

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	12
1.1. Introducción	12
1.2. Objetivos	13
1.2.1. Objetivo general	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. Evolución histórica del sector de agua potable en Chile.....	14
2.1.1. Evolución de la inversión en el sector.....	17
2.1.2. Tarifas y comportamiento de la demanda	18
2.1.3. Políticas públicas para promover la eficiencia en empresas del Estado.....	19
2.1.4. Eficiencia energética	19
2.2. Diseño de redes de agua.....	20
2.2.1. Ecuaciones y variables de naturaleza hidráulica	20
2.2.2. Componentes de redes de distribución de agua.....	28
2.2.3. Clasificación de redes de distribución de agua potable.....	31
2.2.4. Formas de distribución	33
2.3. Bombas y su funcionamiento	35
2.3.1. Tipos de bombas.....	35
2.3.2. Funcionamiento: Curvas características	36
2.3.3. Punto de funcionamiento.....	37
2.3.4. Patrones de bombeo	37

2.4.	Estaciones de bombeo	39
2.4.1.	Tipología de las estaciones de bombeo en los abastecimientos	39
2.4.2.	Aspectos técnicos en la selección de los equipos	41
2.5.	Aspectos económicos en la selección de los equipos. Planteamiento general de un problema de optimización.	43
2.5.1.	Problema de optimización	43
2.6.	Técnicas de optimización	47
2.6.1.	Técnicas tradicionales	48
2.6.2.	Algoritmos heurísticos y metaheurísticos	49
2.6.3.	Falencias actuales del problema de optimización	52
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS		53
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA		54
4.1.	Parámetros para la selección y calibración de los casos de estudio	55
4.2.	Algoritmo de preprocesamiento de datos (caudales máximos y mínimos por estación)...	55
4.3.	Casos de estudio	60
4.3.1.	Selección y calibración de casos de estudio	60
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		70
5.1.	Clasificación de las redes	70
5.2.	Aplicación del algoritmo de preprocesamiento	71
5.2.1.	Preprocesamiento red TF	72
5.2.2.	Preprocesamiento red KY3	74
5.2.3.	Preprocesamiento red KY4	76
5.2.4.	Preprocesamiento red KY6	77
5.2.5.	Preprocesamiento red KY8	79
5.2.6.	Preprocesamiento red KY13	82
5.2.7.	Preprocesamiento red Curicó	83

5.2.8. Resumen del preprocesamiento de las redes	85
5.3. Análisis con respecto al modelo de optimización	87
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	89
6.1. Conclusiones	89
6.2. Trabajo Futuro.....	90
6.2.1. Algoritmo	91
6.3. Proyectos Futuros.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Evolución de la cobertura urbana de agua potable, alcantarillado y tratamiento de agua servidas, 1965-2005 (Porcentaje).....	15
Figura 2.2: Principales empresas que prestan servicios en Chile.....	16
Figura 2.3: Evolución de la inversión anual en el sector de agua potable y alcantarillado, 1965-2005. (Millones de dólares por año).....	17
Figura 2.4: Evolución de la cuenta típica en Santiago (Grupo tarifario 1). (Miles de pesos chilenos).	18
Figura 2.5 Perfil de velocidades y velocidad media.....	21
Figura 2.6: Perfil de velocidades en función del régimen.....	22
Figura 2.7: Volumen de control.	23
Figura 2.8: Configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas.	28
Figura 2.9: Piezas especiales de hierro fundido con extremos bridados.....	29
Figura 2.10: Tipos de Redes atendiendo su topología.....	32
Figura 2.11: Distribución por gravedad.	33
Figura 2.12: Distribución mixta.	34
Figura 2.13: Punto de funcionamiento en una instalación.	37
Figura 2.14: Dibujo esquemático de bombas en paralelo y curvas características.....	38
Figura 2.15: Dibujo esquemático de bombas en serie y curvas características.....	39
Figura 2.16: Cálculo de OPEX y CAPEX.....	44
Figura 2.17: Espacio no convexo de solución de un algoritmo. Fuente: wilsonmongwe.co.za.	48
Figura 2.18: Diagrama de flujo de un algoritmo evolutivo.....	52
Figura 4.1: Diagrama de flujo de metodología a implementar.....	54
Figura 4.2: Esquema de altura de cabecera de diseño.....	56
Figura 4.3: Diagrama de algoritmo de preprocesamiento de datos.....	58
Figura 4.4: Patrón de consumo para la red de TF.	61

Figura 4.5: Ubicación de las estaciones de bombeo de TF.	61
Figura 4.6: Patrón de consumo para las redes KY	62
Figura 4.7: Ubicación de las estaciones de bombeo de KY3.	63
Figura 4.8: Ubicación de las estaciones de bombeo de KY4.	64
Figura 4.9: Ubicación de las estaciones de bombeo de KY6.	65
Figura 4.10: Ubicación de las estaciones de bombeo de KY8.	66
Figura 4.11: Ubicación de las estaciones de bombeo de KY13.	67
Figura 4.12: Patrón de consumo para la red de Curicó	68
Figura 4.13: Ubicación de las estaciones de bombeo de Curicó.	69

ÍNDICE DE TALBAS

Tabla 2.1 Valores típicos de coeficientes de rugosidad.	26
Tabla 2.2: Coeficientes de pérdidas para accesorios más comunes.	27
Tabla 5.1: Clasificación de las redes seleccionadas, por demanda base y la cantidad de nodos. Fuente: Elaboración propia.	70
Tabla 5.2: Resumen del preprocesamiento de las redes.	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1: Caudales máximos y mínimos para la EB 2 y EB3 de TF_3S_v08, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$	72
Gráfico 5.2: Región acotada del espacio de soluciones de EB 2 y EB3 de TF_3S_v08, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$	73
Gráfico 5.3: Caudales máximos y mínimos para la EB 2, EB3 y EB4 de KY3, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$	74
Gráfico 5.4: Región acotada del espacio de soluciones de EB 2, EB3 y EB4 de KY3, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$	75

Gráfico 5.5 Caudales máximos y mínimos para la EB 2, EB3 y EB4 de KY4, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	76
Gráfico 5.6: Región acotada del espacio de soluciones de EB de KY4, con respecto a la $H_{\text{diseño}}$.	77
Gráfico 5.7: Caudales máximos y mínimos para la EB 2, EB3 y EB4 de KY6, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	77
Gráfico 5.8: Región acotada del espacio de soluciones de EB2, EB3 y EB4 de KY6, con respecto a la $H_{\text{diseño}}$.	78
Gráfico 5.9: Caudales máximos y mínimos para la EB 2, EB3, EB4 y EB5 de KY8, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	79
Gráfico 5.10: Región acotada del espacio de soluciones de EB 2, EB3, EB4 y EB5 de KY8, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	81
Gráfico 5.11: Caudales máximos y mínimos para la EB 2, EB3, EB4, EB5 y EB6 de KY13, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	82
Gráfico 5.12: Región acotada del espacio de soluciones de EB 2, EB3, EB4, EB5 y EB6 de KY13, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	83
Gráfico 5.13: Caudales máximos y mínimos para la EB 2 y EB3 de Curicó, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	83
Gráfico 5.14: Región acotada del espacio de soluciones de EB 2 y EB3 de Curicó, con sus respectivas $H_{\text{diseño}}$.	84
Gráfico 5.15: Comparación del rendimiento de PGA.	87