

INDICE

1	Capítulo PRIMERO: ANTECEDENTES y motivación.....	2
1.1	Descripción del problema.	4
1.2	Solución propuesta.....	6
1.2.1	Aspectos económicos.	6
1.2.2	Aspectos técnicos.	7
1.2.3	Aspectos de demanda de energía eléctrica.	7
1.3	Objetivos.....	9
1.3.1	Objetivo general.	9
1.3.2	Objetivos específicos.....	9
1.3.3	Alcances del proyecto.....	10
1.3.4	Metodología.....	10
1.4	Resultados esperados.	11
1.4.1	Organización del documento.....	12
2	CAPITULO SEGUNDO: Antecedentes de Contexto.....	13
2.1	Teoría PV.....	13
2.1.1	Radiación directa <i>IB</i>	13
2.1.2	Radiación Difusa <i>ID</i>	13
2.1.3	Radiación reflejada <i>IR</i>	13
2.1.4	Radiación global <i>IG</i>	13
2.2	Energía solar fotovoltaica.	14
2.2.1	Tipos de celdas fotovoltaicas. [14].....	15
2.2.2	Celdas de silicio cristalino.....	15
2.3	Factores de pérdidas de energía. [15].....	16
2.3.1	Pérdidas por tolerancia en potencia nominal.....	16
2.3.2	Pérdidas de miss match o de conexión.	16
2.3.3	Pérdidas por sombreado del generador fotovoltaico.	16

2.3.4	Pérdidas por polvo y suciedad.....	16
2.3.5	Pérdidas angulares y espectrales.....	17
2.3.6	Pérdidas por temperatura.	17
2.3.7	Pérdidas por rendimiento AC/DC del inversor.....	18
2.3.8	Punto de operación.	19
2.4	Tendencia de precios y mercado.....	19
2.5	Condiciones económicas y contractuales para la generación ERNC en Chile.	20
2.5.1	Actores del Mercado eléctrico en Chile.....	20
2.5.2	Remuneración asociada a la generación.	20
2.5.3	Tipos de precios en el mercado eléctrico.....	21
2.5.4	Contratos.....	23
2.5.5	Contratos por generación residencial.....	24
2.5.6	Tarifas que rigen el suministro eléctrico AT3.	25
2.5.7	Fijación de variación de precio de energía.	26
3	CAPITULO TERCERO: Diseño Técnico.....	26
3.1	Estudio y selección del área para el campo FV.	26
3.2	Especificaciones eléctricas y punto de conexión del edificio de Mecánica.....	30
3.3	Datos de radiación.....	32
3.3.1	Datos generados por Meteonorm.....	32
3.3.2	Datos de radiación DICTUC.	33
3.3.3	Análisis de los datos de radiación.....	44
3.3.4	Conclusión de los datos analizados.	45
3.4	Desarrollo de reportes de planta FV mediante software PV*Sol.	46
3.4.1	Selección de componentes para desarrollo de reportes.	46
3.4.2	Pasos para obtención de reportes.....	47
3.4.3	Manejo del PV*Sol.....	47
3.4.4	Reportes de las simulaciones.	49

3.4.5	Análisis de los datos de los reportes.....	52
3.4.6	Descripción de componentes.....	52
3.4.7	Módulos.....	52
3.4.8	Inversores.....	54
3.4.9	Sistema de montaje.....	56
3.4.10	Cable solar.....	57
3.4.11	Sistema de monitoreo.....	58
3.4.12	Solar-Log oferta B:.....	59
3.4.13	Distancias y sombras entre los generadores.....	60
3.4.14	Carga aproximada a aplicar del campo sobre la cubierta.....	60
3.4.15	Distribución de la planta.....	61
3.5	Evaluación económica.....	62
3.5.1	Precio monómico.....	62
3.5.2	Costos por componentes e instalación.....	63
3.5.3	Estudios de garantías realizadas a componentes principales.....	65
3.5.4	Fijación de la tasa interna de descuento.....	65
4	CAPITULO CUARTO: Evaluación Económica (Oferta A y B).....	67
4.1.1	Calendario de inversiones de reposición.....	68
4.1.2	Cuadro de depreciación anual de los activos.....	71
4.1.3	Estimación del valor libro por año.....	73
4.1.4	Estimación de ahorro por potencia instalada componentes oferta A.....	75
4.1.5	Flujo de caja oferta A.....	77
4.1.6	Flujo de caja proyecto B.....	78
4.2	Análisis de la evaluación económica.....	79
5	Conclusión.....	80
	Bibliografía.....	83

Tabla de Ilustraciones.

ILUSTRACIÓN 1: TENDENCIA HISTÓRICA DE CRECIMIENTO NACIONAL PIB Y DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. (BBVA. ANALISIS ECONÓMICO SITUACIÓN CHILE, 2013)	2
ILUSTRACIÓN 2: EXIGENCIAS DE LA LEY 20/25 DE INYECCIÓN A LA MATRIZ ENERGÉTICA DE ERNC. (MINISTERIO DE ENERGÍA, 2014)	3
ILUSTRACIÓN 3: RESULTADOS ESTUDIO HUELLA DE CARBONO 2012 EN CAMPUS CURICÓ U. TALCA.	5
ILUSTRACIÓN 4: CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA 2012 CAMPUS CURICÓ.	5
ILUSTRACIÓN 5: REGISTRO DE MENOR DEMANDA REGISTRADA EN EL PERIODO 2012. REALIZACIÓN PROPIA.	9
ILUSTRACIÓN 6: CLASIFICACIÓN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	14
ILUSTRACIÓN 7: CORRIENTE PRODUCIDA CON DIFERENTES INTENSIDADES DE LA RADIACIÓN. [15]	17
ILUSTRACIÓN 8: VARIACIÓN CARACTERÍSTICA I-V AL VARIAR LA TEMPERATURA DE TRABAJO. [15]	18
ILUSTRACIÓN 9: TENDENCIA DE PRECIOS DE MÓDULOS. (PV-SYSTEME-TECH, 2013)	19
ILUSTRACIÓN 10: AGENTES Y REGULACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO CHILENO.	22
ILUSTRACIÓN 11: POSIBLES CONFIGURACIONES PARA CLIENTES CON SISTEMA DE GENERACIÓN INTERNA.	23
ILUSTRACIÓN 12: VARIACIÓN DEL PRECIO MEDIO DE MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	27
ILUSTRACIÓN 13: SE MUESTRA LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y SUS DOS ÁREAS SELECCIONADAS EM Y ES-E.	26
ILUSTRACIÓN 14: EDIFICIO DE SALAS E Y EDIFICIO DE MECÁNICA	27
ILUSTRACIÓN 15: ORIENTACIÓN DE EDIFICIOS Y CONFIGURACIÓN DEL TECHO DE MECÁNICA.	28
ILUSTRACIÓN 16: TIPO DE PERFILES DE COSTANERAS DEL EM. Y . CONFIGURACION DE UNIONES EN COSTANERA.	28
ILUSTRACIÓN 17: SEÑALA TIPOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA DEL TECHO.	29
ILUSTRACIÓN 18: DESCONECTOR DE FUERZA Y ALUMBRADO DE TALLER	30
ILUSTRACIÓN 19: DESCONECTORES GENERALES TABLERO 2 ^{DO} PISO EDIFICIO MECÁNICA.	30
ILUSTRACIÓN 20: DESCONECTOR GENERAL 1 ^{ER} PISO DE MECÁNICA	31
ILUSTRACIÓN 21: LA FIGURA A LA IZQUIERDA MUESTRA LOS PUNTOS DE MEDICIÓN, A LA DERECHA LA ESTACIÓN DE MONITOREO U. TALCA CURICÓ.	34
ILUSTRACIÓN 22: COMPARACIÓN DE DATOS DE RADIACIÓN MENSUAL ACUMULADOS	44
ILUSTRACIÓN 23: SISTEMA DE MONTAJE REFERENCIAL DE ALUSIN SOLAR	56
ILUSTRACIÓN 24: SISTEMA DE MONTAJE MOUNTING SYSTEMS	56
ILUSTRACIÓN 25: OFERTA A KACO-LOG	59
ILUSTRACIÓN 26: SOLAR-LOG	59
ILUSTRACIÓN 27: ESTIMACIÓN DE LAS DISTANCIA ENTRE LÍNEAS DE MÓDULOS	60
ILUSTRACIÓN 28: EVOLUCIÓN MENSUAL DEL IPC	66

Indice de Tablas

TABLA 1 REGISTRO DE CONSUMO 23-02-2012. REALIZACIÓN PROPIA	8
TABLA 2 TARIFAS SEGÚN CARGO PARA DESIGNACIÓN AT3.	26
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE CONEXIÓN.	31
TABLA 4: SE PRESENTAN LOS PROMEDIOS REGISTRADOS DE LAS MEDICIONES DE METEONORM.....	33
TABLA 5: MEDICIÓN DEL RECURSO SOLAR SEGÚN DICTUC.....	34
TABLA 6: SE PRESENTAN LOS REGISTROS DE LAS MEDICIONES DE FCFM.....	33
TABLA 7: SE PRESENTAN LOS PROMEDIOS REGISTRADOS DE LAS MEDICIONES DE FCFM.....	34
TABLA 8: COMPARACIÓN DE LAS TRES FUENTES DE ENERGÍA SOLAR SOBRE SITIO SELECCIONADO.	35
TABLA 9: CORRECCIÓN DE LOS DATOS DE RADIACIÓN	36
TABLA 10: AUMENTO DE ALUMNOS POR AÑO.....	
TABLA 11: COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	47
TABLA 12: REPORTE OFERTA A.....	50
TABLA 13: REPORTE OFERTA B.....	50
TABLA 14CORRECCIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....	52
TABLA 15: OFERTA A: DATOS GENERALES DE BENQ SOLAR PF PC 250W	53
TABLA 16: OFERTA B: DATOS GENERALES DEL SOLARWATT BLUE 60P 250WP	53
TABLA 17: OFERTA A: INVERSOR KACO 18.0 TL3	54
TABLA 18: OFERTA B: SUNNY TRIPOWER 15000TL	55
TABLA 19: OFERTA A: CABLE SOLAR	57
TABLA 20: OFERTA B: CABLE SOLAR	58
TABLA 21: ESTIMACIÓN DE LAS CARGAS M2 DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.....	61
TABLA 22: ESTIMACIÓN DEL PRECIO MONÓMICO (ENERGÍA MÁS POTENCIA)	62
TABLA 23: DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA OFERTA A. (VER ANEXO 2)	63
TABLA 24: PRESUPUESTO OFERTA B (VER ANEXO 2).	64
TABLA 25: TASA DE COLOCACIÓN COMO REFERENCIA PARA EVOLUCIÓN ECONÓMICA.....	63
TABLA 26: ÍTEMS DE COMPONENTES “A”	67
TABLA 27: SE PRESENTAN LOS COMPONENTES DE LA “B”	68
TABLA 28: CALENDARIO DE INVERSIÓN “A”	69
TABLA 29: CALENDARIO DE INVERSIÓN “B”	70
TABLA 30: DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS “A”	71
TABLA 31: DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS “B”	72
TABLA 32: ESTIMACIÓN VALOR LIBRO “A”	73
TABLA 33: ESTIMACIÓN DE VALOR LIBRO “B”	74
TABLA 34: ESTIMACIÓN DE VENTAS ACTIVOS ANUALES POR AÑO “A”	72
TABLA 35: ESTIMACIÓN DE VENTAS ACTIVOS ANUALES POR AÑO “A”	72
TABLA 36: AHORRO POR CONCEPTOS DE GENERACIÓN “A”	75
TABLA 37: AHORRO DE 20 A 30 AÑOS “A”	73

TABLA 38: DATOS DE EVALUACIÓN DE ECONÓMICA “A”	75
TABLA 39: ESTIMACIÓN POR POTENCIA INSTALADA COMPONENTES OFERTA B.	76
TABLA 40: AHORRO 20-30 AÑOS “B”	73
TABLA 41: DATOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA “B”	76
TABLA 42: FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO “A”	77
TABLA 43: FLUJO DE CAJA PROYECTO “B”	78
TABLA 44: INDICADORES ECONÓMICOS PARA 20 AÑOS DE VIDA ÚTIL Y 30 AÑOS.....	79