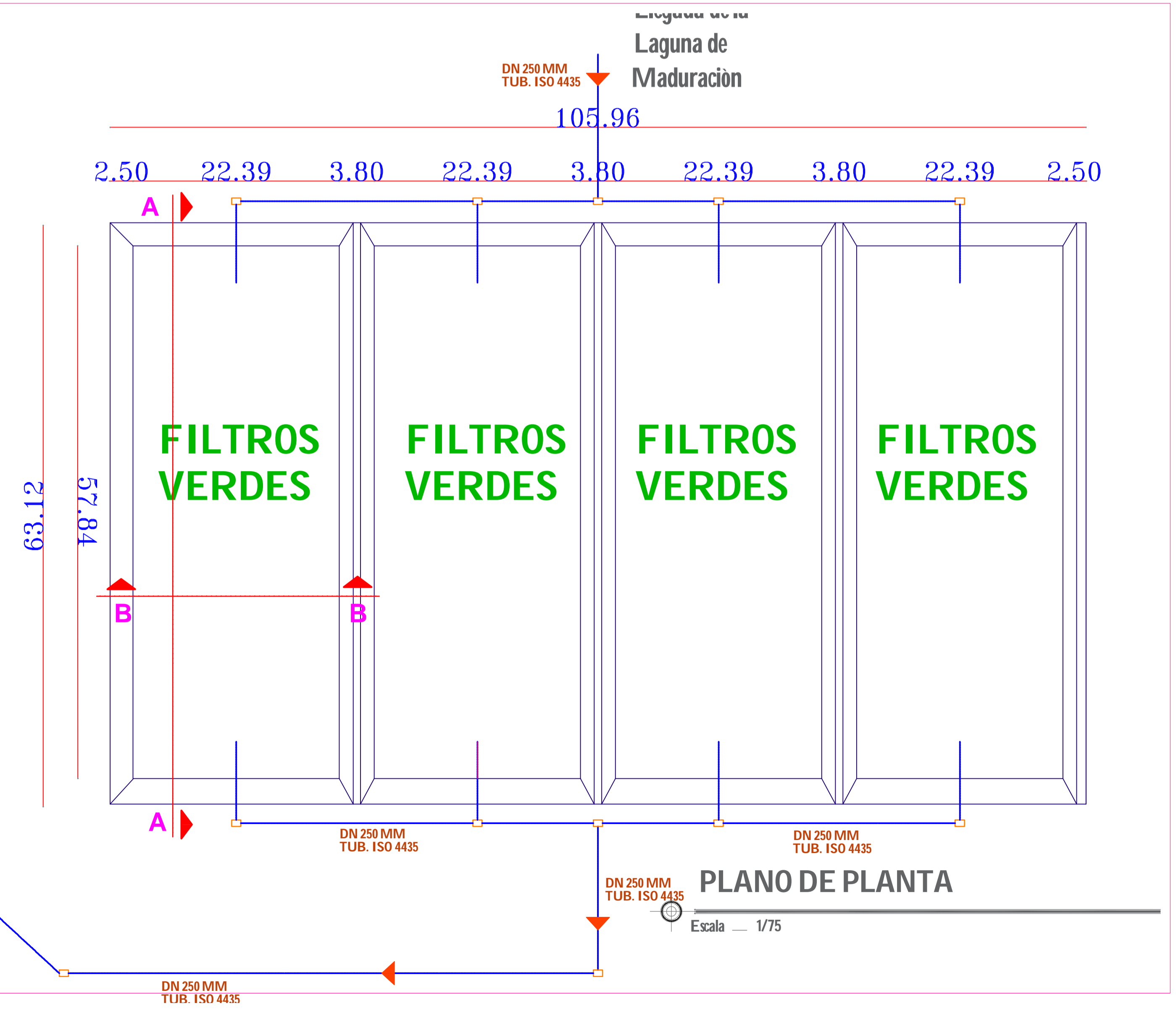
**Detalle A . FILTROS VERDES**

Escala 1/75



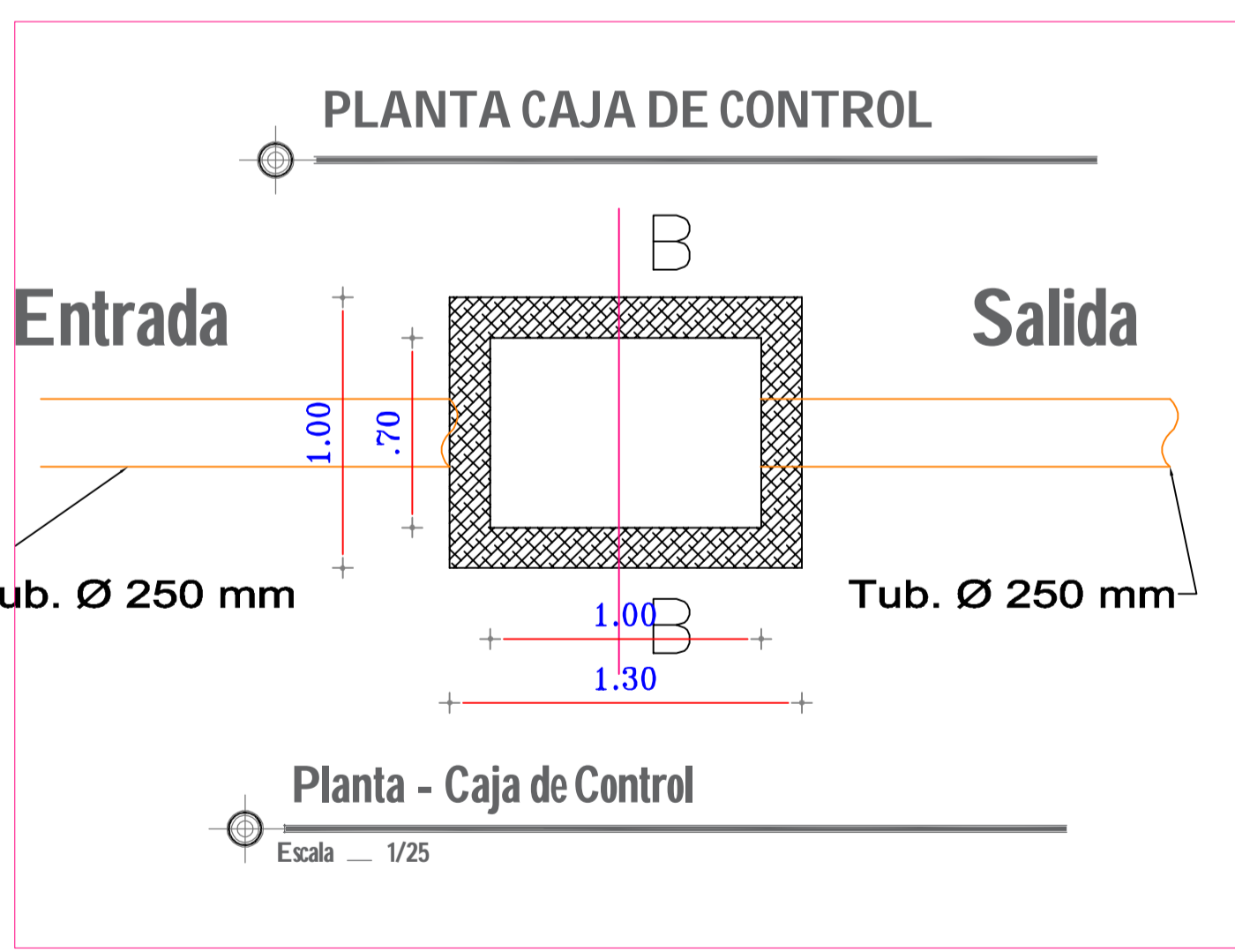
**Detalle B . FILTROS VERDES**

Escala 1/75



**PLANO DE PLANTA**

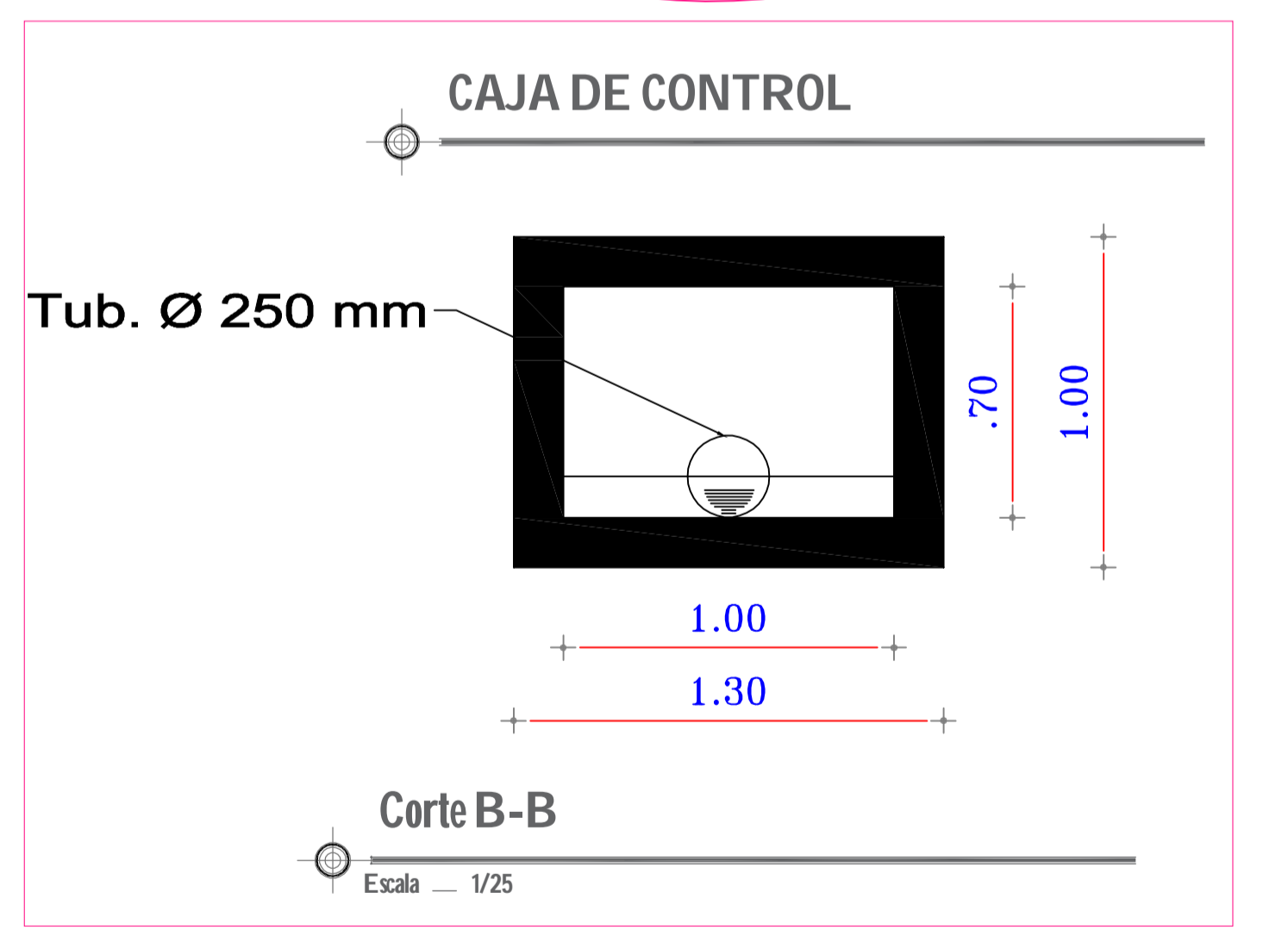
Escala 1/75



**PLANTA CAJA DE CONTROL**

**Planta - Caja de Control**

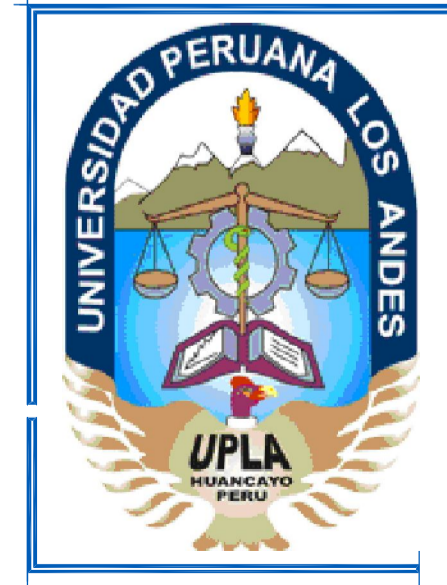
Escala 1/25



**CAJA DE CONTROL**

**Corte B-B**

Escala 1/25



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

TESIS : IMPLEMENTACION DE FILTROS VERDES PARA MEJORAR EL EFLUENTE EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE MATAHUASI

TESISISTA : BACH. JHOJAN MAITA ARIAS	UBICACION : Dist. : MATAHUASI Prov. : CONCEPCION Reg. : JUNIN
PLANO : DETALLES DE FILTROS VERDES	LAMINA N°: UL-01
FECHA : ENERO DEL 2019	DIBUJO : JMA
	ESCALA : INDICADA