

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS



**CÁLCULO DE RESERVAS PARA DETERMINAR EL PLAN DE
MINADO DE UNA CANTERA DE SAN PEDRO DE LLOC 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

AUTOR

Br. Quiroz Huamán, Bryan Humberto
<https://orcid.org/0009-0002-6823-3057>

ASESOR

Ms. Medina Castro, Roberto Alonso
<https://orcid.org/0009-0001-6019-9213>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Procesos y tecnología

TRUJILLO – PERÚ

2025

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Yo, Ms. Roberto Alonso Medina Castro, **con DNI N° 18173169**, como asesor del trabajo de investigación titulado **“CÁLCULO DE RESERVAS PARA DETERMINAR EL PLAN DE MINADO DE UNA CANTERA DE SAN PEDRO DE LLOC 2024”**, desarrollado por el egresado: **Bryan Humberto Quiroz Huamán** con **DNI N° 73662754** del Programa de Estudios de **Ingeniería de Minas**; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Ms. Roberto Alonso Medina Castro
Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO

Vicerrectora de Investigación

MS. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, salud, fuerza, la confianza para seguir avanzando, el conducirme hacia nuevas oportunidades, y nunca dudar en alcanzar mis sueños.

A ti, mamá, por la seguridad que siempre me has otorgado, por el apoyo, paciencia y el ejemplo de lucha.

A mi padre, quien, desde el cielo, debe estar viendo como su hijo se convierte en ingeniero.

A mi hermano, por su sacrificio y apoyo.

A mi tía, por la insistencia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por el don de vida y permitir se haga posible mi desarrollo profesional hasta el día de hoy. Por ser la fortaleza necesaria para lograr mis metas y superar dificultades.

A la Universidad Católica de Trujillo, por haber sido pieza importante en mi formación profesional y espiritual, permitiéndome consolidar competencias pedagógicas e investigativas. Al cuerpo docente, quienes han sabido encaminarme en el desarrollo de las diversas experiencias curriculares.

Al Mg. Roberto Alonso Medina Castro, orientador de este estudio, quien ha logrado guiarme para alcanzar el éxito de la presente investigación.

A mi madre y a mi hermano, por su cariño y compañía incondicional, por su insistencia en seguir avanzando; a mis colegas y amigos que, de algún modo, contribuyeron a que pueda alcanzar uno de mis objetivos, que posibilitará obtener el título profesional.

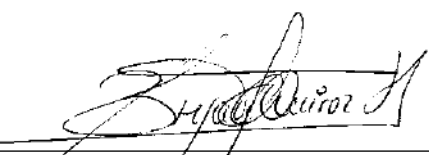
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Bryan Humberto Quiroz Huamán** con **DNI 73662754**, egresado del **Programa de estudios de Ingeniería de Minas** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“CÁLCULO DE RESERVAS PARA DETERMINAR EL PLAN DE MINADO DE UNA CANTERA DE SAN PEDRO DE LLOC 2024”**, el cual consta de un total de **170 páginas**, incluyendo tablas y figuras y **78 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación.

Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.



Bryan Humberto Quiroz Huamán

DNI 73662754

INDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	6
INDICE.....	7
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. METODOLOGÍA.....	26
2.1. Enfoque, tipo	26
2.2. Diseño de investigación:.....	26
2.3. Población y muestra.....	26
2.4. Técnicas e instrumento de recojo de datos	27
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de información:	28
2.6. Aspectos Éticos de la Investigación	28
III. RESULTADOS	30
IV. DISCUSIÓN.....	80
V. CONCLUSIONES.....	84
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cálculo de reservas.....	30
Tabla 2: Resultados de Granulometría	34
Tabla 3 Coordenadas de los puntos de obtención de las muestras.	38
Tabla 4: Granulometría de la calicata 1	40
Tabla 5: Granulometría de la calicata 2.....	42
Tabla 6: Granulometría de la Calicata 3	43
Tabla 7: Granulometría de la Calicata 4.....	45
Tabla 8: Granulometría de la Calicata 5	47
Tabla 9: Granulometría de la Calicata 6.....	49
Tabla 10: Análisis físico y químico de las 6 calicatas en estudio.....	51
Tabla 11: Peso específico de la calicata 1	53
Tabla 12: Peso específico de la calicata 2	54
Tabla 13: Peso específico de la calicata 3	55
Tabla 14: Peso específico de la calicata 4	56
Tabla 15: Peso específico de la calicata 5	57
Tabla 16: Peso específico de la calicata 6	58
Tabla 17: Cantidades promedio de producción actual.....	62
Tabla 18: Ángulos de Talud para bancos en trabajo y en receso.	65
Tabla 19: Ciclo de minado.....	69
Tabla 20: Programa de producción propuesto para el plan de minado	70
Tabla 21: Clasificación del Riesgo	77
Tabla 22: Resultados de la Prueba de T - Student.....	77
Tabla 23: Prueba de contrastación.....	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista de perfil del modelo geológico (área de estudio).....	31
Figura 2 Vista de la clasificación de reservas, verde probadas y azules probables.....	33
Figura 3 Unidades Litoestratigráficas de La Libertad.	36
Figura 4: Descripción de la Calicata 1.....	39
Figura 5: Descripción de la Calicata 2.....	41
Figura 6 Descripción de la Calicata 3.....	43
Figura 7 Descripción de la Calicata 4.....	45
Figura 8 Descripción de la Calicata 5.....	47
Figura 9 Descripción de la Calicata 6.....	49

RESUMEN

Este proyecto de investigación se enfocó en optimizar la explotación de una cantera de agregados de construcción en San Pedro de Lloc. El objetivo principal fue calcular las reservas del yacimiento y, a partir de ello, diseñar un plan de minado que maximizara la producción y garantizara la sostenibilidad a largo plazo. Se abordó la problemática de la explotación empírica previa, que resultaba en un aprovechamiento ineficiente de los recursos. La metodología empleada fue cuantitativa con un diseño pre-experimental. Se realizaron seis calicatas de 5 metros de profundidad para toma de muestras y un levantamiento topográfico para caracterizar el terreno. Los análisis de laboratorio revelaron propiedades físico-químicas (pH, sulfatos, cloruros, sales, humedad) y geomecánicas (granulometría, peso específico). El software RecMin 2.4, junto con análisis estadísticos, se utilizó para cuantificar las reservas. Se determinó la existencia de 2,943,771.60 m³B de reservas probadas, compuestas principalmente por arena y grava. Teniendo como punto de partida estos hallazgos y análisis técnicos, se desarrolló un plan de minado optimizado que considera ciclos eficientes de carguío y transporte, Impacto ambiental (seguridad, control de emisiones, gestión de residuos) y rehabilitación progresiva. La investigación demostró que el cálculo preciso de reservas es el pilar para un plan de minado que optimiza la producción y asegura la sostenibilidad operativa y ambiental.

Palabras clave: Reservas, Plan de Minado, Sostenibilidad, Agregados, Impacto Ambiental.

ABSTRACT

This research project focused on optimizing the exploitation of a construction aggregates quarry in San Pedro de Lloc. The main objective was to calculate the reserves of the deposit and, from this, to design a mining plan that would maximize production and ensure long-term sustainability. The problem of previous empirical mining, which resulted in inefficient resource utilization, was addressed. The methodology used was quantitative with a pre-experimental design. Six 5-meter deep pits were dug for sampling and a topographic survey was carried out to characterize the terrain. Laboratory analyses revealed physicochemical (pH, sulfates, chlorides, salts, moisture) and geomechanical (grain size, specific weight) properties. RecMin 2.4 software, together with statistical analysis, was used to quantify the reserves. The existence of 2,943,771.60 m³B of proven reserves, mainly composed of sand and gravel, was determined. Based on these findings and technical analysis, an optimized mining plan was developed that considers efficient loading and haulage cycles, environmental impact (safety, emissions control, waste management) and progressive rehabilitation. The research demonstrated that accurate reserve calculation is the cornerstone for a mining plan that optimizes production and ensures operational and environmental sustainability.

Keywords: Reserves, Mining Plan, Sustainability, Aggregates, Environmental Impact.

Anexo 20: Reporte de Turnitin



Página 2 de 181 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:541862845

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Página 2 de 181 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:541862845

Fuentes principales

11%	Fuentes de Internet
2%	Publicaciones
9%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
2	Internet	hdl.handle.net	<1%
3	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-10-30	<1%
4	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
5	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
6	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-10-30	<1%
8	Internet	repositorio.ingemmet.gob.pe	<1%
9	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	<1%
10	Internet	pdfcoffee.com	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-08-13	<1%

Anexo 21: Reporte de Escritura de Inteligencia Artificial



Página 1 de 172 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:541862845

BRYAN HUMBERTO QUIROZ HUAMAN

INFORME DE TESIS - BRYAN HUMBERTO QUIROZ HUAMÁN_

 INFORMES DE TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:541862845

Fecha de entrega

18 dic 2025, 9:46 GMT-5

Fecha de descarga

18 dic 2025, 11:59 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME DE TESIS - BRYAN HUMBERTO QUIROZ HUAMÁN_.docx

Tamaño del archivo

47.2 MB

170 páginas

24.944 palabras

138.223 caracteres



Página 1 de 172 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:541862845

*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltarán en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

