



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“DISEÑO OPERACIONAL PARA LA
EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA ESTRATOS,
DISTRITO BAÑOS DEL INCA, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autor:

Alex Daniel Bazan Cacho
Alex Vasquez Guevara

Asesor:

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana

Cajamarca – Perú

2018

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. <i>Problema general</i>	12
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	12
1.3. Objetivos	12
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	12
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4. Hipótesis	13
1.5. Marco teórico	14
1.5.1. <i>Antecedentes</i>	14
1.5.2. <i>Bases Teóricas</i>	15
a. <i>Clasificación geomecánica</i>	15
b. <i>Análisis de taludes</i>	22
c. <i>Cálculo de Reservas</i>	25
d. <i>Métodos de explotación</i>	27
CAPITULO II: METODOLOGÍA.....	32
2.1. Tipo de diseño de investigación.....	32
2.2. Material de estudio	33
2.2.1. <i>Población de estudio</i>	33
2.2.2. <i>Muestra</i>	33
2.2.3. <i>Unidad de análisis</i>	33
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
2.3.1. <i>De recolección de datos</i>	33
2.3.2. <i>Análisis e interpretación de datos</i>	33
CAPITULO III: RESULTADOS	34
3.1. Objetivo 1: Parámetros geológicos	34
3.1.1. <i>Geología regional</i>	34
3.1.2. <i>Geología local</i>	35
a. <i>Grupo Quilquiñán</i>	36

	b.	<i>Formación Cajamarca</i>	36
	c.	<i>Depósitos Lagunares</i>	38
			Pág.
3.1.3.		<i>Geomorfología</i>	38
3.1.4.		<i>Geología estructural</i>	40
	a.	<i>Sinclinal</i>	40
	b.	<i>Diaclasas</i>	41
3.2.		Objetivo 2: Parámetros geomecánicos	42
	3.2.1.	<i>Estación N° 01</i>	43
		a. <i>Características de la matriz rocosa</i>	43
		b. <i>Características de las discontinuidades</i>	44
		c. <i>Caracterización del Macizo Rocoso</i>	45
		d. <i>Rock Quality Designation (R.Q.D.)</i>	46
		e. <i>Clasificación Geomecánica Según Bienawski, 1989. (R.M.R.)</i>	46
		f. <i>Clasificación Geomecánica Según GSI:</i>	47
		g. <i>Análisis En RocLab</i>	49
3.3.		Objetivo 3: Cálculo de Reservas.....	50
	3.3.1.	<i>Diseño de explotación</i>	50
		a. <i>Diseño geométrico de la mina</i>	50
		b. <i>Método de explotación</i>	51
	3.3.2.	<i>Cubicación de reservas</i>	52
		a. <i>Recurso</i>	52
		b. <i>Estimación de reservas</i>	52
3.4.		Objetivo 4: Método de explotación.....	54
	3.4.1.	<i>Parámetros y lineamientos de explotación</i>	54
		a. <i>Análisis de los parámetros geométricos.</i>	54
		b. <i>Análisis de los parámetros económicos.</i>	55
		c. <i>Análisis de los parámetros operativos</i>	55
3.5.		Objetivo 5: Diseño de bancos	56
	3.5.1.	<i>Perforación</i>	56
	3.5.2.	<i>Voladura</i>	57
	3.5.3.	<i>Excavación y carguío</i>	63
	3.5.4.	<i>Transporte de material</i>	64
	3.5.5.	<i>Chancado de roca</i>	64
	3.5.6.	<i>Especificaciones de la máquina</i>	64
3.6.		Recursos y presupuestos.....	64
	3.6.1.	<i>Recursos materiales</i>	64
		a. <i>Maquinaria</i>	65
		b. <i>Equipos de protección personal (EPP).</i>	72
	3.6.2.	<i>Recursos humanos</i>	75
	3.6.3.	<i>Presupuesto</i>	76
	3.6.4.	<i>Cronograma de ejecución de actividades</i>	77
CONCLUSIONES			90
REFERENCIAS			91

PLANOS..... 93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Representación de Mohr-Coulomb en el espacio de tensiones normal y tangencial.	22
Figura 2: Tipos de rotura en suelos.	23
Figura 3: Rotura planar.	24
Figura 4: Rotura en cuña.....	24
Figura 5: Grafica de variables a utilizar en la regla de Simpson.....	26
Figura 6: Descripción del procedimiento para el cálculo de reservas.	27
Figura 7: Proceso de extracción a cielo abierto.....	30
Figura 8: Terminología empleada en una mina a cielo abierto.....	31
Figura 9: Estratos de calizas, margas pardas amarillentas y lutitas (E: 787099, N: 9209536).	36
Figura 10: Estratos de gran espesor característicos de la Formación Cajamarca	37
Figura 11: Lenares característicos de la Formación Cajamarca (E: 786972, N: 9209631).....	37
Figura 12: Depósitos Lagunares areno arcilloso (E: 787865, N: 9210155).	38
Figura 13: Planicie en la comunidad de Alto Puylucana. (E: 786995, N: 9210366)	39
Figura 14: Presencia de Lomadas en la parte sur del sector estudiado.....	39
Figura 15: Ladera parte superior del cerro de Alto Puylucana. (E: 786792, N: 9209778).....	40
Figura 16: Sinclinal en la comunidad de Alto Puylucana (E: 786995, N: 9210366).	41
Figura 17: Diaclasas en afloramientos de calizas de la Grupo Quilquiñan.	41
Figura 18: Diaclasas en calizas de la Formación Cajamarca. (E: 786994, N: 9209667).	42
Figura 19: Modelo Geomecánico.	43
Figura 20: Parámetros de los diferentes tipos de discontinuidades.	44
Figura 21: Rugosidad, relleno calcita y meteorización.....	45
Figura 22: Bloques tabulares.	45
Figura 23: Determinación de GSI.....	48
Figura 24: Resultados Obtenidos de RocData v. 4.0.....	49
Figura 25: Diseño geométrico de la mina.	51
Figura 26: Afloramientos de roca caliza (E: 786792, N: 9209779).	52
Figura 27: Representación del área explotable en ArcGIS.....	53
Figura 28: Variables de la geometría del disparo en minería superficial.	56
Figura 29: Fases de la Mecánica de Rotura de los Taladros.	57
Figura 30: Partes del taladro.....	58
Figura 31: Diseño de la malla de perforación.	62
Figura 32: Diseño del taladro (taco, carga de la columna, carga del fondo y sobreperforación). ..	62
Figura 33: Organigrama empresarial.	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Operacionalización de las Variables.	13
Tabla 2: Clasificación y tipo de investigación.	32
Tabla 3: Descripción de los parámetros en los tipos de discontinuidades.	44
Tabla 4: Cálculo de RMR.	46
Tabla 5: Resumen del cálculo de reservas.	53
Tabla 6: Estimación de reservas en ArcGIS.	54
Tabla 7: Diámetro de la perforación.	58
Tabla 8: Parámetros de perforación.	61
Tabla 9: Maquinaria a utilizar.	64
Tabla 10: Volquete Sitom STQ3102 - 11 TON.	65
Tabla 11: Carro de Perforación sobre oruga de presión media KY125 (D).	66
Tabla 12: Minicargador Cat 246D.	67
Tabla 13: Trituradora sobre orugas Modelo 4043T.	67
Tabla 14: Pala Cuchara C&A.	68
Tabla 15: Comba Octagonal Truper.	69
Tabla 16: Carretilla Badacc.	70
Tabla 17: Barreta Vector.	70
Tabla 18: Manguera reforzada Plastinico.	70
Tabla 19: Zapapico punta y pala ancha 81.5 cm Tramontina.	71
Tabla 20: Casco con Ratchet Amarillo Bellsafe.	72
Tabla 21: Lentes Steelpro Nitro Claro Redline.	72
Tabla 22: Tapones reutilizables con cordón 3M.	73
Tabla 23: Orejera Adaptable a Casco Redline.	73
Tabla 24: Respirador polvos doble vía.	73
Tabla 25: Guantes de Cuero Golden Amarillo Redline.	74
Tabla 26: Botas de Seguridad de Cuero Económico Punta de Acero T40 Vereda.	74
Tabla 27: Overol Poplin Azul con reflectante T-L Besxt.	74
Tabla 28: Descripción de costos en los distintos equipos y maquinas utilizados en la cantera.	76
Tabla 29: Cronograma de ejecución de actividades en los meses de enero y febrero.	77
Tabla 30: Cronograma de ejecución de actividades en los meses de marzo y abril.	79
Tabla 31: Cronograma de ejecución de actividades en los meses de mayo y junio.	81
Tabla 32: Cronograma de ejecución de actividades en los meses de julio y agosto.	83
Tabla 33: Cronograma de ejecución de actividades en los meses de setiembre y octubre.	85
Tabla 34: Cronograma de ejecución de actividades en los meses de noviembre y diciembre.	87

RESUMEN

La presente tesina titulada “Diseño Operacional para la explotación de la cantera estratos, distrito Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, 2018”, tiene por objetivo elaborar el diseño minero para la explotación de la cantera Estratos, asimismo calcular las reservas de caliza, detallar la maquinaria y equipos a utilizar en la explotación, determinar los parámetros geológicos y geomecánicos y diseñar los bancos del tajo.

Se realizó el plan de minado de la Cantera Estratos en el Centro Poblado el Capulí – Baños del Inca - Cajamarca, pudiendo observar la importancia de realizar un plan de minado debido que se especifican las tareas que intervienen en el proyecto y evitar acciones innecesarias durante el desarrollo del minado.

Se definió el método de explotación a tajo abierto, el diseño de los bancos se determinó de acuerdo a las características del yacimiento como el tamaño del depósito mineral (alto, ancho y espesor), su forma, la inclinación de los estratos y la profundidad.

Se tiene 84,309,675.698 toneladas de caliza en la cantera Estratos con una vida útil de 3,123 años explotando 27 000 toneladas anuales.

PALABRAS CLAVES: Diseño minero, cantera, calizas, explotación.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Ames, V. (2012). Diseño de Mallas de Perforación y Voladura Utilizando la Energía Producida por las Mezclas Explosivas. (Tesis profesional). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/635/1/ames>.
- 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 Bolívar. (Tesis Profesional). Caracas, Venezuela. Obtenido de <http://docslide.net/documents/disenodepatronesdeperforacionyvoladura.html>.
- Caguana, F. (2013). Optimización de los Parámetros de Perforación y Voladura en la Cantera “Las Victorias”. (Tesis Profesional). Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4390/3/tesis>.
- Medina, R. (2014). Evaluación Técnico-Económica-Ecológica de los Resultados de las Pruebas Realizadas Usando Emulsiones Gasificadas en Cuajone – Southern Perú. Tesis Profesional. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1273/1/medina_cr.pdf
- Ojeda, R. (2013). Diseño de Mallas de Perforación y Voladura Subterránea Aplicando Modelo Matemático de Áreas de Influencia. Huancayo, Perú. Obtenido de <https://es.slideshare.net/arturoamerico/disenomallasperforacion>.
- Orihuela, S. (2014). Diseño de un Modelo Predictivo a partir de un estudio de vibraciones en una voladura en una Mina modelo. Tesis Profesional. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/215>.
- Palomino, V. (2016). Optimización del Proceso de Perforación y Voladura en las Labores de Desarrollo para Mejorar la Eficiencia en Minera Poderosa. Tesis Profesional. La Libertad, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/xmlui/handle/UNITRU/5348>

Poma, J. (2012). Importancia de la Fragmentación de la Roca en el Proceso Gold Mill. Tesis Profesional. Cajamarca, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1696>

Sánchez, V. (2012). Optimización en los Procesos de Perforación y Voladura en el Avance de la Rampa en la Mina Bethzabeth. Tesis Profesional. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/217>

Vilela, W. (2014). Análisis de Factibilidad Para el Uso de Anfo Pesado a Base de Emulsión Gasificable en Minera Yanacocha. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5950>