

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Descripción del problema	5
1.3	Solución propuesta.....	6
1.4	Objetivos.....	6
1.4.1	Objetivo general.....	6
1.4.2	Objetivos específicos.....	6
1.5	Alcances	7
1.6	Metodologías y herramientas utilizadas.....	7
2	MARCO TEÓRICO	9
2.1	Caracterización del macizo rocoso.....	9
2.1.1	Estructuras geológicas.....	10
2.1.2	Discontinuidades	11
2.1.3	Resistencia de la matriz rocosa	13
2.1.4	Condiciones hidrogeológicas	14
2.1.5	Estado tensional.....	15
2.2	Diseño sísmico de túneles	15
2.2.1	Propuestas de diseño de estructuras subterráneas	16
2.2.2	Revestimientos.....	18
2.3	Métodos computacionales de análisis.....	19
2.3.1	Método de elementos de contornos (BEM).....	20
2.3.2	Método de elementos finitos (FEM)	20
2.3.3	Método de diferencia finitas.....	20
3	METODOLOGÍA	21
3.1	Levantamiento de la información	21
3.1.1	Parámetros geomecánicos y geotécnicos.....	21
3.1.2	Parámetros sísmicos	21
3.2	Caracterización geotécnica	21
3.3	Cálculo analítico de deformaciones	22
3.4	Cálculo de deformaciones mediante métodos numéricos	22
4	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	23
4.1	Resistencia a la compresión uniaxial por profundidad.....	23

4.2	Clase de comportamiento de la excavación.....	24
4.3	Deformaciones máximas según criterio de diseño sísmico.....	25
4.3.1	Método de campo libre.....	25
4.3.2	Método de interacción suelo – estructura.....	25
4.4	Resultados tensionales estáticos.....	25
4.4.1	Perfil 1.....	26
4.4.2	Perfil 2.....	26
4.4.3	Perfil 3.....	26
4.4.4	Perfil 4.....	27
4.4.5	Perfil 5.....	29
4.4.6	Perfil 6.....	30
4.4.7	Perfil 7.....	31
4.4.8	Perfil 8.....	31
4.5	Resultados tensionales dinámicos.....	31
4.5.1	Perfil 1.....	32
4.5.2	Perfil 2.....	32
4.5.3	Perfil 3.....	33
4.5.4	Perfil 4.....	34
4.5.5	Perfil 5.....	35
4.5.6	Perfil 6.....	36
4.5.7	Perfil 7.....	36
4.5.8	Perfil 8.....	37
4.6	Resumen de resultados de métodos numéricos.....	37
4.6.1	Perfil 1.....	38
4.6.2	Perfil 2.....	38
4.6.3	Perfil 3.....	38
4.6.4	Perfil 4.....	38
4.6.5	Perfil 5.....	39
4.6.6	Perfil 6.....	39
4.6.7	Perfil 7.....	40
4.6.8	Perfil 8.....	40
4.7	Estudio del comportamiento del sismo en las secciones.....	40
5	CONCLUSIONES.....	47
6	REFERENCIAS.....	48

7 ANEXOS50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de la localidad de Penciahue y del sector de la mina Chépica.....	1
Figura 1.2 Línea de tiempo del desarrollo del pique Colin.....	2
Figura 1.3 Principales instalaciones de Mina Chépica.....	3
Figura 1.4 Vista en planta de niveles de pique Colin de Mina Chépica.....	4
Figura 1.5 Distribuciones de los niveles de Chépica.....	4
Figura 1.6 Distribución de niveles 4, 5, 6, 7 y de veta en 3D.....	5
Figura 2.1 Condiciones naturales de inestabilidad en excavación de túneles en roca.....	9
Figura 2.2 Influencia de la estructura geológica en la estabilidad de un túnel.....	10
Figura 2.3 Influencia de las discontinuidades en la estabilidad de un túnel. Ejemplos de sobreexcavaciones producidas en un túnel de trasvase.....	12
Figura 2.4 Definición de dip direction (α) y dip (ψ).....	12
Figura 2.5 Estabilidad de las rocas de falla en un túnel.....	14
Figura 2.6 Clasificación de las tensiones sobre los macizos rocosos.....	15
Figura 2.7 Deformación de Ovalamiento en sección circular de túnel.....	16
Figura 2.8 Deformaciones axial y flexionante a lo largo del eje del túnel.....	17
Figura 3.1 Distribución de los perfiles de estudio.....	22
Figura 4.1 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 1 sección Nivel 5.....	26
Figura 4.2 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 2 secciones Nivel 5 y Rampa 5 - 6.....	26
Figura 4.3 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 3 secciones Nivel 5 A y Nivel 5 B.....	27
Figura 4.4 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 3 sección Rampa 5 - 6 original y con falla. ...	27
Figura 4.5 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 4 secciones Nivel 4, Nivel 5 y Nivel 6.....	28
Figura 4.6 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 4 secciones Nivel 7 y Rampa 6 - 7.....	28
Figura 4.7 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 4 secciones Nivel 7 y Rampa 6 - 7 con falla ..	29
Figura 4.8 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 5 secciones Nivel 5 A, Nivel 5 B y Nivel 6....	29
Figura 4.9 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 5 secciones Rampa 6 - 7, Nivel 7 y Nivel 8 ...	30
Figura 4.10 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 6 secciones Nivel 5, Nivel 6 y Nivel 7.....	30
Figura 4.11 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 6 secciones Rampa 7 - 8 A, Rampa 7 - 8 B y Nivel 8.....	30
Figura 4.12 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 7 sección Nivel 5.....	31
Figura 4.13 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 8 sección Nivel 4.....	31

Figura 4.14 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 1 sección Nivel 5.....	32
Figura 4.15 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 2 secciones Nivel 5 y Rampa 5 - 6	32
Figura 4.16 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 3 secciones Nivel 5 A y Nivel 5 B.....	33
Figura 4.17 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 3 sección Rampa 5 - 6 original y con falla...	33
Figura 4.18 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 4 secciones Nivel 4, Nivel 5 y Nivel 6.....	34
Figura 4.19 Resultados de tensiones Sigma 1 del Perfil 4 secciones Nivel 7 y Rampa 6 - 7	34
Figura 4.20 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 4 secciones Nivel 7 y Rampa 6 - 7 con falla	35
Figura 4.21 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 5 secciones Nivel 5 A, Nivel 5 B y Nivel 6..	35
Figura 4.22 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 5 secciones Rampa 6 - 7, Nivel 7 y Nivel 8.	35
Figura 4.23 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 6 secciones Nivel 5, Nivel 6 y Nivel 7.....	36
Figura 4.24 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 6 secciones Rampa 7 - 8 A, Rampa 7 - 8 B y Nivel 8	36
Figura 4.25 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 7 sección Nivel 5	37
Figura 4.26 Resultados de tensiones Sigma 1 de Perfil 8 sección Nivel 4	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Definiciones legales de pequeña minería y minería artesanal.....	2
Tabla 1.2 Definiciones legales de la mediana minería	2
Tabla 2.1 Clase de comportamiento de la excavación.....	14
Tabla 2.2 Tipo de revestimientos según Soto (2004)	19
Tabla 3.1 Registros UTFSM terremoto del 27F.....	21
Tabla 4.1: Resistencia a la compresión uniaxial respecto a la profundidad de la andesita para el pique Colin.....	24
Tabla 4.2 Clase de Comportamiento de la excavación	24
Tabla 4.3 Resumen resultados perfil 1	38
Tabla 4.4 Resumen resultados perfil 2	38
Tabla 4.5 Resumen resultados perfil 3	38
Tabla 4.6 Resumen resultados perfil 4	38
Tabla 4.7 Resumen resultados perfil 5	39
Tabla 4.8 Resumen resultados perfil 6	39
Tabla 4.9 Resumen resultados perfil 7	40
Tabla 4.10 Resumen resultados perfil 8.....	40
Tabla 4.11 Registros de tensiones a lo largo del sismo.....	41
Tabla 4.12 Resumen resultados de deformación absoluta acumulada y variación absoluta de tensión	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Resistencia a la compresión uniaxial respecto a la profundidad de la andesita para el pique Colin.....	23
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Perfiles de sección de pique en RS2.....	50
---	----