

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	6
1.2. Objetivos . . . . .	7
1.2.1. Objetivo general . . . . .	7
1.2.2. Objetivo específico . . . . .	8
1.3. Alcances . . . . .	8
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>10</b>
2.1. Hormigón con refuerzo tradicional. . . . .	10
2.1.1. Fundamentos de diseño . . . . .	10
2.1.2. Código de diseño ACI . . . . .	11
2.1.3. Disposiciones de seguridad del Código ACI . . . . .	11
2.1.4. Supuestos sobre el comportamiento del hormigón armado . . . . .	14
2.1.5. Comportamiento de elementos de hormigón armado bajo cargas axiales	14
2.1.6. Análisis y diseño de vigas sometidas a cargas de flexión . . . . .	17
2.1.6.1. Diseño a flexión asumiendo distribución rectangular sobre vi-	
gas sub-reforzadas . . . . .	23
2.1.7. Análisis y diseño de elementos sometidos a cargas axiales y de flexión	
combinadas . . . . .	25
2.1.8. Elementos sometidos a cargas de corte . . . . .	30
2.1.8.1. Disposiciones del Código ACI para el diseño a corte . . . . .	31
2.1.8.2. Contribución del hormigón a la resistencia al corte . . . . .	32
2.2. Diseño para hormigón reforzado con fibras según la FIB. . . . .	35
2.2.1. Hormigón reforzado con fibras . . . . .	35
2.2.1.1. Comportamiento en compresión. . . . .	38
2.2.1.2. Comportamiento en tensión . . . . .	38
2.2.1.3. Clasificación para evaluar funcionalidad estructural de la fibra	42
2.2.1.4. Leyes Constitutivas . . . . .	43
2.2.1.4.1. Comportamiento Rígido-Plástico. . . . .	43
2.2.1.4.2. Comportamiento Lineal. . . . .	44
2.2.1.5. Factores de Seguridad . . . . .	47
2.2.1.6. Factor de Orientación . . . . .	47
2.2.2. Verificación de seguridad y serviciabilidad de estructuras con FRC . .	48
2.2.2.1. Principios de diseño . . . . .	48
2.2.2.2. Flexión y/o compresión axial en estructuras lineales (ULS) .	49
2.2.3. Diagrama esfuerzo-deformación para elementos de FRC . . . . .	50
2.2.4. Resistencia al corte en vigas . . . . .	52

2.2.4.1.	Vigas sin armadura a corte . . . . .	52
2.2.5.	Contribución del refuerzo de fibras a la resistencia a flexión pura . . . . .	53
<b>3.</b>	<b>Casos de estudio</b>	<b>55</b>
3.1.	Túnel Interestación Herradura . . . . .	55
3.2.	Túnel Escotilla de Evacuación . . . . .	58
3.3.	Fibras a utilizar . . . . .	60
3.3.1.	Fibras Dramix . . . . .	60
3.3.2.	Fibras Barchip . . . . .	64
<b>4.</b>	<b>Metodología</b>	<b>68</b>
4.1.	Herramientas computacionales . . . . .	68
4.1.1.	Phase 2 . . . . .	69
4.1.2.	F2F . . . . .	70
4.1.3.	Flac 3D . . . . .	70
<b>5.</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>72</b>
5.1.	Hipótesis utilizadas en el diseño de túneles . . . . .	72
5.2.	Modelos . . . . .	73
5.2.1.	Secuencia de excavación . . . . .	75
5.3.	Espesores de hormigón . . . . .	76
5.4.	Combinaciones de carga . . . . .	77
5.4.1.	Sostenimiento . . . . .	78
5.4.2.	Revestimiento . . . . .	78
5.5.	Esfuerzos internos entregados por FLAC3D . . . . .	78
5.5.1.	Caso estático . . . . .	78
5.5.2.	Caso Sísmico . . . . .	81
<b>6.</b>	<b>Resultados y Análisis</b>	<b>87</b>
6.1.	Diseño tradicional de túneles . . . . .	87
6.2.	Diseño de hormigón reforzado con fibras para túneles . . . . .	89
6.3.	Diagramas de Flexocompresión . . . . .	91
6.3.1.	Sostenimiento . . . . .	91
6.3.2.	Revestimiento . . . . .	95
6.3.2.1.	Caso estático . . . . .	95
6.3.2.2.	Caso sísmico . . . . .	99
6.4.	Análisis de resultados . . . . .	103
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>106</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>109</b>
	<b>Anexo</b>	<b>111</b>