

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Eficiencia de Pistia stratiotes y Pteridium aquilinum para la  
remoción de materia orgánica del agua residual del camal  
municipal de Lamas**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autores:**

Zeus José Álvarez Bendezu  
Michelle Alarcon Rengifo

**Asesor:**

Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

Tarapoto, diciembre 2022

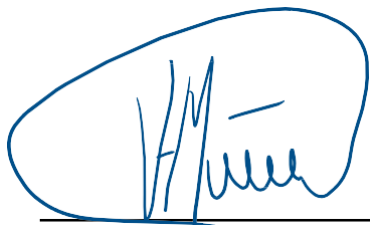
# DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo, Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia de Pistia stratiotes y Pteridium aquilinum para la remoción de materia orgánica del agua residual del camal municipal de Lamas”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Zeus Jose Alvarez Bendezu y Michelle Alarcón Rengifo para obtener el título de Profesional de ingeniero ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Morales, a los 20 días del mes de junio del año 2023



---

Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 02 día(s) del mes de diciembre del año 2022, siendo las 10:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Mtro. Carmelino Almestar Villegas y los demás miembros: Ing. Seyei Rengifo Arévalo y el (la) asesor(a) Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Eficiencia de Pistia stratiotes y Pteridium aquilinum para la remoción de materia orgánica del agua residual del camal municipal de Lamas"

del(los) bachiller(es): a) Zeus José Álvarez Bendezú  
 b) Michelle Alarcon Rengifo  
 c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Zeus José Álvarez Bendezú

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Michelle Alarcon Rengifo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
 Presidente/a



\_\_\_\_\_  
 Secretario/a

\_\_\_\_\_  
 Asesor/a

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (c)

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia de eliminación de la DBO y DQO de las plantas *Pistia stratiotes* y *Pteridium aquilinum* del agua residual del camal municipal de Lamas. La duración del ensayo fue de 7 días. La DBO del agua residual sin tratar fue 3015 mg/L y de la DQO fue 7113 mg/L, en ambos casos no se cumple el LMP para efluentes de PTAR. Para la especie *P. stratiotes*, el valor de la DBO promedio del agua residual fue 129,15mg/L, valor que sobrepasa el LMP; la DQO promedio fue 140,05 mg/L, valor que cumple el valor del LMP. Con la especie *P. aquilinum*, el valor de la DBO promedio del agua residual fue 267,1 mg/L; la DQO promedio fue 547,5 mg/L, ambos valores sobrepasan el LMP. Las eficiencias de remoción de la DBO y DQO del agua residual con la especie *P. stratiotes* fueron respectivamente 95,7% y 98,0%; mientras que, para la especie *P. aquilinum*, las eficiencias de remoción de la DBO y DQO fueron respectivamente 91,1% y 92,3%. Se concluye que el uso de humedales artificiales de flujo horizontal sub-superficial es una alternativa ambientalmente sostenible para descontaminar efluentes líquidos provenientes de los camales.

**Palabras clave:** Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, humedales

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the efficiency of BOD and COD removal of *Pistia stratiotes* and *Pteridium aquilinum* plants from the wastewater of the Lamas municipal slaughterhouse. The trial duration was 7 days. The BOD of the untreated wastewater was 3015 mg/L and of the COD was 7113 mg/L, in both cases the LMP for WWTP effluents is not met. For the *P. stratiotes* species, the average BOD value of the residual water was 129.15 mg/L, a value that exceeds the LMP; the average COD was 140.05 mg/L, a value that meets the LMP value. With the species *P. aquilinum*, the average BOD value of the residual water was 267.1 mg/L; the average COD was 547.5 mg/L, both values exceed the LMP. The removal efficiencies of BOD and COD from wastewater with the species *P. stratiotes* were 95.7% and 98.0%, respectively; while for the *P. aquilinum* species, the BOD and COD removal efficiencies were 91.1% and 92.3%, respectively. It is concluded that the use of artificial sub-surface horizontal flow wetlands is an environmentally sustainable alternative to decontaminate liquid effluents from slaughterhouses.

**Keywords:** biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, wetlands