

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



**Uso de cáscara de huevo como fuente de óxido de calcio para
el ablandamiento del agua subterránea, Campanilla 2023**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Witt Kleyvin Cervantes Velásquez

Daniel Domínguez Parihuamán

Asesor:

Mtro. Carmelino Almestar Villegas

Morales, noviembre de 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Carmelino Almestar Villegas docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Uso de cáscara de huevo como fuente de óxido de calcio para el ablandamiento del agua subterránea, Campanilla 2023”** los autores Witt Kleyvin Cervantes Velásquez y Daniel Domínguez Parihuamán tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 18 días del mes de diciembre del año 2024.



Carmelino Almestar Villegas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

00146



En San Martín, Tarapoto, Morales, a 28 día(s) del mes de noviembre del año 2024 siendo las 16:00 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): Ing. Seyei Rengifo Arevalo y los demás miembros: Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado y Mtra. Ericka Nayda Perales Domínguez y el (la) asesor(a) Mtro. Carmelino Almaraz Villegas

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Uso de cáscara de huevo como fuente de óxido de calcio para ablandamiento del agua subterránea, Campanilla 2023

del(los) bachiller/es: a) Daniel Domínguez Parihuamán
 b) Witt Kleruin Cervantes Velásquez
 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): Daniel Domínguez Parihuamán

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>sobresaliente</u>

Bachiller -(b): Witt Kleruin Cervantes Velásquez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

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

Asesor/a

Bachiller (a)

Miembro

Bachiller (b)

Secretario/a

Miembro

Bachiller (c)

(*) **Tabla de Calificación**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	20	A+	Con nominación de Excelente	Excelencia
	19	A		
	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente
	17	B+		
	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno
	15	B-		
DESAPROBADO	14	C	Con nominación de Aceptable	Bueno
	Menos de 14	D	Con nominación de Deficiente	Insuficiente

Uso de cáscara de huevo como fuente de óxido de calcio para ablandamiento del agua subterránea, Campanilla 2023

Using eggshell as a source of calcium oxide for groundwater softening, Campanilla 2023

¹Cervantes Velásquez, Witt; ¹Domínguez Parihuamán, Daniel

§EP. Ingeniera Ambiental, facultad de ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú

Resumen

El agua dura, con altos niveles calcio y magnesio, es un problema común en Perú, causando incrustaciones en tuberías y afectando el consumo doméstico e industrial. Este estudio evaluó un tratamiento alternativo de ablandamiento de agua subterránea en el distrito de Campanilla, utilizando óxido de calcio obtenido de cáscaras de huevo y almidón de yuca como coagulante natural. El objetivo fue reducir la dureza del agua y mitigar las incrustaciones en sistemas de abastecimiento. Se recolectaron muestras de agua con una dureza inicial de 552 mg/L y 23.2 NTU de turbidez. El óxido de calcio se obtuvo calcinando cáscaras de huevo a 600 °C y el almidón se extrajo de manera artesanal de la yuca. Los tratamientos se probaron con diferentes concentraciones de CaO (50-200 mg/L) y almidón de yuca (20 mg/L), evaluando pH, turbidez, dureza total, alcalinidad y conductividad. La combinación más efectiva fue 200 mg/L de CaO y 20 mg/L de almidón, logrando una reducción del 56.45% en la dureza del agua, dejándola en 227.33 mg/L. La turbidez se redujo a 0.53 NTU, el pH varió entre 8.44 y 8.59, y la alcalinidad disminuyó a 37.67 mg/L. El estudio concluyó que el óxido de calcio obtenido tiene una pureza del 15% y el almidón de yuca del 12%, siendo esta combinación una solución eficaz para reducir la dureza del agua. La combinación de CaO y almidón de yuca es más eficiente que CaO solo, ya que reduce mejor la turbidez, dureza y alcalinidad, manteniendo además una baja conductividad, optimizando la calidad del agua y cumpliendo con el D.S. N° 031-2010-SA .

Palabras clave: Aguas duras, Oxido de calcio, ablandamiento, incrustaciones, dureza total.

Abstract

Hard water, with high levels of calcium and magnesium, is a common problem in Peru, causing scaling in pipes and affecting domestic and industrial consumption. This study evaluated an alternative groundwater softening treatment in the Campanilla district, using calcium oxide obtained from eggshells and cassava starch as a natural coagulant. The objective was to reduce water hardness and mitigate scaling in water supply systems. Water samples were collected with an initial hardness of 552 mg/L and 23.2 NTU turbidity. Calcium oxide was obtained by calcining eggshells at 600 °C and starch was extracted in an artisanal manner from cassava. Treatments were tested with different concentrations of CaO (50-200 mg/L) and cassava starch (20 mg/L), evaluating pH, turbidity, total hardness, alkalinity and conductivity. The most effective combination was 200 mg/L of CaO and 20 mg/L of starch, achieving a 56.45% reduction in water hardness, leaving it at 227.33 mg/L. Turbidity was reduced to 0.53 NTU, pH ranged from 8.44 to 8.59, and alkalinity decreased to 37.67 mg/L. The study concluded that the calcium oxide obtained has a purity of 15% and the cassava starch 12%, being this combination an effective solution to

reduce water hardness. The combination of CaO and cassava starch is more efficient than CaO alone, since it reduces turbidity, hardness and alkalinity better, while maintaining a low conductivity, optimizing water quality and complying with D.S. N° 031-2010-SA.

Key words: Hard water, calcium oxide, softening, scaling, total hardness.