

## Índice de Contenidos

Capítulo I: Introducción y Objetivos .....	9
1.1 Introducción .....	9
1.2 Objetivos .....	11
1.2.1 Objetivo General .....	11
1.2.2 Objetivos Específicos. ....	11
1.3 Hipótesis.....	11
Capítulo II: Marco Teórico.....	12
2.1 Aguas lluvias .....	12
2.1.1 Orígenes de evacuación de aguas lluvias .....	12
2.1.2 Red de evacuación de aguas lluvias .....	12
2.1.3 Legislación y Normativa .....	13
2.1.4 Cambio climático en Chile .....	13
2.1.5 Problemática y soluciones .....	15
2.2 Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) .....	15
2.2.1 ¿Qué son los SUDS? .....	15
2.2.2 Orígenes de los SUDS. ....	16
2.2.3 Ejemplos de SUDS .....	17
2.3 Pavimentos permeables .....	22
2.3.1 Historia pavimentos permeables .....	22
2.3.2 Características de los pavimentos permeables .....	23
2.3.3 Clasificación de pavimentos permeables .....	28
2.3.4 Ventajas pavimentos permeables.....	30
2.3.5 Desventajas pavimentos permeables.....	31
2.4 Software SWMM .....	32
2.4.1 SWMM.....	33
2.4.2 Utilidades .....	33

4.4.3 Usos de SWMM .....	34
4.4.4 Conexión entre SWMM y los SUDS .....	35
Capítulo III: Marco Metodológico .....	36
3.1 Puntos de inundación.....	36
3.1.1 Selección de puntos de inundación .....	36
3.1.2 Puntos a analizar.....	37
3.2 Modelo SWMM .....	38
3.2.1 Módulo hidrológico .....	39
3.2.2 Módulo hidráulico .....	56
3.2.3 Módulo LID.....	57
Capítulo IV: Análisis de Resultados.....	61
4.1 Diseño SWMM .....	61
4.1.1 Modelo Punto 1 .....	64
4.1.2 Modelo Punto 2 .....	70
4.1.3 Comparación entre pavimentos permeables y cubiertas verdes .....	73
4.1.4 Caudales de escorrentía .....	76
Capítulo V: Conclusiones y Propuestas Futuras .....	78
5.1 Conclusiones .....	78
5.2 Propuestas futuras .....	78
Bibliografía .....	80

## Índice de Ilustraciones

Ilustración. 2-1:Disminución de la infiltración al urbanizar. ....	16
Ilustración. 2-2: Esquema cubiertas verdes .....	17
Ilustración. 2-3: Esquema de un pozo de infiltración. ....	18
Ilustración. 2-4: Funcionamiento típico pavimento permeable de hormigón.....	19
Ilustración. 2-5: Cunetas verdes. ....	20
Ilustración. 2-6: Franjas filtrantes.....	21
Ilustración. 2-7: Estanques de retención .....	22
Ilustración. 2-8: Capas pavimentos permeables.....	23
Ilustración. 2-9: Césped con refuerzos de plástico. ....	24
Ilustración. 2-10: Adoquines con ranura. ....	25
Ilustración. 2-11: Hormigón poroso. ....	26
Ilustración. 2-12: Asfalto poroso.....	26
Ilustración. 2-13: Infiltración total al terreno.....	29
Ilustración. 2-14: Infiltración parcial al terreno.....	30
Ilustración. 2-15: Infiltración total al dren convencional.....	30
Ilustración 2-16: Diseño por SWMM.....	34
Ilustración 3-17: Punto crítico N°1, imagen satelital. ....	37
Ilustración 3-18: Punto crítico N°1, en estado inundado y no inundado.....	37
Ilustración 3-19: Punto crítico N °2, imagen satelital.....	38
Ilustración 3-20: Punto crítico N°2, en estado inundado y no inundado.....	38
Ilustración 3-21: Polígonos de Thiessen:.....	40
Ilustración 3-22: Ubicación estaciones pluviométricas.....	41
Ilustración 3-23: Ubicación de estaciones y cuenca a estudiar en el software ArcGIS. ....	45
Ilustración 3-24:Poligonos de Thiessen formado por las estaciones pluviométricas seleccionadas y el área de estudio.....	45
Ilustración 3-25: Área de influencia de los polígonos dentro de la cuenca de estudio. ....	46
Ilustración 3-26: Área de influencia de cada estación en la cuenca de interés. ....	46
Ilustración 3-27: Subcuencas Punto de Estudio N°1. ....	53
Ilustración 3-28: Subcuencas Punto de Estudio N°2. ....	53
Ilustración 3-29: LID control editor. ....	57
Ilustración 3-30: LID control editor. Datos de Superficie. ....	58
Ilustración 3-31: LID control editor, pavimento.....	58

Ilustración 3-32: LID control editor, almacenamiento.....	59
Ilustración 3-33: LID control editor, drenaje.....	60
Ilustración 4-34: Serie temporal 1. ....	61
Ilustración 4-35: Serie temporal 2. ....	61
Ilustración 4-36: Serie temporal 3. ....	62
Ilustración 4-37: Ingreso de series en SWMM. ....	63
Ilustración 4-38: Características de pluviómetros.....	64
Ilustración 4-39: Modelo Punto 1 SWMM.....	65
Ilustración 4-40: LID Usage Editor.....	66
Ilustración 4-41: Informe de resultados; infiltración al terreno, escorrentía superficial y almacenamiento. ....	66

## Índice de Tablas.

Tabla 2-1 Bandas granulométricas para subbases de pavimento asfáltico. ....	27
Tabla 2-2: Bandas granulométricas para bases de pavimento asfáltico .....	27
Tabla 2-3:Bandas granulométricas para bases y subbase de pavimento de hormigón .....	28
Tabla 2-4: Aplicaciones pavimentos permeables. ....	31
Tabla 3-5: Registro de colectores críticos .....	36
Tabla 3-6:Registro de precipitaciones máximas en 24 hrs, estación de Chimbarongo.....	42
Tabla 3-7:Registro de precipitaciones máximas en 24 hrs, estación de Lolol.....	42
Tabla 3-8:Registro de precipitaciones máximas en 24 hrs, estación de Curicó .....	43
Tabla 3-9:Registro de precipitaciones máximas en 24 hrs, estación de Curepto .....	43
Tabla 3-10:Registro de precipitaciones máximas en 24 hrs, estación de Longaví .....	44
Tabla 3-11: Ubicación de estaciones para ArcGis. ....	44
Tabla 3-12:Resumen de resultados del software ArcGIS. ....	47
Tabla 3-13: Precipitaciones Ponderadas máximas en 24 hrs para la ciudad de Curicó .....	47
Tabla 3-14:Maximas precipitaciones prolongadas en 24 hrs por año. ....	48
Tabla 3-15: Tabla de frecuencia acumulada, teorica y observada de las precipitaciones. ....	49
Tabla 3-16: Intensidades y duración respecto a un periodo de retorno .....	50
Tabla 3-17: Series de precipitaciones .....	51
Tabla 3-18: Subcuencas punto 1.....	54
Tabla 3-19: Subcuencas punto 2.....	55
Tabla 3-20: Datos de nudos red de evacuación punto 1.....	56
Tabla 3-21: Datos conductos de red de evacuación punto 1. ....	56
Tabla 3-22: Puntos de vertido punto 1.....	57
Tabla 4-23: Resumen simulaciones a diferentes % PP_1, Serie_1 .....	67
Tabla 4-24: Tabla de colores para demostrar con rojo las situaciones donde ocurre inundación en el punto 1 con los diferentes % de PP_1 para todas las series y la escorrentia (mm) generada. ....	69
Tabla 4-25: Tabla de colores para demostrar con rojo las situaciones donde ocurre inundación en el punto 1 con los diferentes % de PP_2 para todas las series y la escorrentia (mm) generada. ....	69
Tabla 4-26: Tabla de colores para demostrar con rojo las situaciones donde ocurre inundación en el punto 2 con los diferentes % de PP_1 para todas las series y la escorrentia (mm) generada. ....	73
Tabla 4-27: Tabla de colores para demostrar con rojo las situaciones donde ocurre inundación en el punto 2 con los diferentes % de PP_2 para todas las series y la escorrentia (mm) generada. ....	73
Tabla 4-28: Resumen simulaciones a diferentes % CV_04, Serie_1 .....	74

Tabla 4-29: Tabla de colores para demostrar con rojo las situaciones donde ocurre inundación en el punto 1 con los diferentes % de CV\_04 para todas las series y la esorrentia (mm) generada. ....76