

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA AMBIENTAL



USO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO VERTICAL
(WETLANDS) PARA LA REDUCCIÓN DE DBO Y DQO EN AGUAS
DEL CANAL DE REGADÍO CHUQUITANTA, SAN DIEGO, LIMA -
2013

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

CUEVA CURI, ROGER JOSEF

ASESOR:

Dr. JOSÉ PEDRO TONGO PIZARRO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES

LIMA – PERÚ

2013 - II

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Papá y mamá

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi padre, que siempre lo he sentido presente en mi vida. Y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido

A mi madre por el apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi hermana Gisela que fue mi aliento para no flaquear en el camino y terminar mis objetivos y metas.

A mi hermano Edson que con sus consejos me llevo a entender que hay que terminar lo que uno empieza.

A mi hermana Jackeline que con su carácter fuerte, me remecía cuando me salía del camino y me direccionaba nueva mente.

A mis sobrinos que fueron un motivo importante para mí.

Es por ello que soy lo que soy ahora.

Los amo con mi vida.

PRESENTACIÓN

De conformidad con los dispositivos legales y vigentes de Grados y Títulos de la Universidad Privada César Vallejo – Lima Norte, queda en consideración y elevado criterio el presente trabajo de Tesis titulado:

“USO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO VERTICAL (WETLANDS) PARA LA REDUCCIÓN DE DBO Y DQO EN AGUAS DEL CANAL DE REGADÍO CHUQUITANTA, SAN DIEGO, LIMA – 2013”

Con la finalidad de obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando, que sirva como un pequeño aporte al conocimiento en temas medioambientales y en sistemas de tratamiento de aguas residuales.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PRESENTACIÓN	iv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.1.3. JUSTIFICACIÓN	5
1.1.4. ANTECEDENTES.....	7
1.1.5. OBJETIVOS.....	9
1.2. MARCO TEÓRICO	10
1.2.1. TOTORA (<i>Typha domingensis</i>)	10
1.2.2. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS.....	11
1.2.3. CANAL DE REGADÍO DE CHUQUITANTA	11
1.2.4. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: ETAPAS DEL PROCESO	12
1.2.5. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	16
1.2.6. TIPOS DE SISTEMAS NATURALES	19
1.2.7. HUMEDALES CONSTRUIDOS.....	20
1.2.8. TIPOS DE HUMEDALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL.....	22
1.2.9. ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA	24
1.2.10. MECANISMOS DE ELIMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES	25
1.2.11. CONSTITUYENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES	32
1.2.12. DISEÑO DE HUMEDALES DE FLUJO VERTICAL	33
1.2.13. ELEMENTOS DE LOS HUMEDALES	37
1.2.14. APLICACIONES DEL BIOFILTRO.....	39
1.2.15. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO (HUMEDAL).....	40
1.3. MARCO CONCEPTUAL	42
1.3.1. TOTORA (<i>Typha domingensis</i>)	42
1.3.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE FLUJO VERTICAL “WETLANDS”	43
1.3.3. AGUAS DEL CANAL CHUQUITANTA.....	43

1.3.4. MEDICIÓN DE TEMPERATURA	43
1.3.5. MEDICIÓN DE PH.....	43
1.3.6. MEDICIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES Y SEDIMENTABLES	44
1.3.7. MEDICIÓN DE ACEITES Y GRASAS.....	44
1.3.8. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	44
1.3.9. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	44
1.3.10. NITRÓGENO AMONIACAL	45
1.3.11. FÓSFORO TOTAL O FÓSFORO (P).....	45
1.3.12. NUMERACIÓN DE COLIFORMES FECALES Y TOTALES.....	46
1.4. MARCO LEGAL	46
2. MARCO METODOLÓGICO.....	53
2.1. HIPÓTESIS.....	53
2.1.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	53
2.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	53
2.2. VARIABLES	53
2.2.1. DEFINICIÓN OPERACIONAL	54
2.3. METODOLOGÍA	55
2.3.1. TIPO DE ESTUDIO	55
2.3.2. DISEÑO DE ESTUDIO	55
2.4. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	56
2.5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	57
2.5.1 SELECCIÓN DEL LUGAR (EXTRACCIÓN DE AGUA Y LA ACTIVACIÓN DE LA PLANTA PILOTO).....	57
2.5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA PILOTO DEL HUMEDAL DE FLUJO VERTICAL	58
2.6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	61
2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	63
3. RESULTADOS.....	64
3.1. RESULTADOS DEL MONITOREO	65
4. DISCUSIÓN	71
5. CONCLUSIONES.....	72
6. SUGERENCIAS.....	73
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
8. ANEXOS.....	76-85

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1 : Sistemas de tratamiento, especificaciones técnicas y costos de operación.....	16
Cuadro 2 : Clasificación de los sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales.....	20
Cuadro 3: Distribución en profundidad de las capas de medio granular en un sistema de humedales verticales de dos etapas.....	37
Cuadro 4 : Puntos críticos en una Planta de Tratamiento	41
Cuadro 5 : Riego de vegetales y bebidas de animales Categoría 3	47
Cuadro 6 : Riego de vegetales y bebidas de animales Categoría 3	50
Cuadro 7 : Riego de vegetales y bebidas de animales Categoría 3	50
Cuadro 9 : características de los estratos utilizados en el humedal flujo vertical ..	59

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Humedales de boza distrito de Aucayama	10
Imagen 2 Canal del regadío Chuquitanta	12
Imagen 3 Tipos de humedales construidos; A, con flujo vertical, y B, con flujo subsuperficial horizontal.	21
Imagen 4 Humedal construido de flujo subsuperficial vertical	23
Imagen 5 Estratos Granular del Diseño	24
Imagen 6 Tuberías de Aireación	25
Imagen 7 Evolución de la concentración de materia en suspensión (MES) a lo largo de un humedal de flujo horizontal.....	26
Imagen 8 Esquema simplificado de los procesos que intervienen en la degradación de la materia orgánica en los humedales.	28
Imagen 9 Línea de proceso de un humedal de flujo subsuperficial vertical.	35
Imagen 10 Esquema en planta de humedales verticales con sistema de vertido lineal y radial.	36
Imagen 11 Esquema en planta de humedales verticales con sistema de vertido lineal y radial	36
Imagen 12 Tecnología alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas. .	38
Imagen 13 Tecnología alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas. .	39
Imagen 14 Biofiltro Implementados	40
Imagen 15 Ubicación del Punto de Muestreo.....	56
Imagen 16 Ubicación de los Monitoreos Realizados.....	58
Imagen 17 Diseño a escala del humedal artificial de flujo vertical (wetlands)	61

RESUMEN

La utilización de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales es de gran interés en la actualidad ya que la demanda de agua es cada vez mayor y que las fuentes hídricas de la misma están cada vez más cerca de agotarse, además hay un volumen creciente de residuos biológicos y químicos que son arrojados a las aguas superficiales, desde este punto de vista y teniendo en cuenta que la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales es muy costosa, es importante buscar alternativas que permitan el tratamiento de dichas aguas y que reduzcan los costos. En este trabajo se estudió la eficiencia de reducción de la Demanda Biológica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno en humedales artificiales de flujo vertical ubicando la planta piloto de tratamiento de aguas residuales en el bio huerto del campus de la Universidad Cesar Vallejo Lima Norte, dichos humedales se alimentaron con agua residual del canal de regadío de Chuquitanta de la urbanización de San Martín de Porres – Lima Perú.

Se evaluó el humedal insertando la especie *Typha domingensis* (Totora), condiciones diferentes de operación. Para evaluar la eficiencia la remoción se utilizaron los análisis correspondientes para la demanda química de Oxígeno (DQO), y para demanda biológica de oxígeno (DBO), en un laboratorio acreditado, certificado.

En este documento se encuentra información pertinente acerca de los humedales artificiales de flujo vertical y de su utilización en el tratamiento de aguas residuales; así como la información necesaria para comprender los mecanismos que se llevan a cabo en el interior de este tipo de sistemas, también contiene los resultados de la investigación, los análisis de los mismos y algunas conclusiones y sugerencias.

Se realizó un seguimiento de las plantas insertadas para evaluar su eficiencia y adaptación de los humedales artificiales para luego analizar los parámetros hidrológicos fisicoquímicos, se obtuvieron resultados positivos en remoción de DQO y DBO, dando como resulta un 95% de eficiencia de remoción.

ABSTRACT

This research the use of constructed wetlands for wastewater treatment is of great interest today as the demand for water is increasing and that the same water sources are increasingly close to exhaustion, plus there is a growing volume of biological and chemical wastes are dumped into surface waters, from this point of view and taking into account that the plant construction waste water treatment is very costly, it is important to seek alternatives to the treatment of such water and reduce the costs. In this work, the removal efficiency of BOD and COD in vertical flow constructed wetlands pilot plant locating wastewater treatment in bio garden campus of North Lima Universidad Cesar Vallejo, these wetlands were fed with wastewater from Chuquitanta irrigation channel of the urbanization of San Martin de Porres - Lima Peru.

Wetland was evaluated by inserting the species *Typha domingensis* (Cattail), different operating conditions. To evaluate the removal efficiency were used for analyzes for chemical oxygen demand (COD), and biochemical oxygen demand (BOD) in an accredited laboratory certificate.

This document is relevant information about the vertical flow wetlands and their use in wastewater treatment, as well as the information needed to understand the mechanisms that take place within such systems also contains the results of the research, their analysis and some conclusions and suggestions.

Was monitored inserted plant to evaluate its efficiency and adaptation of artificial wetlands and then analyze hydrological physicochemical parameters, positive results were obtained in removal of COD and BOD, giving as a result a 95% removal efficiency.