

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	3
1. Introducción.....	4
<b>1.1. Lugar de aplicación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1 Servicios entregados.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Problemática.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Objetivo general.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Objetivos específicos.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. Resultados tangibles esperados.....</b>	<b>8</b>
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	10
2. Marco teórico y metodología.....	11
<b>2.1. Marco teórico.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1 Ciclo de vida del proyecto.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1. Tipología del proyecto.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2. Red de alcantarillado.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2.1 Elementos del alcantarillado sanitario y obras accesorias.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2.2 Estructuras de redes de alcantarillado.....</b>	<b>15</b>

2.1.2.3 Funcionamiento de la red sanitaria.....	18
2.1.3.1 Métodos de pronóstico.....	21
2.1.3.2 Métodos de error.....	23
2.1.3.3 Parámetros hidráulicos.....	24
2.1.3.4 Método de diseño de red.....	25
2.1.3.5 Método de selección de materiales.....	25
2.1.3.6 Principio de Bernoulli.....	27
2.1.3.7 Pérdida de carga.....	29
2.2 Metodología de solución.....	30
2.2.1 Identificación de beneficios y costos del proyecto.....	36
2.2.2 Configuración de flujos netos.....	37
2.2.3 Cálculo de indicadores y criterios de decisión	40
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO.....	42
3.1. Actividades de diagnóstico.....	43
3.1.2 Estimación de población flotante.....	44
3.2. Resultados del diagnóstico.....	45
3.3. Resultados de tamaño de la muestra.....	45
3.2.1 Sectores de la población.....	46
3.2.1 Estatus socioeconómico de la población.....	48

<b>3.2.1 Población flotante</b> .....	49
<b>3.2.3 Consideraciones generales</b> .....	52
<b>3.4. Conclusiones del diagnóstico</b> .....	54
<b>CAPÍTULO 4: PARAMETROS DE DISEÑO</b> .....	55
<b>4.1 Proyección de la población</b> .....	56
<b>4.1 Dotación de la población</b> .....	60
<b>4.1 Calculo del caudal del sistema</b> .....	62
<b>4.1 Cálculo de caudales externos</b> .....	64
<b>CAPÍTULO 5: SELECCIÓN DE MATERIALES</b> .....	68
<b>5.1 Metodología de selección</b> .....	69
<b>5.1.2 Selección de material de tuberías</b> .....	69
<b>5.1.3 Criterios de evaluación</b> .....	70
<b>CAPÍTULO 6: SOFTWARE EPANET</b> .....	77
<b>6.1 Diseño de red en Epanet</b> .....	78
<b>6.1.1 Dimensión de la red</b> .....	79
<b>6.1.2 Parámetros hidráulicos</b> .....	81
<b>6.1.3 Diseño de la red</b> .....	82
<b>6.1.3.1 Caudales por nodo</b> .....	86
<b>6.1.3.2 Plantas elevadoras de aguas servidas</b> .....	87

<b>6.1.3.3 Ajuste normativo de la red</b> .....	90
<b>5.1.3.3.1 Velocidad de la red</b> .....	91
<b>6.1.3.3.2 Presiones de la red</b> .....	94
<b>6.2 Resultados obtenidos</b> .....	98
<b>6.2.1 Largo de alcantarillas</b> .....	100
<b>6.3 Selección de bombas para plantas elevadoras</b> .....	73
<b>6.3.1 Criterios para selección de plantas elevadoras</b> .....	74
<b>CAPÍTULO 7: COSTOS DEL PROYECTO</b> .....	101
<b>7.1 Costos asociados al proyecto</b> .....	102
<b>7.1.1 Costos de obra gruesa</b> .....	102
<b>7.1.2 Costos por elementos e implementación</b> .....	105
<b>CONCLUSIONES</b> .....	129
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	139
Bibliografía.....	139
<b>ANEXOS</b> .....	146

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Equipo de trabajo.....	4
---------------------------------------	---

Ilustración 2: Sectores abordados por IPM Consultora .....	5
Ilustración 3: árbol de problemas .....	7
Ilustración 4: Pozo de visita.....	17
Ilustración 5: Red de alcantarillado sanitario .....	20
Ilustración 6: Principio básico de Bernoulli .....	28
Ilustración 7: Consideraciones diseño Bomba PEAS .....	33
Ilustración 8: Curva operación bomba.....	33
Ilustración 9: Encuestas Llallauquén .....	46
Ilustración 10: Índices socioeconómicos Las Cabras .....	49
Ilustración 11: Sector específico.....	52
Ilustración 12: Dimensión del mapa.....	80
Ilustración 13: Parámetros por defecto .....	81
Ilustración 14: Configuración de nodos.....	83
Ilustración 15: Configuración de tuberías .....	84
Ilustración 16: Mapa de largo de tuberías .....	85
Ilustración 17: Grafico de elevaciones .....	86
Ilustración 18: Dirección de los flujos.....	88
Ilustración 19: Curva de las bombas.....	89
Ilustración 20: Red con tuberías de 200mm .....	92

Ilustración 21: Red con diámetros ajustados .....	93
Ilustración 22: Red con presiones iniciales .....	95
Ilustración 23: Red con reserva .....	97
Ilustración 24: Configuración válvula .....	97
Ilustración 25: Resultado final.....	98
Ilustración 26: Zanja para tuberías .....	102

## **ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1: Constante Modelo lineal.....	21
Ecuación 2: Modelo lineal.....	21
Ecuación 3: Tasa método interés compuesto.....	22
Ecuación 4: Método interés compuesto.....	22
Ecuación 5: Tasa de crecimiento método geométrico .....	22
Ecuación 6: Método geométrico.....	23
Ecuación 7: Método geométrico final .....	23
Ecuación 8: MAD.....	23
Ecuación 9: Diámetro hidráulico.....	25
Ecuación 10: Ángulo de sección mojada.....	25

Ecuación 11: Calificación de factor para relación directamente proporcional.....	26
Ecuación 12: Calificación de factor para relación inversamente proporcional.....	26
Ecuación 13: Ecuación de energía cinética .....	27
Ecuación 14: Ecuación de energía potencial gravitatoria.....	27
Ecuación 15: Ecuación energía hidráulica.....	27
Ecuación 16: Principio de Bernoulli.....	28
Ecuación 17: Principio de Bernoulli en dos puntos.....	28
Ecuación 18: Ecuación de Bernoulli .....	29
Ecuación 19: Ecuación Darcy-Weisbach .....	30
Ecuación 20: Caudal medio (l/s) .....	34
Ecuación 21: Ecuación valor actual de costos .....	40
Ecuación 22: Ecuación Costo anual equivalente.....	41
Ecuación 23: Tamaño de la muestra.....	43
Ecuación 24: Población flotante .....	44
Ecuación 25: Resultado del tamaño la muestral.....	45
Ecuación 26: Calculo VFA + SRESID .....	50
Ecuación 27: Resultado VFA+SRESID .....	50
Ecuación 28: Cálculo EAT .....	51
Ecuación 29: Resultado EAT .....	51

Ecuación 30: Ecuación población flotante .....	51
Ecuación 31: Resultado Población Flotante .....	51
Ecuación 32: Formula para estimar la dotación poblacional.....	61
Ecuación 33: Resultado Dotación Invierno .....	61
Ecuación 34: Resultado Dotación Verano.....	61
Ecuación 35: Calculo caudal medio .....	62
Ecuación 36: Coeficiente de Harmon.....	63
Ecuación 37: Caudal máximo instantáneo.....	63
Ecuación 38: Caudal mínimo .....	64
Ecuación 39: Caudal externo.....	65
Ecuación 40: Caudal final.....	66
Ecuación 41: Caudal por casa en verano .....	87
Ecuación 42: Caudal por casa en invierno.....	87
Ecuación 43: Cálculo de excavación.....	103
Ecuación 44: Cálculo de energía del sistema .....	110
Ecuación 45: Energía para rendimiento de equipos .....	111
Ecuación 46: Ecuación de cargo por energía: .....	112
Ecuación 47: Carga por potencia contratada .....	112
Ecuación 48: Carga por potencia máxima.....	113



Ecuación 49: Costo por potencia máxima suministrada.....	113
Ecuación 50: Cargo fijo de energía .....	113
Ecuación 51: Costo total anual .....	114
Ecuación 52: Corrección anual de flujos .....	116
Ecuación 53: Estimación de impacto.....	119
Ecuación 54: Cantidad de enfermos al año .....	131

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Calidad de aguas residuales.....	15
Tabla 2: Ajuste Costos sociales .....	37
Tabla 3: Flujos Costos sociales .....	39
Tabla 4: Factores de crecimiento de métodos de proyección .....	56
Tabla 5: Resultados de los métodos .....	57
Tabla 6: Resultados MAD .....	57
Tabla 7: Proyección de población mediante el método geométrico .....	58
Tabla 8: Proyección con población flotante .....	59
Tabla 9: Facturación de agua Lllallauquén.....	60
Tabla 10: Caudales época invierno.....	66
Tabla 11: Caudales época verano .....	66

Tabla 12: Ponderación de criterios de evaluación .....	71
Tabla 13: Tabla de elementos .....	72
Tabla 14: Resultados ponderación.....	72
Tabla 15: Ponderación criterios PEAS .....	75
Tabla 16: Elementos a evaluar.....	76
Tabla 17: Resultados de la ponderación PEAS .....	76
Tabla 18: Parámetros PEAS .....	90
Tabla 19: Longitud de tuberías .....	99
Tabla 20: Costos de excavación y relleno para tuberías principales .....	103
Tabla 21: Costos de trabajos de terreno PEAS .....	105
Tabla 22: Costos de transporte e instalación .....	108
Tabla 23: Balance de personal.....	110
Tabla 24: Tarifa de energía eléctrica .....	111
Tabla 25: Tabla de costos .....	114
Tabla 26: Balance de personal.....	115
Tabla 27: Costo insumos de PT .....	117
Tabla 28: Valor cuantitativo de parámetro duración .....	120
Tabla 29: Valor cuantitativo de parámetro magnitud .....	120
Tabla 30: Impactos ambientales con proyecto .....	121

---

Tabla 31: Impactos ambientales sin proyecto.....	122
Tabla 32: Costo por consumo de agua y molestias .....	127
Tabla 33: Tamaño de fosa séptica .....	128
Tabla 34: Costo de fosa séptica .....	129
Tabla 35: Costos por enfermedad.....	132
Tabla 36: Ajustes de precios sociales con proyecto .....	133
Tabla 37: Ajuste precio social en costos anuales .....	134
Tabla 38: Costo por tratamiento de aguas servidas .....	134
Tabla 39: Ajuste precios sociales sin proyecto.....	135
Tabla 40: Tabla de vida útil y depreciación .....	136
Tabla 41: Valor libro con proyecto.....	137
Tabla 42: Valor libro sin proyecto.....	137
Tabla 43: Indicadores del proyecto .....	138

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Promedio grupos familiares .....	47
Gráfico 2: Porcentaje de viviendas.....	47
Gráfico 3: Impactos ambientales .....	124