

Tabla de contenido

1	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Alcances.....	2
1.4	Metodología	3
1.4.1	Carta Gantt.....	3
1.4.2	Procedimiento de la investigación	3
1.4.3	Recolección de datos.....	5
2	Antecedentes.....	7
2.1	Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea	7
2.1.1	Contexto.....	7
2.1.2	Descripción del proyecto.....	8
2.1.3	Aspectos técnicos.....	10
2.2	Enaex S.A.....	14
2.2.1	Descripción de la empresa	14
2.2.2	Planta Chuquicamata Subterránea.....	15
3	Revisión bibliográfica	17
3.1	Desarrollos horizontales en minería	17
3.1.1	Perforación	18
3.1.2	Carguío de explosivo y tronadura.....	18
3.1.3	Remoción de material.....	19
3.1.4	Acuñadura.....	19
3.1.5	Fortificación de la excavación	20
3.1.6	Servicios adicionales	20
3.2	Tronadura y excavación	21
3.2.1	Principio de operación.....	21
3.2.2	Mecanismos de rotura de roca.....	24
3.2.3	Perturbaciones generadas	27
3.2.4	Aplicación en construcción de túneles	30

3.3	Explosivos industriales.....	35
3.3.1	Clasificación de sustancias explosivas.....	35
3.3.2	Termoquímica de los explosivos	36
3.3.3	Propiedades de los explosivos.....	38
3.3.4	Tipos de explosivos industriales	43
3.3.5	Criterios de selección.....	54
4	Resultados.....	58
4.1	Antecedentes de la operación.....	58
4.2	Avance por disparo.....	62
4.3	Tiempo de carguío	68
4.4	Sobre-excavación.....	74
4.5	Ventilación requerida.....	78
4.6	Vibraciones	82
4.7	Evaluación económica.....	88
4.7.1	Supuestos considerados.....	88
4.7.2	Costo de perforación.....	89
4.7.3	Costo de tronadura.....	90
4.7.4	Costo total de perforación y tronadura	93
5	Análisis de resultados.....	94
5.1	Precio del explosivo	94
5.2	Ritmo de trabajo	96
5.3	Control de daños.....	98
5.4	Gases tóxicos	100
5.5	Condiciones ambientales.....	101
5.6	Condiciones de seguridad.....	102
5.7	Problemas de suministro.....	103
6	Conclusiones y recomendaciones	104
7	Glosario.....	106
8	Bibliografía.....	111