

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes Generales.....	1
1.2. Objetivo General	5
1.4. Estructura de la Memoria	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. DISEÑO ESTÁTICO DE TÚNELES	7
2.1.1. Estado de tensiones	7
2.1.2. Interacción Túnel Sostenimiento.....	17
2.1.3. Método de Rigidez Relativa	29
2.1.4. Asentamientos Superficiales Producto de la Excavación del Túnel.....	33
2.2. DISEÑO SÍSMICO DE TÚNELES: MÉTODO CINEMÁTICO.....	42
2.2.1. Soluciones Analíticas Para el Diseño por Desangulación	44
2.2.2. Solución Numérica Para el Diseño por Desangulación	49
2.2.3. Comparación Entre Modelos Analíticos y Numéricos	50
2.3. DISEÑO SÍSMICO DE TÚNELES: MÉTODO DINÁMICO	54
2.3.1. Condiciones de Borde para Modelos Dinámicos en PLAXIS 2D	54
2.3.2. Deconvolución de Registro Sísmicos	56
3. MODELACIÓN NUMÉRICA EN PLAXIS 2D	58
3.1. Proceso de Modelación Mediante la Interfaz de PLAXIS 2D	58
3.1.1. Propiedades del Modelo	58
3.1.2. Definir Materiales.....	59
3.1.3. Geometría del Túnel	62
3.1.4. Solicitación Sísmica.....	63
3.1.5. Malla de Elementos Finitos.....	63
3.1.6. Interfaz Suelo-Estructura	65
3.1.7. New Austrian Tunneling Method (NATM)	66
3.1.8. Modelación de la Secuencia Constructiva	68
3.1.9. Visualización y Análisis de Resultados en PLAXIS 2D Output	72
3.2. Codificación en Python de modelos 2D	74
3.3. Modelos Constitutivos.....	77

3.3.1.	Modelo Mohr-Coulomb (MC)	77
3.3.2.	Modelo Hardening Soil (HS)	80
3.3.3.	Modelo Hardening Soil with Small-Strain Stiffness (HS-Small).....	85
4.	PARÁMETROS DE ENTRADA Y SALIDA PARA LA MODELACIÓN EN PLAXIS	
2D		89
4.1.	Modelos Cinemáticos.....	89
4.1.1.	Parámetros de Entrada Modelos Cinemáticos.....	89
4.1.2.	Variables de Salida de Modelos Cinemáticos.....	90
4.2.	Modelos Dinámicos.....	96
4.2.1.	Parámetros de Entrada Modelos Dinámicos.....	98
4.2.2.	Parámetros de Salida de Modelos Dinámicos	102
5.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.....	104
5.1.	General	104
5.2.	Introducción.....	105
5.3.	Machine Learning.....	110
5.4.	Metodología	115
5.5.	Resultados	117
5.5.1.	Análisis de sensibilidad.....	117
5.5.2.	Modelo DNN para asentamientos.....	123
5.6.	Discusión	132
5.7.	Conclusiones.....	135
6.	ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL REVESTIMIENTO	
PRODUCTO DE LA ACCIÓN SÍSMICA		136
6.1.	Introducción.....	136
6.2.	Metodología	139
6.3.	Resultados	140
6.3.1.	Análisis de Sensibilidad	140
6.3.2.	Respuesta Sísmica de Túneles Mediante DNN.....	146
6.4.	Discusión	158
6.5.	Conclusiones.....	159
7.	CURVAS DE FRAGILIDAD	160
7.1.	Introducción.....	160
7.2.	Análisis Incremental Dinámico (IDA).....	160
7.3.	Definición de Estados de Daño	161

7.4.	Parámetros de las Curvas de Fragilidad	163
7.5.	Resultados	165
7.5.1.	Resistencia Estructural del Revestimiento.....	165
7.5.2.	Gráficos de Evolución de Daños en el Túnel.....	168
7.5.3.	Gráficos Curvas de Fragilidad	172
7.6.	Discusión	179
7.7.	Conclusiones.....	181
8.	CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES.....	182
8.1.	Conclusiones.....	182
8.2.	Recomendaciones	185
	BIBLIOGRAFÍA	187
	ANEXOS	197
	ANEXO A: MACHINE LEARNING – Conceptos Generales.....	197
A.1	Función de Pérdida y Algoritmo de Optimización	202
A.2	Función de Activación.....	203
A.3	Inicializadores	205
A.4	Subajuste y Sobreajuste	206
A.5	TensorFlow 2.0.....	208
ANEXO B:	Selección de Parámetros Modelos Cinemáticos	209
ANEXO C:	Parámetros HS-Small Para Diferentes Tipos de Suelos de la Norma Chilena. 213	
ANEXO D:	Parámetros de Entrada para Evaluación de Desempeño de Redes Neuronales 218	
D.1	Datos de Prueba para Asentamientos	218
D.2	Datos de Prueba para Respuesta Sísmica	221
ANEXO E:	Registros sísmicos utilizados en modelos dinámicos.....	226
ANEXO F:	Ecuaciones Diagrama de Interacción.....	228