

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“DISEÑO DE PLAN DE MINADO PARA LA
EXPLOTACIÓN DE ROCA CALIZA EN LA
EMPRESA HAZMAT TRANSPORT SUPPORT,
BAMBAMARCA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Liliana Salazar Julcamoro

Rigoberto Silva Lucano

Asesor:

Mg. Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñón

<https://orcid.org/0000-0001-9519-2532>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	DANYER STEWART GIRON PALOMINO	30675947
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	GLADYS SANDI LICAPA RODOLFO	41379556
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	45209190
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

LILIANA Y RIGOBERTO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
3	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	rc.upr.edu.cu Fuente de Internet	1%
5	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
6	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Fuente de Internet	1%
7	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	prezi.com Fuente de Internet	1%
9	mineralsifossilsdejosep.blogspot.com Fuente de Internet	1%

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
1.4. Hipótesis	16
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	17
2.1. Tipo de Investigación	17
2.2. Población y muestra	18
2.2.1. Población	18
2.2.2. Muestra	18

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
2.3.1. Análisis documental	19
2.3.3. Para la Observación directa	20
2.3.4. Para el análisis de datos	20
2.3.5. Aspectos éticos	21
2.4. Procedimiento	22
2.4.1 Aspectos Generales	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
3.1. Estimación de Reservas Mineras de roca caliza en la concesión del Cerro Huandorchugo	32
3.2. Determinación de parámetros geomecánicos	39
– 3.3. Parámetros Geométricos de la cantera de roca caliza	53
3.4. Descripción del método de Explotación a utilizar en la cantera de roca caliza de la Empresa Hazmat Transport Support	56
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	62
4.1. Discusión	62
4.2. Conclusiones	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Técnicas de recolección de datos</i>	19
Tabla 2 <i>Procedimiento para elaborar el documento de tesis</i>	21
Tabla 3 <i>Ubicación de la concesión</i>	22
Tabla 4 <i>Coordenadas de la concesión</i>	23
Tabla 5 <i>Espesor de puntos</i>	33
Tabla 6 <i>Componentes no metálicos para la determinación del PE de la muestra de caliza</i>	34
Tabla 7 <i>Resistencia de la roca</i>	40
Tabla 8 <i>Parámetros de clasificación</i>	42
Tabla 9 <i>Clasificación de la calidad de la roca según RMR</i>	43
Tabla 10 <i>Puntuación de F4 por el método de excavación</i>	51
Tabla 11 <i>Clases de estabilidad según el SMR (Romana, 1985)</i>	52
Tabla 12 <i>Datos para calcular el burden</i>	53
Tabla 13 <i>Equipos, maquinaria e insumos</i>	59
Tabla 14 <i>Recursos humanos empleados</i>	61

Índice de figuras

Figura 1 <i>Ubicación geográfica de la concesión</i>	23
Figura 2 <i>Accesibilidad a la zona de estudio</i>	24
Figura 3 <i>Calizas con fracturas</i>	25
Figura 4 <i>Geología Regional de la zona</i>	25
Figura 5 <i>Columna estratigráfica</i>	26
Es el material que los ríos depositan y acumulan. El tipo de material depende del nivel de desarrollo del valle por donde discurre el río, así como de la ubicación del depósito del material, su depósito y su carga fluvial.	
Figura 6 <i>Valle</i>	26
Figura 7 <i>Depósitos Aluviales</i>	27
Figura 8 <i>Rumbo y buzamiento</i>	28
Figura 9 <i>Genética de los yacimientos</i>	29
Figura 10 <i>Calizas en la formación Cajamarca</i>	31
Figura 11 <i>Cálculo de Potencias</i>	32
Figura 12 <i>Perfil ABC</i>	33
Figura 13 <i>Perfil DE</i>	33
Figura 14 <i>Resultados de los ensayos de óxido de calcio</i>	36
Figura 15 <i>Peso de la roca para el cálculo de la densidad</i>	38
Figura 16 <i>Volumen de la roca para el cálculo de la densidad</i>	38
Figura 17 <i>Estación geomecánica de la concesión del cerro Huandorchugo</i>	40
Figura 18 <i>Medida de las propiedades de las discontinuidades tomadas en campo</i>	41
Figura 19 <i>Clasificación geomecánica del Geological Strngth Index (GSI)</i>	44
Figura 20 <i>Resultados del software Rock Data 3.0v</i>	45
Figura 21 <i>Diagrama de proyección estereográfica respecto al talud</i>	46
Figura 22 <i>Proyección estereográfica respecto al talud</i>	47
Figura 23 <i>Proyección estereográfica respecto al talud</i>	47
Figura 24 <i>Factores de ajuste de la clasificación SMR (Romana, 1985)</i>	52

Figura 25 <i>Esquema de carga</i> Figura 26.....	52
Figura 27 <i>Esquema de carga</i>	53
Figura 28 <i>Malla típica de perforación</i>	56
Figura 29 <i>Explotación por bancos descendentes</i>	56

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue diseñar el plan de minado para la explotación minera de la roca caliza en la concesión Cerro Huandorchugo perteneciente a la empresa Hazmat Transport Support.

Las reservas de roca caliza encontradas en el área de estudio, corresponden a la formación geológica Cajamarca y el contenido de ley es del 98% de CaCO_3 , estas se calcularon utilizando el método de perfiles y de la inversa al cuadrado de la distancia. Los parámetros geomecánicos dan como resultado un RQD del macizo rocoso de 75.06% con un número de discontinuidades $\lambda=9.6$, este resultado nos indica que la calidad de la roca es BUENA, por otro lado, las mediciones del RMR dieron un valor de 63, esto nos indica que el tipo de roca es de clase II (ROCA BUENA Y ESTABLE). El valor de GSI dio un valor de 48 clasificándola con un tipo de clase B.

En la ciudad de Trujillo, en el Laboratorio LASACI, se examinaron la granulometría, densidad, reactividad y porcentaje de CaO del óxido de calcio (cal útil). Los resultados mostraron que la calidad de óxido de calcio útil fue de 98,15%, la cual se considera ideal para su comercialización.

Los resultados de la investigación indican la aplicación de método de explotación por banqueo, utilizando bancos con un pendiente del talud de 65° y una altura de 2.6 metros. Con el plan de minado propuesto se planea explotar 1800 TM mensuales.

PALABRAS CLAVES: Plan de minado, RQD, RMR, GSI, Talud

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

REFERENCIAS

- Artigas, M. (2012). *Diseño de Patrones de Perforación y Voladura para Normalizar la Fragmentación del Material Resultante de la Mina Choco 10 Empresa PMG S.A.el Callao, Estado Bolivar*. (Tesis Profesional), Caracas, Venezuela. Obtenido de <http://docslide.net/documents/disenodepatronesdeperforacionyvoladura.html>.
- Fernández, H. (2021). *Factibilidad de un plan de minado en la cantera Chinchin del centro poblado Otuzco, distrito de Baños del Inca*. Huancayo : Universidad Continental.
- Gaimes, D. (2019). Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad diaria en la Cooperativa Minera Limata Ltda. (*tesis de pregrado*). Arequipa, Perú: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1831/1/David%20Gaimes_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf
- Gamonal, C. &. (2021). *Plan de Minado para Incrementar la Producción de Roca Caliza en la Concesión Minera No Metálica Juan De Dios I, Cajamarca* . Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo.
- Gómez Gonzáles, O., & Cuador Gil, J. (2007). *Determinación de la influencia del tamaño de la unidad de selección minera en la exactitud y la unidad de selección minera en la exactitud y precisión de la estimación de los recursos del yacimiento "Mariel"*. Tesis Profesional, Pinar del Río.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Marino, P., & Hoek, E. (2000). GSI: una herramienta geológica amigable para la estimación de la resistencia del macizo rocoso. *Actas de GeoEng 2000 en la Conferencia Internacional sobre Ingeniería Geotécnica y Geológica, Melbourne 9-24 de noviembre de 2000*.
- Perez, F. (2019). Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe. (*tesis de pregrado*). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38747/P%C3%A9rez_BFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romana, M., Gáñez, S., & Montalar Yago, E. (1985). La clasificación geomecánica SMR: aplicación, experiencias y validación. *Proc 7th ISRM International Congress on Rock Mechanics*, (págs. 955-960).

Servicio Geológico Mexicano. (2017). *Clasificación de yacimientos minerales*. México.

Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid, España.