

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1 FORMALIZACIÓN Y DEFINICIÓN

1.1	LUGAR DE APLICACIÓN	11
1.1.1	<i>Misión y Visión</i>	11
1.1.2	<i>Áreas de trabajo</i>	11
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1	<i>Agua Potable Rural</i>	14
1.2.2	<i>Dirección de obras hidráulicas</i>	15
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO	15
1.4	ALCANCE DEL PROYECTO.....	15
1.5	OBJETIVOS	17
1.5.1	<i>Objetivo general del proyecto de mejoramiento</i>	17
1.5.2	<i>Objetivos específicos del proyecto de mejoramiento</i>	17
1.6	METODOLOGÍA A UTILIZAR	18
1.6.1	<i>Consulta</i>	18
1.6.2	<i>Planificación</i>	18
1.6.3	<i>Desarrollo</i>	18
1.7	RESULTADOS TANGIBLES DEL PROYECTO.....	19

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1	ENERGÍA RENOVABLE	21
2.1.1	<i>Tipos de energías renovables no convencionales</i>	21
2.2	ENERGÍA SOLAR	23
2.2.1	<i>Tipos de radiaciones</i>	25
2.2.2	<i>Disponibilidad de energía solar</i>	26
2.3	GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD UTILIZANDO LA RADIACIÓN SOLAR.....	27
2.3.1	<i>Módulos Fotovoltaicos</i>	28
2.4	BOMBAS HIDRÁULICAS.....	34
2.4.1	<i>Tipo de bombas hidráulicas</i>	36
2.4.2	<i>Modelos de bombas hidráulicas</i>	39

2.4.3	<i>Cálculo de potencia de una bomba</i>	41
2.5	BOMBAS SOLARES	46
2.5.1	<i>Funcionamiento</i>	46
2.6	SOFTWARE A UTILIZAR PARA DISEÑO DE BOMBEO SOLAR.....	47
2.7	SISTEMAS DE AGUA POTABLE	47
2.7.1	<i>Descripción del sector</i>	47
2.7.2	<i>Tipologías de Proyectos de Agua Potable</i>	48

CAPITULO 3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN

3.1	DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN.....	52
3.1.1	<i>Diagrama causa-efecto</i>	53
3.1.2	<i>ANÁLISIS PEST</i>	54
3.2	ANÁLISIS F.O.D.A SISTEMA ACTUAL	58
3.2.1	<i>Fortalezas</i>	58
3.2.2	<i>Oportunidades</i>	58
3.2.3	<i>Debilidades</i>	58
3.2.4	<i>Amenazas</i>	59
3.3	SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL DE LA APR TULAHUÉN.....	59

CAPITULO 4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1	ANÁLISIS MULTI-CRITERIO	64
4.1.1	<i>Opciones a evaluar</i>	64
4.1.2	<i>Criterios de evaluación</i>	64
4.2	DIAGRAMA DE FLUJO DE UN PROYECTO DE AGUA POTABLE.....	66
4.3	DISEÑO DE INGENIERÍA	68
4.3.1	<i>Fundamentos del cálculo de ingeniería</i>	68
4.3.2	<i>Datos del proyecto</i>	68
4.3.3	<i>Parámetros limitadores</i>	73
4.3.4	<i>Simulaciones de impulsos y sus resultados</i>	77
4.3.5	<i>Simulación sistema impulso II y III</i>	90
4.3.6	<i>Tecnología a utilizar</i>	92

CAPITULO 5 EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1	EVALUACIÓN ECONÓMICA	99
5.1.1	<i>Evaluación Social de Proyectos de Agua Potable</i>	99
5.1.2	<i>Tasa social de descuento</i>	100
5.1.3	<i>Costo social de inversión</i>	100
5.1.4	<i>Indicadores de rentabilidad</i>	102
5.1.5	<i>Parámetros</i>	102
5.1.6	<i>Principales Inversiones</i>	103
5.1.7	<i>Balance de equipos e insumos utilizados en sistema</i>	103
5.1.8	<i>Beneficios</i>	105
5.1.9	<i>Costos</i>	107
5.1.10	<i>Condiciones de Evaluación Proyecto</i>	110
5.2	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	110
5.2.1	<i>Flujo puro</i>	111
5.2.2	<i>Análisis de sensibilidad</i>	111
5.2.3	<i>Resumen y recomendaciones</i>	113

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

6.1	CONCLUSIONES	116
-----	--------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

7.1	BIBLIOGRAFÍA	120
-----	--------------------	-----

ANEXOS

ANEXO A	<i>LAYOUT</i> DISEÑO PROPUESTO	122
ANEXO B	CURVA CARACTERÍSTICA BOMBA PS21K C-SJ30-16.....	123
ANEXO C	BOMBA PS21K C-SJ30-16.....	124
ANEXO D	DIMENSIONES MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	125
ANEXO D	FLUJO DE CAJA ESCENARIO OPTIMISTA	126
ANEXO D	FLUJO DE CAJA ESCENARIO OPTIMISTA	127
ANEXO E	FOTOS VISITA A TERRENO.....	128

INDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pág.
TABLA 1:	POBLACIÓN A SER ABASTECIDA.	16
TABLA 2:	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	16
TABLA 3:	VISCOSIDAD DINÁMICA.....	43
TABLA 4:	VALORES DE LOS COEFICIENTES DE K.....	45
TABLA 5:	BENEFICIARIOS SUBSIDIO AGUA POTABLE IV REGIÓN.....	57
TABLA 6:	MATRIZ MULTICRITERIO.....	65
TABLA 7:	MÓDULOS FOTOVOLTAICO POR IMPULSO.....	94
TABLA 8:	DATOS GENERALES MÓDULO FOTOVOLTAICO 250 Wp.....	95
TABLA 9:	DATOS ELÉCTRICOS MÓDULO FOTOVOLTAICO BLUE 60P 250 Wp.....	95
TABLA 10:	CORRECCIÓN SOCIAL A ÍTEMS EN UN PROYECTO.....	101
TABLA 11:	BALANCE DE EQUIPOS SISTEMA DE BOMBAS (VALORES EN PESOS CHILENOS).....	104
TABLA 12:	BALANCE DE EQUIPOS SISTEMA DE MONTAJE Y SEGUIDORES (VALORES EN PESOS CHILENOS).....	104
TABLA 13:	BALANCE DE EQUIPOS SISTEMA FOTOVOLTAICO (VALORES EN PESOS CHILENOS)..	105
TABLA 14:	CONSUMO ELÉCTRICO BOMBAS CONVENCIONALES.....	105
TABLA 15:	AHORRO ANUAL POR OPERACIÓN (VALORES EN PESOS).....	107
TABLA 16:	COSTOS ASOCIADOS A INVERSIÓN INICIAL.....	108
TABLA 17:	COSTOS ASOCIADOS A INVERSIÓN INICIAL.....	109
TABLA 18:	COSTOS ASOCIADOS A MANTENIMIENTO.....	109
TABLA 19:	INDICADORES FLUJO PURO.....	111
TABLA 20:	VARIABLES MODIFICADAS ESCENARIO OPTIMISTA.....	112
TABLA 21:	INDICADORES ESCENARIO OPTIMISTA.....	112
TABLA 22:	VARIABLES MODIFICADAS ESCENARIO PESIMISTA.....	112
TABLA 23:	INDICADORES ESCENARIO PESIMISTA.....	113
TABLA 24:	RESUMEN DE INDICADORES.....	113

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Descripción	Pág.
ILUSTRACIÓN 1:	RESUMEN ÁREA DE TRABAJOS	13
ILUSTRACIÓN 2:	RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN EL PLANETA.	24
ILUSTRACIÓN 3:	MANERAS DE APROVECHAR LA RADIACIÓN SOLAR.....	25
ILUSTRACIÓN 4:	TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR	26
ILUSTRACIÓN 5:	REPRESENTACIÓN ÁNGULOS REFERENTES A LA POSICIÓN DEL SOL	27
ILUSTRACIÓN 6:	CELDA FOTOVOLTAICA (CORTE TRANSVERSAL)	29
ILUSTRACIÓN 7:	SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA CELDA SOLAR DE SILICIO MONOCRISTALINO .	30
ILUSTRACIÓN 8:	CELDA MONOCRISTALINA.....	31
ILUSTRACIÓN 9:	MÓDULO FOTOVOLTAICO MONOCRISTALINO	31
ILUSTRACIÓN 10:	CELDA POLICRISTALINA	33
ILUSTRACIÓN 11:	MÓDULO FOTOVOLTAICO POLICRISTALINO.....	33
ILUSTRACIÓN 12:	ESQUEMA BOMBA CENTRIFUGA.....	36
ILUSTRACIÓN 13:	CURVA CARACTERÍSTICA BOMBA CENTRIFUGA	38
ILUSTRACIÓN 14:	CORTE TRANSVERSAL BOMBA HELICOIDAL	39
ILUSTRACIÓN 15:	BOMBA SUPERFICIAL	40
ILUSTRACIÓN 16:	BOMBA SUMERGIBLE.....	40
ILUSTRACIÓN 17:	DIAGRAMA SIMPLE SISTEMA DE BOMBEO	41
ILUSTRACIÓN 18:	DIAGRAMA DE MOODY.....	44
ILUSTRACIÓN 19:	UBICACIÓN TULAHUÉN	52
ILUSTRACIÓN 20:	DIAGRAMA CAUSA-EFECTO APR TULAHUÉN	53
ILUSTRACIÓN 21:	IMPULSIÓN ACTUAL	60
ILUSTRACIÓN 22:	CORTE TRANSVERSAL BOMBA SUMERGIBLE FRANKLIN	61
ILUSTRACIÓN 23:	LAYOUT ACTUAL	62
ILUSTRACIÓN 24:	DIAGRAMA DE FLUJO DESARROLLO DE UN PROYECTO DE AGUA POTABLE RURAL.....	66
ILUSTRACIÓN 25:	DIAGRAMA DE FLUJO DISEÑO DE PROYECTO.....	67
ILUSTRACIÓN 26:	LAYOUT IMPULSO I.....	68
ILUSTRACIÓN 27:	LAYOUT IMPULSO II	70

ILUSTRACIÓN 28: LAYOUT IMPULSO III.	72
ILUSTRACIÓN 29: CORTE TRANSVERSAL POZO.....	73
ILUSTRACIÓN 30: ENTORNO GEOGRÁFICO DEL SONDAJE	75
ILUSTRACIÓN 31: LUGAR DE INSTALACIÓN ESTANQUE RE-ELEVADOR.....	87
ILUSTRACIÓN 32: COMPORTAMIENTO SISTEMA BOMBEO SOLAR.....	91
ILUSTRACIÓN 33: CARACTERÍSTICA BOMBA PS21K C-SJ30-16	92
ILUSTRACIÓN 34: DIMENSIONES BOMBA Y CONTROLADOR.....	93
ILUSTRACIÓN 35: SEGUIDOR SOLAR SF45 FEINA.....	97
ILUSTRACIÓN 36: FLUJO PURO DEL PROYECTO	114
ILUSTRACIÓN 37: LAYOUT SISTEMA DE BOMBEO SOLAR.....	122
ILUSTRACIÓN 38: CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA PS21K C-SJ30-16	123
ILUSTRACIÓN 39: BOMBA PS21K C-SJ30-16.....	124
ILUSTRACIÓN 40: DIMENSIONES MÓDULO FOTOVOLTAICO BLUE 60P 250 Wp.....	125
ILUSTRACIÓN 41: FLUJO DE CAJA ESCENARIO OPTIMISTA	126
ILUSTRACIÓN 41: FLUJO DE CAJA ESCENARIO OPTIMISTA	127
ILUSTRACIÓN 43: APR TULAHUÉN – CASETA DE BOMBAS.....	128
ILUSTRACIÓN 44: SECTOR PLANTA RE-ELEVADORA	128
ILUSTRACIÓN 45: APR TULAHUÉN – CASETA DE BOMBAS (VISTA PANORAMICA)	128

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Descripción	Pág.
GRÁFICO 1:	RESULTADOS TANGIBLES DEL PROYECTO	19
GRÁFICO 2:	PIB TOTAL Y PIB DESESTACIONALIZADO	55
GRÁFICO 3:	DEMANDA INTERNA	56
GRÁFICO 4:	IRRADIACIÓN CAPTADA POR LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	77
GRÁFICO 5:	ENERGÍA PRODUCIDA ANUALMENTE.....	78
GRÁFICO 6:	ENERGÍA PRODUCIDA EN UN DÍA EN DICIEMBRE.....	78
GRÁFICO 7:	OUTPUT MAXIMIZADO A INVIERNO.....	79
GRÁFICO 8:	OUTPUT INVIERNO DIARIO (JUNIO).	80
GRÁFICO 9:	OUTPUT IMPULSO I DURANTE VERANO.	81
GRÁFICO 10:	OUTPUT VERANO DIARIO (DICIEMBRE).	82
GRÁFICO 11:	ENERGÍA PRODUCIDA ANUALMENTE.	82
GRÁFICO 12:	ENERGÍA PRODUCIDA EN UN DÍA EN DICIEMBRE.....	83
GRÁFICO 13:	OUTPUT ANUAL MAXIMIZADO A INVIERNO	84
GRÁFICO 14:	OUTPUT INVIERNO DIARIO (JUNIO).	84
GRÁFICO 15:	OUTPUT IMPULSO II DURANTE VERANO.....	85
GRÁFICO 16:	OUTPUT VERANO DIARIO (DICIEMBRE).	86
GRÁFICO 17:	ENERGÍA PRODUCIDA POR MES.	86
GRÁFICO 18:	ENERGÍA PRODUCIDA DIARIA EN JUNIO	87
GRÁFICO 19:	OUTPUT MENSUAL MAXIMIZANDO A INVIERNO	88
GRÁFICO 20:	OUTPUT INVIERNO DIARIO (JUNIO).	88
GRÁFICO 21:	OUTPUT MENSUAL IMPULSO III DURANTE VERANO	89
GRÁFICO 22:	OUTPUT VERANO DIARIO (DICIEMBRE).	90
GRÁFICO 23:	PRECIO HISTÓRICO NUDO Y AL CONSUMIDOR (kWh).....	106