

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS TORRES
DE ENFRIAMIENTO DE INDUSTRIAS CACHIMAYO**

PRESENTADA POR:
Br. YANETH HURTADO PALOMINO

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
QUÍMICO**

ASESORA:
Dra. AMANDA ROSA MALDONADO
FARFÁN

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

La que suscribe, asesora del trabajo de investigación: **"PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO DE INDUSTRIAS CACHIMAYO."** presentado por: HURTADO PALOMINO, YANETH con DNI 72695350, para optar al Título Profesional de Ingeniero Químico. Informo que el Plan de Trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de laUNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en condición de asesora, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 27 de mayo de 2025.



Dra. Ing. Amanda Rosa MALDONADO FARFAN

DNI: 23822559

ORCID: 0000-0002-4870-7078

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:

<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:462596594?locale=es-MX> ✓

YANETH HURTADO PALOMINO

PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO DE INDUSTRIAS CACHIMAYO...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:462596594

Fecha de entrega

27 may 2025, 10:50 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

27 may 2025, 10:56 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO DE INDU.....pdf

Tamaño de archivo

3.3 MB

127 Páginas

26.940 Palabras

122.463 Caracteres

2% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 20 words)

Top Sources

- 2%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**
3 suspect characters on 3 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

RESUMEN

Industrias Cachimayo tiene instalada 2 torres de enfriamiento para sus procesos y operaciones denominadas zona normal y zona ácida. Actualmente las necesidades de enfriamiento no están siendo cubiertas por dichas torres y en ese sentido en este presente trabajo se plantea como objetivo determinar la mejora del desempeño térmico de las torres de enfriamiento.

Para abordar este propósito primero se recolectaron y midieron las variables correspondientes bajo las recomendaciones del código ATC-105 Acceptance Test Code For Water Cooling Tower y luego se realizó un balance termodinámico por el método de Poppe para encontrar el coeficiente característico de diseño y de prueba, con este dato se construyó la curva de requerimiento de diseño y la curva característica, y se calcularon los parámetros de rendimiento. De todos estos datos calculados se determinó que:

La eficiencia térmica alcanzada por la torre de enfriamiento en la zona normal es del 70.29%, mientras que en la zona ácida es del 42.35% y la capacidad térmica en la zona normal es del 61.57%, mientras que en la zona ácida alcanza el 51.91%. A si mismo se determinó que estas bajas eficiencias son por las condiciones actuales de operación, la falta de rellenos, toberas y un inadecuado sistema de distribución de agua. Otro factor que merma la eficiencia son las condiciones ambientales; el tiempo varía a lo largo del día repercutiendo en la temperatura de bulbo húmedo y esta incide en la temperatura del agua fría.

Con estos datos expuestos se propusieron dos alternativas para la mejora del funcionamiento de las torres de enfriamiento y se seleccionó la propuesta 1 en base a los resultados técnicos y económicos, que contempla la reposición e instalación de los equipos faltantes, como los rellenos, las toberas y el eliminador de gotas, manteniendo una altura de relleno de 1.2 m y un flujo de aire igual al valor de diseño ($360 \text{ m}^3/\text{s}$). Esta propuesta busca reducir la temperatura del agua fría en 2°C respecto a su valor actual. Con su implementación, se estima que en la zona normal se alcanzará una eficiencia térmica del 80.38% y una capacidad térmica del 96.58%, con un caudal de agua de 223 kg/s y en la zona ácida, se alcanzará una eficiencia térmica del 63.54% y una capacidad térmica del 97.78%,

con un caudal de agua de 235 kg/s. También se encontró la cantidad de caudal de aire necesario para aprovechar las temperaturas de bulbo húmedo durante la noche y primeras horas del día y obtener un ahorro energético y económico. En ese periodo en la zona normal, se debe operar con 145 m³/s y de aire y en la zona acida con 125 m³/s.

La inversión total estimada para la implementación de la Propuesta 1 asciende a \$121,017, correspondiente tanto a la zona normal como a la zona ácida. El retorno de la inversión (ROI) proyectado es del 22.04% para la zona normal y del 20.37% para la zona ácida, considerando una vida útil adicional del equipo de 12 años.

Palabras clave: Evaluación térmica, método de Poppe, alternativas de mejora, reducción de costos operativos.