

## Tabla de Contenido

1.	Introducción .....	1
1.1.	Descripción del problema.....	2
1.2.	Objetivo general .....	3
1.3.	Objetivos específicos .....	3
1.4.	Alcances.....	4
1.5.	Organización de la tesis .....	4
2.	Revisión bibliográfica.....	6
2.1.	Métodos de extracción subterránea .....	6
2.1.1.	Cut & Fill .....	7
2.1.2.	Bench & Fill.....	8
2.2.	Sistemas de acceso a minas subterráneas .....	11
2.3.	Mecanismos de transporte en minas subterránea .....	13
2.4.	Construcción de túneles en minería subterránea .....	13
2.5.	Ventilación en minería subterránea .....	14
2.6.	Optimización de rutas.....	15
2.7.	Secuenciamiento de labores en la industria minera.....	16
2.8.	Diseño de rampas en minería subterránea .....	18
2.9.	UDESS .....	23
3.	Metodología de trabajo .....	25
4.	Caso de estudio .....	26
4.1.	Funcionamiento .....	29
5.	Resultados .....	31
5.1.	Fundamentos de un modelo matemático no estático .....	31
5.1.1.	Restricción de conectividad .....	33

5.1.2.	Restricción de unicidad por nivel.....	34
5.1.3.	Restricción de pertenencia (1).....	34
5.1.4.	Restricción de pertenencia (2).....	34
5.1.5.	Restricción de inicio.....	35
5.1.6.	Restricción de término .....	35
5.1.7.	Restricción de continuidad.....	35
5.1.8.	Función objetivo.....	35
5.1.9.	Discusión.....	36
5.2.	Metodología propuesta .....	36
5.3.	Resultados metodología propuesta .....	38
5.5.1.	Sector Y Este .....	38
5.3.1.	Sector Y Oeste inferior.....	40
5.3.2.	Sector Y Oeste superior.....	43
5.4.	Análisis metodología .....	45
5.5.	Metodología con minimización de costos .....	47
5.7.1.	Sector Y Este .....	48
5.5.1.	Sector Y Oeste Inferior .....	50
5.5.2.	Sector Y Oeste Superior .....	52
5.5.3.	Análisis.....	54
6.	Conclusiones .....	56
7.	Bibliografía .....	59
8.	Anexos .....	61
8.1.	Resultados.....	61
8.1.1.	Flota de camiones.....	61
8.2.	Papers .....	62