

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Descripción del Problema	3
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. Alcances	5
1.4. Estructura de la Tesis	6
2. Antecedentes	7
2.1. División El Teniente	7
2.1.1. Mina Esmeralda	9
2.2. Panel Caving y sus Variantes	10
2.2.1. Hundimiento Convencional	14
2.2.2. Hundimiento Previo	14
2.2.3. Hundimiento Avanzado	15
2.3. Planificación de Proyectos	15
2.3.1. Método de la Ruta Crítica	16
2.3.2. <i>Project Evaluation and Review Techniques (PERT)</i>	18
2.4. Simulaciones de Monte Carlo	19
2.5. Optimización de la Planificación en Minería Subterránea	20
2.6. Planificación bajo incertidumbre en minería subterránea	21

3. Metodología	23
3.1. Parte 1: Método de la Ruta Crítica y <i>PERT</i>	24
3.1.1. Método de la Ruta Crítica	24
3.1.2. <i>PERT</i>	25
3.1.3. Verificación <i>script</i> para Método de la Ruta Crítica	25
3.1.4. Verificación <i>script</i> para <i>PERT</i>	28
3.2. Parte 2: Simulaciones de Monte Carlo	30
3.3. Ranking de Actividades	30
3.4. Indicadores	30
3.5. Análisis de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones	31
4. Descripción del Modelo Matemático	32
4.1. Aspectos Principales	32
4.2. Precedencias	33
4.3. Restricciones	34
4.4. <i>Expected Time Heuristic</i>	35
5. Caso de Estudio	36
5.1. Plan de Preparación Minera Revisión B	36
5.2. Plan de Preparación Minera Revisión B 2017	38
5.3. Secuencia Constructiva Mina Esmeralda	39
5.4. Plan de Preparación Minera Revisión B 2017 Optimizado	40
6. Resultados	42
6.1. Método de la Ruta Crítica	42
6.2. Análisis <i>PERT</i>	43
6.3. Distribuciones	43
6.3.1. Desarrollos Horizontales	44
6.4. Simulaciones de Monte Carlo	45

6.5. Análisis de Resultados	50
6.5.1. Ruta Crítica y <i>PERT</i>	50
6.5.2. Simulaciones de Monte Carlo	52
Conclusión	53
Bibliografía	55
A. Abreviaturas	58
B. Ranking de Actividades	61
B.1. Nivel de Hundimiento	61
B.2. Nivel de Producción	62
B.3. Nivel de Acarreo	62
B.4. Subnivel de Ventilación	63
B.5. Sistemas de Traspaso	63
C. Actividades Ruta Crítica	64
C.1. Nivel de Hundimiento	64
C.2. Nivel de Producción	67
C.3. Nivel de Acarreo	75
C.4. Sistemas de Traspaso	77
C.5. Subnivel de Ventilación	79
D. Indicadores	81