UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

ESTUDIO PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE INGENIERÍA FOTOVOLTAICA, BAJO LOS MODELOS EPC / ESPC (ESCO)

Trabajo de titulación, para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Proyectos de Ingeniería.

Alumno:
Eric Eddie Urquieta Herrera.

Profesor guía:
Santiago Geywitz Bernal

Miembros de la comisión:
Caren Carmona
Mario González

Año 2020

RESUMEN

KEYWORDS: Eficiencia energética, energía fotovoltaica, energías renovables no convencionales, netbiling, ingeniería eléctrica fotovoltaica, modelo de negocio ESPC[1] (ESCO)[2].

El presente estudio de prefactibilidad técnica y económica tiene por finalidad realizar un análisis acabado, para la creación de una empresa de ingeniería eléctrica fotovoltaica, la cual sea capaz de desarrollar e implementar plantas de generación eléctrica fotovoltaicas, las cuales le permitan a los clientes desarrollar sus procesos productivos en forma sustentable, disminuyendo su huella de carbono y siendo más eficientes al disminuir sus costos de producción, mediante la generación de energía eléctrica limpia, para su autoconsumo.

El estudio de prefactibilidad mostrará en este trabajo de titulación, las principales y necesarias etapas a considerar, en la creación de una empresa de ingeniería eléctrica fotovoltaica, según los modelos de contrato EPC[3] y ESPC (ESCO).

El modelo ESCO que se presenta en este estudio, lo hace en forma sencilla, no obstante este modelo no se trata de un modelo de negocio simple, por lo que este estudio de factibilidad abrirá el modelo de negocio ESCO en sus partes principales, ajustándolas en diversos mecanismos o esquemas, integrándolas al plan de negocios de este estudio, donde podremos aprovechar de una mejor manera la experiencia reunida en otros países, así como también las mejores prácticas de la ingeniería de este campo en Chile.

En lo principal y como capítulos de este estudio de prefactibilidad, se realizará el análisis del negocio de la empresa en formación, donde presentaremos su ingeniería conceptual, su ingeniería básica y al final la evaluación financiera y económica del proyecto, estos capítulos se detallan a continuación:

El capítulo I desarrollará el “Negocio del Proyecto”, este capítulo realizará un diagnóstico del proyecto considerando su objetivo principal y los objetivos específicos de la empresa en formación, se establecerá el sector industrial donde se desarrollará el proyecto y se definirá el giro comercial del negocio, se realizará un análisis FODA en orden de establecer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa en formación. Se determinará y definirá la localización del proyecto, considerando al menos tres (3) posibles localizaciones de este mismo (Antofagasta, Santiago y

---

[1] Es el acrónimo por sus siglas al inglés: Energy Service Performance Contract (Contrato de servicios energéticos por desempeño).
[2] Es el acrónimo por sus siglas al inglés: Energy Service Company (Empresas de servicios de energía).
[3] Es el acrónimo por sus siglas en inglés: Engineering, Procurement and Constrction (Ingeniería, provisión y construcción).

Concepción), donde, una vez realizado el análisis, se seleccionará una de las tres alternativas.

Se analizará la metodología del proyecto, donde principalmente se definirá la situación base *sin* proyecto y la situación base *con* proyecto, también el capítulo I entregará un estudio de mercado el cual presentará los productos y servicios que se comercializan en el mercado de la eficiencia energética (EE), el capítulo I presentará y analizarán la demanda actual y futura según el informe de demanda actual y futura realizado por el CNE, también analizará la oferta actual y futura, así como los precios y el sistema de comercialización de productos y servicios.

El capítulo II desarrollará la "Ingeniería Conceptual del Proyecto", este capítulo realizará un estudio de costos, donde se definirán los productos, subproductos e insumos a comercializar, determinará la estructura de gastos fijos y variables de administración, así como los costos fijos y variables de producción, así como también se determinarán los gastos generales de cada proyecto en desarrollo, y los gastos financieros y comerciales de la empresa en formación.

Se determinarán las inversiones del proyecto, para la compra de activos fijos, la inversión en puesta en marcha, tales como patentes, registro de marcas y otros, la inversión en capital de trabajo necesarios mientras el negocio se pone en marcha, así como también se evaluará un monto, para gastos imprevistos. El capítulo desarrollará un estudio el cual seleccionará y calculará los equipos y maquinarias que requerirá la empresa en formación, se presentará un inventario estimado de equipos, herramientas y materiales, con sus fichas técnicas, se desarrollarán los procesos de diseño y construcción de plantas eléctricas fotovoltaicas estandarizadas, para el negocio, donde se generarán diagramas de bloques, diagramas de flujo y esquemas los procesos, así como también se realizará su balance de masa y energía.

En este capítulo se abordarán los aspectos administrativos y legales de la empresa en formación, donde se generará la estructura organizacional, definiendo los RRHH[4] de la empresa, sus cargos, sus perfiles, así como sus sueldos, se establecerá los marcos legales y las políticas dentro de las cuales se desarrollará el giro de la empresa en formación, también se definirá la estructura de la sociedad y el sistema tributario al cual se acogerá la empresa, se realizará un análisis o estudio de impacto ambiental, si lo tuviera o en su defecto una declaración de compromiso con el medio ambiente, en la cual se establecerán políticas y compromisos, para la preservación del medio ambiente.

El capítulo III desarrollará la "Ingeniería Básica del Proyecto", este capítulo realizará el dimensionamiento de las oficinas principales de la empresa en formación,

[4] RRHH: Recursos humanos.

así como su bodega taller e instalaciones de faena en cada obra en la cual desarrolle proyectos la empresa en formación.

Las instalaciones de faena mencionadas, se dimensionarán y emplazarán, para la construcción de cada tipo de planta eléctrica fotovoltaica a comercializar, se determinarán y seleccionarán los principales equipos y herramientas, así como sus redes eléctricas y canalizaciones si se requieren, determinación de obras civiles y estructuras de dichos recintos, se determinarán los instrumentos de medición y verificación (M&V), en orden de verificar los resultados de la realización de medidas de eficiencia energética de sus proyectos. El capítulo desarrollará la documentación del proyecto, la cual generará planos generales de cada una de las instalaciones mencionadas, sus EETT[5], bases administrativas y memorias de cálculo de cada proyecto a desarrollar.

El capítulo IV desarrollará la "Evaluación Financiera y Económica del Proyecto", establecerá la tasa de descuento y el horizonte del proyecto, donde este se evaluará el horizonte de la empresa en formación en 10 años, se definirán las monedas a utilizar, se indicarán sus impuestos según la envergadura del negocio, se evaluarán las fuentes de acceso a los capitales de inversión y sus costos financieros, estableciendo las instituciones crediticias a considerar donde se conseguirán los capitales, tanto de inversión como de trabajo, se evaluarán las tasas de interés y la amortización de las eventuales deuda según su capital bruto, se calcularán los indicadores económicos VAN, TIR el PRI.

Se confeccionará una tabla resumen con las inversiones en activos fijos y capital de trabajo, según el horizonte de la empresa en formación, también se establecerá el porcentaje de depreciación de los activos fijos. Se realizará una evaluación financiera, generando un flujo de caja puro y un flujo de caja con el 25%, 50% y 75% de financiamiento, se desarrollará el análisis de indicadores económicos, el cual incluirá un análisis de sensibilidad, donde se generarán gráficos determinando un punto de corte, también se realizará un análisis de los posibles riesgos a los cuales se podría enfrentar la empresa en formación.

Inicialmente la empresa en formación se enfocará en la comercialización de sus servicios de ingeniería en eficiencia energética y la venta de proyectos fotovoltaicos bajo el modelo EPC, no obstante, lo anterior y toda vez que la empresa en formación se encuentre lo suficientemente madura como empresa de ingeniería fotovoltaica, esta tiene como plan estratégico desarrollar el modelo de negocio ESCO[6].

---

[5] EETT: Especificaciones técnicas.
[6] ESCO por sus siglas en inglés: Energy Service Company (Empresa de servicios de energía).

La empresa en formación al desarrollarse como ESCO *en el futuro* , cuando ya se encuentre madura,, no solo será capaz de diseñar e implementar proyectos de eficiencia energética, tales como plantas eléctricas fotovoltaicas, también será capaz de financiar o cofinanciar dichos proyectos, donde podrá intermediar entre sus clientes y los diferentes intervinientes en la concreción de este tipo de proyecto, tales como bancos y entidades financieras, el estado, proveedores, contratistas, empresas M&V y otros actores.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN.

ÍNDICE DE MATERIAS

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

TÉRMINOS COMUNES..

INTRODUCCIÓN. 1

1.1 DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO.....5

1.1.1 Objetivos del proyecto 5

1.1.1.1 Objetivo principal 5

1.1.1.2 Objetivos específicos: 6

1.1.2 Sector industrial y giro del negocio 7

1.1.2.1 Sector industrial. 7

1.1.2.2 Giro del negocio.....8

1.1.3 Análisis FODA.....9

1.1.3.1 Fortalezas 9

1.1.3.2 Oportunidades 9

1.1.3.3 Debilidades 10

1.1.3.4 Amenazas 10

1.1.4 Localización del proyecto 10

1.2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO 13

1.2.1 Definición de la situación base sin proyecto.....13

1.2.2 Definición de la situación base con proyecto 14

1.3 ESTUDIO DE MERCADO.....17

1.3.3.1 Tamaño de las empresas ESCO en Chile.....21

1.3.3.2 Tamaño del mercado.....23

2.1 ESTUDIO DE COSTOS 39

2.1.1 Determinación de insumos, productos y subproductos.....40

2.1.1.1 Caso base 40

2.1.1.2 Estandarización de potencias fotovoltaicas. 41

2.1.1.3 Determinación de equipos, materiales e insumos 41

2.1.1.4 Paneles fotovoltaicos 42

2.1.1.5 Características técnicas de un panel fotovoltaico 43

2.1.1.6 Inversores.....44

2.1.1.7 Determinación de productos: 45

2.1.2 Estructura de costos 46

2.1.2.1 Costos fijos y variables 47
2.1.3 Costos de operaciones (o producción) 48
2.1.4 Gastos del proyecto: administrativos, financieros y comerciales 49
2.2 LA INVERSIÓN DEL PROYECTO 51
2.2.1 Inversión en activos fijos 51
2.2.2 Inversión en puesta en marcha y/o intangibles (patentes, marcas, etc.) 52
2.2.3 Inversión en capital de trabajo 52
2.2.4 Imprevistos 53
2.3 ESTUDIO TÉCNICO 55
2.3.1 Selección y cálculo de equipos 55
2.3.1.1 Determinación de equipos, materiales e insumos 61
2.3.1.2 Determinación potencias máxima de plantas FV tipo 63
2.3.2 Descripción y selección de procesos 64
2.3.2.1 Modelo de negocio EPC 64
2.3.2.2 Proceso de factibilidad técnica planta FV: 64
2.3.2.3 Proceso de diseño planta FV 65
2.3.3 Diagrama de bloques y/o diagrama de flujos 68
2.3.3.1 Estudio de factibilidad. 68
2.3.3.2 Diseño de Planta Fotovoltaica 69
2.3.3.3 Construcción de una planta fotovoltaica 70
2.3.3.4 Modelo ESPC ESCO 70
2.3.3.5 Contratos ESPC de ahorros compartidos. 71
2.3.3.6 Contratos ESPC de ahorros garantizados 72
2.3.3.7 Contratos ESPC tipo descuento (chauffage) 73
2.3.3.8 Proceso instalación del sistema fotovoltaico EPC ESCO. 73
2.3.4 Diagrama lay out 74
2.3.5 Balance de masa y energía 75
2.4 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES 78
2.4.1 Estructura organizacional 78
2.4.2 Personal, cargos, perfiles y sueldos 78
2.4.2.1 Área comercial: 79
2.4.2.2 Área de operaciones: 79
2.4.2.3 Área de administración y finanzas 79
2.4.2.4 Cargos, perfiles y sueldos 80
2.4.3 Marco legal y políticas de desarrollo del giro del negocio 86
2.4.3.1 Políticas de desarrollo del giro del negocio 87
2.4.3.2 Políticas de seguridad laboral 88
2.4.3.3 La política de recursos humanos 89

2.4.3.4 Política medioambiental....90
2.4.4 Estructura de la sociedad y sistema tributario....90
2.4.5 Impacto medioambiental....91
3.1 DISEÑO DE LA PLANTA....96
3.1.1 Diseño, cálculo y selección de equipos principales....96
3.1.1.1 Herramientas de taller....96
3.1.1.2 Equipos y herramientas de taller....96
3.1.2 Diseño del sistema de tuberías (redes de cañerías)....98
3.1.3 Diseño del sistema de potencia (redes eléctricas)....100
3.1.3.1 Componentes de un arreglo fotovoltaico....101
3.1.3.2 Sistemas interconectado y autónomo....103
3.1.3.3 Dimensionamiento de un arreglo fotovoltaico....103
3.1.4 Diseño de las obras civiles y estructuras....109
3.1.5 Sistema de instrumentación y control de procesos....111
3.2 DOCUMENTOS DEL PROYECTO....113
3.2.1 Planos generales de las instalaciones....113
3.2.2 Especificaciones o bases técnicas....114
3.2.2.1 Consideraciones y medidas de seguridad en su instalación....115
3.2.2.2 Especificaciones de montaje....116
3.2.2.3 Consideraciones del entorno de instalación....119
3.2.2.4 Selección del emplazamiento....119
3.2.2.5 Especificaciones de puesta a tierra....119
3.2.2.6 Especificaciones de cableado de los paneles FV....122
3.2.2.7 Especificaciones de fusibles....124
3.2.2.8 Especificaciones de configuración eléctrica....124
3.2.2.9 Selección y compatibilidad de los inversores....124
3.2.3 Bases administrativas del proyecto....125
3.2.3.1 Propuesta económica....125
3.2.3.2 Boleta de garantía por seriedad de la oferta....126
3.2.3.3 Consultas y aclaraciones....126
3.2.3.4 Proceso de evaluación y adjudicación....127
3.2.3.5 Contrato....127
3.2.3.6 Documentación legal para suscripción del contrato....127
3.2.3.7 Forma de pago....128
3.2.4 Memorias de cálculos....128
3.2.4.1 Sitio....128
3.2.4.2 Características del arreglo fotovoltaico....129
3.2.4.3 Variabilidad de la radiación año a año....129

3.2.4.4 Cálculo superficie requerida y distancia entre paneles FV 131
4.1 EVALUACIÓN FINANCIERA 134
4.1.1 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS 134
4.1.1.1 Tasa de descuento. 134
4.1.1.2 Tipos de financiamientos 135
4.1.1.3 Cálculo tasa de costo de oportunidad de los accionistas (Ke) 135
4.1.1.4 Cálculo tasa de descuento 137
4.1.1.5 Horizonte del proyecto 137
4.1.1.6 Moneda 138
4.1.1.7 Impuestos 138
4.1.2 FUENTES Y COSTOS DEL FINANCIAMIENTO 139
4.1.2.1 Financiamiento 139
4.1.3 INDICADORES ECONÓMICOS (VAN, TIR Y PRI) 140
4.1.4 RESUMEN DE INVERSIONES Y/O TABLA DE REINVERSIONES 143
4.1.5 CAPITAL DE TRABAJO 144
4.1.6 DEPRECIACIONES 145
4.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 147
4.2.1 Flujo de caja puro 147
4.2.2 Flujos de caja financiado (25%, 50% y 75%) 148
4.2.2.1 Financiamiento bancario 100% 148
4.2.2.2 Financiamiento bancario 75% 149
4.2.2.3 Financiamiento bancario 50% 149
4.2.2.4 Financiamiento bancario 25% 150
4.2.3 Análisis de sensibilidad (gráficos y determinación punto de corte) 153
4.2.4 Análisis de riesgo 154
4.2.4.1 Aparición de nuevos competidores, aumento de la oferta. 155
4.2.4.2 Productos sustitutos 156
4.2.4.3 Dependencia de los ingresos en pocos clientes 156
4.2.4.4 Problemas financieros del cliente 157
4.2.4.5 Ausencia de Control Interno Efectivo de Riesgos 157
4.2.4.6 Estrategias generadoras de riesgos 157
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 159
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN. 161
ANEXOS. 163

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2-1 Panel Fotovoltaico de 60 Células 60

Figura 2-2 Panel Fotovoltaico de 330W y 72 Células 60

Figura 2-3 Panel Fotovoltaico de 400W y 72 Células 61

CAPÍTULO 3

Figura 3-1 Taladro y Tronzadora de Banco 97

Figura 3-2 Compresor y Accesorios de Pintura 97

Figura 3-3 Diagrama de flujo de Potencia de un Sistema Fotovoltaico (FV). 101

Figura 3-4 Soporte Inclinado para Terreno 110

Figura 3-5 Accesorios Soporte Inclinado para Terreno 110

Figura 3-6 Perfil G1Soprte Panel, Perfil Estructural G3 y G4.....111

Figura 3-7 Imagen Referencial Equipo Analizador de Red Eléctrica.....111

Figura 3-8 Imagen Ficha Técnica Panel 390-425W Trina Solar, Página 1 de 2.....113

Figura 3-9 Imagen Ficha Técnica 390-400W Trina Solar, Página 2 de 2.....114

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1-1 Códigos de Actividades Económicas.....8

Tabla 1-2 Factores de Decisión.....11

Tabla 1-3 Comparación Puntajes de Decisión Localización.....11

Tabla 1-4 Previsión de Demanda Eléctrica 2019 - 2020 (GWh) 18

Tabla 1-5 Previsión de Demanda Eléctrica 2021 - 2039 (GWh) 19

Tabla 1-6 Empresas Asociadas a la ANESCO Chile 20

Tabla 1-7 Empresas no Asociadas a la ANESCO.....21

Tabla 1-8 Empresas Encuestadas, Según N° de Trabajadores.....22

Tabla 1-9 Empresas ANESCO y Externas al Gremio.....22

Tabla 1-10 Ventas por Sector año 2017 27

Tabla 1-11 Cantidad de Proyectos Realizados por Tamaño de Empresa 28

Tabla 1-12 Cantidad de Proyectos y Tamaño de Empresa 29

CAPÍTULO 2

Tabla 2-1 Potencias estandarizadas por la industria 43

Tabla 2-2 Capacidad KW – superficie m^2 46

Tabla 2-3 Capacidad trifásica v/s superficie requerida aproximada 46

Tabla 2-4 Costos fijos y variables 48

Tabla 2-5 Costos operacionales 49

Tabla 2-6 Gastos administrativos, financieros y comerciales 50

Tabla 2-7 Determinación inversión en activos fijos 51

Tabla 2-8 Ganancia o pérdida venta de activos 52

Tabla 2-9 Determinación gastos iniciación de actividades 52

Tabla 2-10 Determinación de capital de trabajo 52

Tabla 2-11 Determinación de imprevistos 53

Tabla 2-12 Inversor solar ABB modelo UNO de 2.0, 3.0, 3.6 y 4.2 kW 55

Tabla 2-13 Ficha técnica inversor UNO 3.0 kW 57

Tabla 2-14 Inversor solar ABB modelo TRIO 5,8,7,8 Y 8,5 kW 57

Tabla 2-15 Ficha técnica inversor TRIO 5,8 kW 58

Tabla 2-16 Tipo y potencia de paneles FV estandarizados 60

Tabla 2-17 Equipos, materiales e insumos planta FV de 4 KW 61

Tabla 2-18 Equipos, materiales e insumos planta FV de 8 KW 62

Tabla 2-19 Equipos, materiales e insumos planta FV de 12 KW 62

Tabla 2-20 Equipos, materiales e insumos planta FV de 16 KW 63

Tabla 2-21 Determinación de potencias máximas en Wp plantas FV tipo 63

Tabla 2-22 Determinación de conductores 68

Tabla 2-23 Tabla Comparativa equipos motor generador tipo inverter 76

Tabla 2-24 Cuadro de consumos por tipo de planta FV en terreno 77

Tabla 2-25 Tamaño de empresas según ventas 87

CAPÍTULO 3

Tabla 3-1 Herramientas Menores de Taller 98

Tabla 3-2 % de Sección Transversal de Tubería Ocupada por Conductores 98

Tabla 3-3 Dimensiones y % de Ocupación Transversal 99

Tabla 3-4 Determinación de Conductores en Plantas FV 100

Tabla 3-5 Coordenadas de Localización Sitio de la Instalación 104

Tabla 3-6 Ciclo Diario-Mensual de Generación Fotovoltaica 106

Tabla 3-7 Coordenadas sitio de la instalación.....128

Tabla 3-8 Características del sistema fotovoltaico.....129

Tabla 3-9 Radiación en plano con inclinación igual a la latitud del sitio. 129

Tabla 3-10 Datos eléctricos paneles 390 – 415 W.....130

Tabla 3-11 Cálculo arreglos fotovoltaicos 1kW a 20kW.....130

Tabla 3-12 Cálculo arreglos fotovoltaicos 40kW a 300kW.....130

CAPÍTULO 4

Tabla 4-1 Impuesto a la renta de primera categoría.....138

Tabla 4-2 Desarrollo crédito capital de trabajo.....139

Tabla 4-3 Desarrollo crédito de inversión activos fijos 139

Tabla 4-4 Tabla detalle de activos fijos requeridos 144

Tabla 4-5 Desarrollo capital de trabajo.....145

Tabla 4-6 Desarrollo depreciación acelerada de activos fijos.....145

Tabla 4-7 Flujo de caja puro 147

Tabla 4-8 Financiamiento bancario 100% inversión 148

Tabla 4-9 Financiamiento bancario 75% inversión 149

Tabla 4-10 Financiamiento bancario 50% inversión 149

Tabla 4-11 Financiamiento bancario 25% inversión 150

Tabla 4-12 Tabla VAN v/s margen de rentabilidad.....153

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 1

Gráfico 1-1 Flujo de Efectivo del Contrato ESPC Simplificado 16

Gráfico 1-2 Ventas Servicios Eficiencia Energética Durante el año 2017 23

Gráfico 1-3 Total de Ventas en Porcentaje Según Tamaño de Empresas.....24

Gráfico 1-4 Detalle de Ventas Grandes Empresas.....24

Gráfico 1-5 Detalle de Ventas Medianas y Pequeñas Empresas 25

Gráfico 1-6 Detalle de ventas Microempresas.....25

Gráfico 1-7 Ventas totales en USD durante el año 2017 asociadas a EE 26

Gráfico 1-8 Cantidad de Proyectos Vendidos por Tamaño de Empresa.....27

Gráfico 1-9 Proyectos Realizados ANESCO vs NO ANESCO, año 2017.....28

CAPÍTULO 2

Gráfico 2-1 Variación diaria de la radiación.....66

Gráfico 2-2 Ciclo anual de la radiación 66

CAPÍTULO 3

Gráfico 3-1 Generación de energía anual en KWh 106

Gráfico 3-2 Elevación solar según azimut solar oeste – este 131

CAPÍTULO 4

Gráfico 4-1 Valores Actuales Netos según inversión 151

Gráfico 4-2 Tasa Internas de Retorno según Financiamiento.....152

Gráfico 4-3 Periodos de Retorno de la Inversión según Financiamiento 152

Gráfico 4-4 Tasas de Descuentos según Financiamiento.....153

Gráfico 4-5 Desarrollo VAN v/s Margen de Rentabilidad 154

ÍNDICE DE ESQUEMAS

CAPÍTULO 1

Esquema 1-1 Enfoque ESCO para proyectos de Eficiencia Energética 15

CAPÍTULO 2

Esquema 2-1 Sistema Fotovoltaico Off-Grid Típico 42

Esquema 2-2 Diagrama de Actividades Previas al Diseño Planta FV 69

Esquema 2-3 Diagrama en bloques Diseño planta FV..... 69

Esquema 2-4 Diagrama en Bloques Construcción Planta FV..... 70

Esquema 2-5 Implementación del Proyecto..... 71

Esquema 2-6 Periodo de Reembolso..... 72

Esquema 2-7 Implementación del Proyecto..... 72

Esquema 2-8 ESPC Tipo Descuento Chauffage 73

Esquema 2-9 Construcción de una Planta FV bajo Modelo ESPC ESCO..... 74

Esquema 2-10 Sistema FV con Regulador + Inversor 74

Esquema 2-11 Sistema FV con Regulador 3 en 1..... 75

Esquema 2-12 Organigrama de la Empresa 78

INDICE DE ECUACIONES

CAPÍTULO 3

Ecuación 3-1 Cálculo tensión máxima de entrada del inversor 123

Ecuación 3-2 Distancia mínima entre filas de paneles FV. 131

Ecuación 3-3 Distancia mínima corregida 132

CAPÍTULO 4

Ecuación 4-1 Formula Obtención del WACC 135

Ecuación 4-2 Formula Obtención Tasa de Descuento 136

Ecuación 4-3 Formula Cálculo del Valor Actual Neto 140

Ecuación 4-4 Desarrollo Flujos Netos de Efectivo 141

Ecuación 4-5 Formula Cálculo de la Tasa Interna de Retorno 141

INDICE DE IMÁGENES

CAPÍTULO 4

Imagen 4-1 Imagen simulación crédito 100% inversión 148

Imagen 4-2 Imagen simulación crédito 75% inversión 149

Imagen 4-3 Imagen simulación crédito 50% inversión 150

Imagen 4-4 Imagen simulación crédito 25% inversión 151

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

ANESCO ag.	Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética de Chile asociación gremial.
CDE:	Por sus siglas en español: Contrato de desempeño energético.
CAPM	Por sus siglas al inglés: Capital Asset Pricing Model
EPC:	Es el acrónimo por sus siglas en inglés: Engineering, Procurement and Construction (Ingeniería, provisión y construcción).
ESCO:	Es el acrónimo por sus siglas en inglés: Energy Service Company (Empresa de servicios energéticos).
ESPC:	Es el acrónimo por sus siglas al inglés: Energy Service Performance Contract (Contrato de servicios energéticos por desempeño).
FNE:	Flujo neto de efectivo.
ISC:	Por sus siglas al inglés: Intensity Short Circuit (Corriente de Corto Circuito).
IMP:	Por sus siglas al inglés: Intensity Máximum Power (Corriente a Máxima Potencia)
MMUSD	Expresión ponderativa para indicar que la cantidad está dada en millones de dólares de los Estados Unidos de Norte América.
ON-GRID	Por su traducción al español: En la red o a la red.
Q:	Por su notación en Evaluación de Proyectos: Cantidad de Ventas.
SEN:	Por sus siglas al español: Sistema Eléctrico Nacional.
SIC:	Por sus siglas al español: Sistema Interconectado Central.
SING:	Por sus siglas al español: Sistema Interconectado Norte Grande.
TIR:	Tasa interna de retorno, representa la tasa de retorno mínima para obtener un VAN = 0.
VAN:	Valor Actual Neto, representa el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada en conjunto con la inversión.
VMP:	Por sus siglas al inglés: Voltage Maximum Power (Voltaje a Máxima Potencia).
VOC:	Por sus siglas al inglés: Voltage Open Circuit (Voltaje de Circuito Abierto).

TÉRMINOS COMUNES

Eficiencia Energética (EE): Se refiere a la reducción del consumo de energía, donde los procesos productivos mantienen los mismos servicios energéticos, lo cual no reduce la calidad de vida, con lo que se protege el medio ambiente, logrando asegurar el abastecimiento de productos, con un actuar sostenible en su uso. La eficiencia energética optimiza el uso de las energías convencionales, utilizando preferentemente equipamiento con consumo eficiente de la energía.

Empresa ESCO: Por sus siglas en inglés Energy Services Companies (Empresas de servicios de energía, son aquellas empresas dedicadas al desarrollo de proyectos asociados a eficiencia energética, donde también este tipo de empresas facilitan el financiamiento, para la ejecución del proyecto de eficiencia energética (EE).

EPC: Por sus siglas en inglés Engineering, procurement, and construction. Es un tipo de contrato que utilizan algunas empresas, donde la empresa realiza la ingeniería, las compras y realiza también la construcción del proyecto, donde el cliente paga un precio previamente acordado con la empresa por todo este servicio.

Modelo ESCO: Es un modelo de negocio donde la empresa ESCO desarrolla un proyecto de generación de energía renovable no convencional o un proyecto de eficiencia energética, donde esta no solo asume la inversión inicial total o compartida del proyecto, sino que también opera directamente dicha planta de ERNC, donde a cambio el cliente paga el proyecto, con los ahorros de energía que este proyecto genera, lo cual es regulado por medio de un contrato de servicios energéticos (CSE).

INTRODUCCIÓN.

El presente documento es un trabajo de titulación, el cual tiene como tema el Estudio Prefactibilidad Técnica y económica, para la Creación de una Empresa de Ingeniería Eléctrica Fotovoltaica, bajo los modelos EPC / ESPC ESCO", el cual es realizado, para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Proyectos de Ingeniería.

El motivo principal, para la creación de una empresa de ingeniería eléctrica fotovoltaica, radica en la actual crisis energética nacional e internacional, donde es urgente disminuir de la demanda de recursos energéticos naturales fósiles, los cuales en su mayoría se utilizan actualmente en los procesos industriales, comerciales y domiciliarios.

Lo anterior, debido a que la *disponibilidad* de estos recursos energéticos naturales fósiles está disminuyendo a medida que aumenta la demanda de estos recursos, donde al no ser renovables se agotarán en un futuro cercano.

Visto lo anterior, la creación de una empresa de ingeniería eléctrica fotovoltaica se hace viable, la cual desarrollará sus actividades bajo los modelos de contrato EPC o ESPC (ESCO), realizando el diseño e implementación de proyectos de eficiencia energética y energías renovables no convencionales (ERNC) como la energía fotovoltaica, con lo cual se fomenta el autoconsumo de energía eléctrica limpia, disminuyendo así la huella de carbono en los procesos productivos, transformándolos en procesos productivos más eficientes y sustentables.

Considerando que el modelo de contrato EPC, es lo suficientemente conocido en el área de la ingeniería de construcción y sin descuidar la inclusión del modelo EPC en el referido trabajo de titulación, este estudio de factibilidad se concentrará en el modelo ESCO, el cual se desarrollará en el horizonte futuro del proyecto.

El modelo ESCO en este estudio de prefactibilidad, para su rápida comprensión, se expondrá en forma simple, no obstante, este modelo no se trata de un modelo particularmente sencillo, por lo que en este estudio abrirá el modelo ESCO en secciones, acomodándolas en distintos esquemas o medios, para integrarlas al modelo de negocio que establecerá la prefactibilidad técnica y económica, así como a la comercialización de productos y subproductos que se desean, en orden de obtener el mejor provecho posible de la información que se entrega en este estudio, así como aprovechar las mejores prácticas de la ingeniería existentes en este mercado.

Las empresas ESCO generalmente son empresas privadas, las cuales financian o cofinancian el diseño e implementación de proyectos de eficiencia energética, invirtiendo en las instalaciones de sus clientes, generando ingresos a sus accionistas.

Dependiendo de los ahorros logrados a través de un contrato ESPC, una empresa ESCO retorna su inversión y logra sus beneficios, por medio del pago de sus clientes por dichos ahorros. El modelo ESCO se desarrolló a comienzos de la década de 1980, desde ese tiempo este modelo de negocio se ha sido determinado por uno o más de las siguientes consideraciones que distinguen a una ESCO:

a) Una empresa ESCO provee a sus clientes servicios integrales de EE, estos servicios pueden ir desde reconocer las oportunidades de ahorro, considerar la implementación de medidas de eficiencia energética, hasta la certificación y validación del ahorro logrado.

b) Una empresa ESCO entrega la posibilidad a sus clientes de compartir el riesgo técnico a través de los contratos de servicios energéticos por desempeño (ESPC), arriesgándose a la probabilidad de no lograr los ahorros energéticos en los proyectos de sus clientes.

c) Una empresa ESCO entrega apoyo a sus clientes, en orden de lograr los acuerdos, para la obtención de capitales de financiamiento en sus proyectos de inversión, reduciendo el riesgo técnico del proyecto a través de la confección de la solicitud de préstamo en conjunto con sus clientes, donde también puede ofrecerles financiamiento directo, además de sus servicios como un contrato EPC.

No obstante, lo anterior las empresas ESCO no son instituciones financieras, la gran mayoría de las empresas ESCO no financian los proyectos de sus clientes directamente, donde si las ESCO negocian con bancos o instituciones financieras acordando los contratos ESPC y su financiamiento por medio de un tercero.

También rara vez las empresas ESCO entregan el financiamiento a otras empresas que realizan este tipo de proyectos, ya que la entrega de financiamiento en sí mismo no es el centro de su negocio, donde la venta de equipos y servicios, así como la implementación de medidas de eficiencia energética sí es el fuerte de su negocio.

La empresa de ingeniería eléctrica que se desea crear tendrá como producto a entregar plantas generadoras de energía eléctrica fotovoltaica, bajo un modelo de contrato EPC, las cuales se venderán por medio de un contrato llave en mano, este tipo de venta se realizará a clientes de mediana a gran envergadura, que cuenten con los recursos humanos y financieros suficientes, para adquirir, administrar y operar dichas plantas fotovoltaicas.

Cuando los clientes de una ESCO no cuenten con los recursos humanos y económicos necesarios, para costear, así como operar una planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica, la empresa ESCO podrá ofrecer o intermediar ante las instituciones financieras o bancos, en orden de conseguir el financiamiento, para la materialización e implementación del proyecto de EE (planta fotovoltaica) en las instalaciones del mismo cliente, en orden de entregar como producto final la venta de energía eléctrica limpia, para su autoconsumo, generada por la mencionada planta fotovoltaica, donde el tiempo de duración de este servicio se realizará durante el período que defina el contrato de desempeño energético (ESPC)[7].

[7] Por sus siglas al inglés Energy Service Performance Contract (Contrato de prestación de servicios energéticos por desempeño): Un ESPC es un modelo de contrato de negocios, el cual se realiza en orden de implementar un proyecto de eficiencia energética definido.

CAPÍTULO 1: EL NEGOCIO DEL PROYECTO

1.1 DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO

En este capítulo se describirá el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, los cuales se establecerán en orden de llevar a cabo la creación de la nueva empresa en formación, se definirá el sector industrial donde el proyecto realizará sus actividades comerciales, así como también se establecerá el giro de negocio, con el cual se establecerán los tipos de actividades productivas y económicas que tendrá la empresa en formación.

También este capítulo realizará un análisis FODA a la nueva empresa en formación, el cual nos permitirá conocer las fortalezas de los gestores de la nueva empresa en formación, definirá las oportunidades que hacen nacer dicha empresa, de igual forma se analizarán las debilidades que se identifican en los creadores, así como las amenazas que presenta el mercado, estas dos últimas debilidades y amenazas son importantes de conocer en orden de poder formular, en la empresa en formación, estrategias de intervención o inversiones necesarias de acuerdo con las necesidades o potencialidades de la nueva empresa, que permitan mitigar estas debilidades o amenazas, que eventualmente presente este análisis FODA.

Por último, esta sección examinará al menos tres (3) alternativas, donde se podrá localizar la empresa en formación.

1.1.1 Objetivos del proyecto

1.1.1.1 Objetivo principal

El objetivo principal de este estudio de prefactibilidad técnica económica es la formación de una empresa de ingeniería eléctrica fotovoltaica, la cual será capaz de diseñar e implementar proyectos de eficiencia energética, mediante la comercialización y construcción de plantas generadoras de energía eléctrica fotovoltaicas, lo anterior principalmente bajo el modelo de negocio EPC.

Donde estas plantas fotovoltaicas en conjunto con medidas de eficiencia energética les permitan a sus clientes, generar energía eléctrica limpia, para su autoconsumo, libre de emisiones de CO2, logrando así sus clientes una mayor sustentabilidad y eficiencia en los procesos productivos de sus industrias, empresas, comercios o casa particulares.

La empresa en formación adoptará principalmente el modelo de contratos EPC, para desarrollar sus proyectos, debido que los clientes no cuentan con un área

especializada en sus empresas que pueda desarrollar este tipo de proyectos y requieren contar con una empresa que se haga responsable de llevar a delante las distintas y complejas actividades que requiere la ejecución de un proyecto de EE, las cuales se identifican a continuación:

a. La ingeniería del Proyecto: El desarrollo de las ingenierías que requiere un proyecto de EE, las cuales pueden ir de la ingeniería conceptual, básica, de construcción o detalles, las cuales deberán contener los estudios relacionados con la radiación solar en el sitio de la instalación, así como con el cálculo y diseño de los equipos y arreglos fotovoltaicos.
b. Procurar los servicios del Proyecto: La provisión de todos los servicios que se requieren en un proyecto, para el aprovisionamiento de los bienes (equipos, maquinaria, repuestos, etc.) importados y nacionales, que deben realizarse siguiendo alguna de las reglas de la compraventa internacional de mercancías.
c. La Construcción del Proyecto: La debida construcción del proyecto, que, por su complejidad, especialización y envergadura, generalmente, demanda la participación de una empresa especializada en el rubro.

También en el futuro formará parte del objetivo principal de la empresa, la comercialización de Contratos de Servicios Energéticos por Desempeño ESPC[8], donde la empresa en creación, por la necesidad de sus clientes indicada anteriormente y donde también requiera del financiamiento total o parcial de dicho proyecto, agregando a sus servicios la operación y venta de los servicios de energía eléctrica bajo el modelo ESCO.

1.1.1.2 Objetivos específicos:

Para lograr el objetivo principal de este estudio de factibilidad, se han considerado los siguientes objetivos específicos, los cuales se establecerán en orden de dar cumplimiento al logro del objetivo general de este estudio, los que se abordarán según se indica a continuación:

a) Caracterizar e integrar en la empresa en formación el modelo de contratos EPC, para la comercialización de plantas generadoras de energía eléctrica fotovoltaicas como producto final, así como también el modelo de contrato ESPC, para la venta de energía eléctrica como producto final, para el autoconsumo, como empresa de servicios energéticos ESCO.
b) Establecer y adoptar al interior de la empresa en formación, toda normativa eléctrica chilena, que esté relacionada con la generación de energía renovable no

[8] Por sus siglas en ingles Energy Services Performance Contract (Contrato de servicios de energía por desempeño)

convencional (ERNC), particularmente relacionada con la generación de energía eléctrica fotovoltaica, para el autoconsumo e inyección de sus excedentes en la red eléctrica ON-GRID nacional.

c) Prospectar arreglos o KIT fotovoltaicos, para la comercialización de soluciones estandarizadas de generación de energía fotovoltaica, que permitan ofrecer soluciones con equipos y materiales estandarizados de base y consideraciones preestablecidas de instalación, los cuales se ofertarán a los clientes según sus potencias requeridas.

d) Desarrollar servicios de ingeniería, que le permitan a la empresa en formación, determinar oportunidades de ahorro, así como la implementación de medidas de eficiencia energética, donde pueda también verificar los ahorros de energía logrados con la implementación de las diferentes medidas de eficiencia energética.

La finalidad de transformarse en una empresa bajo el modelo ESCO, es que no solo sea capaz de diseñar técnicamente las soluciones requeridas por los clientes, si no que ir mas haya y poder financiar, cofinanciar o intermediar financieramente, para el logro de la implementación de las soluciones de eficiencia energética, requeridas por los clientes finales.

Una empresa ESCO se refiere básicamente a una persona natural o entidad legal que entrega servicios energéticos y/o medidas, para contribuir a la eficiencia energética en las instalaciones mismas del cliente en cuestión, el pago de los servicios provisionados se realiza en parte o en su totalidad dependiendo del logro de ciertos criterios de eficiencia energética y/o en el cumplimiento del desempeño de los criterios propuestos.

1.1.2 Sector industrial y giro del negocio

1.1.2.1 Sector industrial.

La empresa en formación desarrollará sus labores particularmente en el sector industrial de la Energía Eléctrica, particularmente en el área de la eficiencia energética y generación de energía eléctrica renovable no convencional, donde sus productos a comercializar serán plantas fotovoltaicas generadoras de energía eléctrica bajo el modelo EPC.

Debido a que las actividades que desarrollará la empresa en formación estarán relacionadas con la construcción de estructuras y obras civiles, la empresa en formación deberá contar con un giro relacionado a la construcción propiamente tal y a la construcción

de instalaciones eléctricas (plantas fotovoltaicas), así como a la generación y venta de energía eléctrica en el futuro.

1.1.2.2 Giro del negocio.

La empresa en formación estará orientada en lo particular al diseño, construcción e implementación de proyectos de eficiencia energética, así como a la generación de energía eléctrica fotovoltaica, para lo cual la empresa deberá contar con los siguientes códigos de actividades económicas, señalados en la tabla 1-1, con los cuales deberá declarar sus actividades económicas e impuestos en el respectivo servicio de impuestos internos correspondiente a su comuna (SII Maipú):

Tabla 1-1 Códigos de actividades económicas

Código	Actividad Económica
711002	Servicios de Ingeniería y Actividades Conexas de Consultoría Técnica.
432100	Construcción de Instalaciones Eléctricas
429000	Construcción de otras Obras de Ingeniería Civil
351019	Generación de Energía Eléctrica en Otras Centrales N.C.P.

Fuente: Servicios de impuestos internos de Chile (SII)

La empresa en formación se establecerá como una sociedad comercial de responsabilidad limitada, esta sociedad estará compuesta por dos (2) socios, los que responderán hasta el monto de sus aportes.

La sociedad comercial de responsabilidad limitada será solemne, la cual será creada bajo escritura pública ante notario, el extracto de la sociedad se inscribirá en el Registro de Comercio de Santiago, el cual será publicado en el Diario Oficial, todas aquellas modificaciones sociales, posteriores a la formalización de la empresa en formación, cumplirán con las mismas formalidades de la constitución de la sociedad original.

Todo aquello no previsto por la ley, relacionado con las sociedades de responsabilidad limitada, la sociedad formalizada será regulada supletoriamente por las normas de sociedades colectivas contempladas en el Código Civil y Código de Comercio de Chile, donde el giro de la empresa será:

Giro: Proyectos de Ingeniería y Generación Eléctrica Urquieta y Fernández Ltda.

Nombre comercial: URQCOM SOLAR

1.1.3 Análisis FODA

1.1.3.1 Fortalezas

Los socios de la empresa en formación actualmente cuentan con una sociedad comercial, denominada Comunicaciones Urquieta y Fernández Limitada (URQCOM Ltda.), empresa dedicada al diseño e implementación de proyectos de ingeniería eléctrica de media y baja tensión, así como también a proyectos de corrientes débiles y comunicaciones, la cual es una sociedad activa, donde a su vez URQCOM Ltda., forma parte de un consorcio de dos empresas denominado Consorcio Sociedad URTELEK SPA, ambas empresas de Ingeniería Eléctrica y Corrientes Débiles (TI).

También uno de sus socios, ha desarrollado su carrera profesional durante 30 años en el área de proyectos de ingeniería, lo anterior en empresas como RIWARD, PREVINSA, ALCATEL, TELECTA, MINERA COLLAHUASI SCM, COASIN, PROSEGUR TECNOLOGÍA e INTEREXPORT.

1.1.3.2 Oportunidades

Chile como política de estado se ha propuesto el objetivo de contar, para el año 2040 con más del 70% de la energía que se consume en el país, que esta provenga de fuentes de energías renovables no convencionales ERNC, como la energía eléctrica fotovoltaica (sol) o la eólica (viento), mareomotriz (mar) y geotérmica (calor interior de la tierra).

Nuestro país en los últimos años ha tenido el mayor incremento en la producción de energía solar en el mundo. Lo anterior sigue avanzando gracias a una serie de factores que se conjugan, donde uno de los más relevante es la disponibilidad de recursos renovables abundantes como el sol, viento, agua y la geotermia, los que se distribuyen de manera homogénea en el país, a esto se suma la política energética de largo plazo asumida por Chile, también a la reducción de los costos de las tecnologías asociadas a la energías renovables no convencionales y una mayor conciencia de los consumidores que hoy ven en forma positiva este tipo de suministro de energía sustentable y un mercado dispuesto a invertir en estas tecnologías.

Finalmente, el actual escenario mundial de crisis energética, debido a la gran dependencia de la generación de energía eléctrica mediante combustibles fósiles, ha llevado a Chile a realizar una gran transformación en su matriz energética a nivel nacional, fomentando el desarrollo de leyes, normas y decretos que incentivan los proyectos de energías renovables no convencionales (ERNC).

1.1.3.3 Debilidades

Pueden considerarse debilidades que actualmente los equipos y tecnología que de los sistemas de eficiencia energética aún son de un alto costo, para su venta masiva, por lo que se deberán prospectar y generar una cartera de clientes relacionada con consumo eléctrico alto o medio, la cual sería una debilidad actual superable en el corto plazo.

Como una debilidad de la empresa en formación, se puede considerar también la capacidad económica de la misma empresa al momento de realizar proyectos de gran envergadura, lo cual la obligaría a considerar recurrir a la banca nacional, para obtener capital de trabajo e inversión.

1.1.3.4 Amenazas

Según una encuesta realizada el año 2018 por la ANESCO[9] Chile a.g., relacionada con las empresas del tipo ESCO a nivel nacional, esta encuesta determinó que las tres principales dificultades, para el mercado ESCO son:

a) La falta de información por parte de los clientes del sistema y modelo ESCO.
b) La eficiencia energética aún no es una necesidad inmediata en el mercado.
c) La falta en la banca de financiamiento de riesgo.

1.1.4 Localización del proyecto

Para establecer la localización de la oficina base de la empresa en formación, se analizarán tres ciudades en orden de establecer el proyecto en una de dichas localizaciones, siendo una de ellas la región Metropolitana comuna de Maipú, la segunda localización será en la región de Antofagasta en la ciudad y comuna del mismo nombre y la tercera localización será en la región del Bío – Bío en la ciudad y comuna de Concepción.

Para realizar este análisis, se han considerado seis (6) factores de decisión preponderantes, los cuales se muestran en la tabla 1-2, donde a cada uno de estos factores de decisión se les ha considerado un peso o valor porcentual relativo, la suma de estos pesos o valores porcentuales nos dará el puntaje total de cada localización, con el cual determinaremos la localización final del proyecto:

[9] ANESCO: Asociación nacional de empresas de eficiencia energética.

Tabla 1-2 Factores de decisión v/s peso relativo

Factores	Peso Relativo
Precio Terreno	23%
Accesibilidad	24%
Dimensiones del Terreno	20%
Relieve del Terreno	14%
Urbanización	10%
Seguridad del entorno	9%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 1-3 muestra el resultado del análisis de la localización del proyecto, donde a cada uno de los factores de decisión se les asoció una nota del 1 al 10, donde 1 es lo más bajo (malo) y 10 es la nota más alta (excelente), realizado el análisis cada una de las localizaciones recibió las notas y resultado final, según la siguiente tabla:

Tabla 1-3 Comparación puntajes de decisión localización

Factores	Peso	Antofagasta		Santiago		Concepción	
		Nota	Ponderac.	Nota	Ponderac.	Nota	Ponderac.
Precio Terreno	23%	4	0,92	7	1,61	6	1,38
Accesibilidad	24%	7	1,68	6	1,44	5	1,2
Dimensiones Terreno	20%	9	1,8	8	1,6	8	1,6
Relieve Terreno	14%	8	1,12	9	1,26	9	1,26
Urbanización	10%	6	0,6	8	0,8	8	0,8
Seguridad del entorno	9%	7	0,63	6	0,54	6	0,54
Totales	**100%**		6,75		7,25		6,78

Fuente: Elaboración propia.

También la tabla anterior 1-3, indica que la localización final del proyecto será aquella que obtuvo el mayor puntaje, la cual es la comuna de Maipú. También es importante mencionar que la localización seleccionada, son instalaciones con las que los socios de la nueva empresa en formación ya cuentan, para desarrollar el negocio en esta comuna, en la cual cuenta con proveedores y servicios cercanos a la localización, que le permitirán ser más eficientes en el desarrollo del negocio.

1.2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

1.2.1 Definición de la situación base sin proyecto

La crisis energética en nuestro país comienza a evidenciar públicamente una serie de problemas que presenta la matriz energética del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), entre éstos, es posible destacar una gran concentración de las fuentes de generación de energía eléctrica convencional, proveniente de combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón y el gas y la excesiva dependencia de la energía hidroeléctrica producida por los actores vinculados al sector energético.

Lo anterior llevó a Chile a evaluar la importancia de poder diversificar la matriz energética nacional, en orden de contar con la seguridad en el abastecimiento de este tipo energía, adquiriendo una mayor independencia en el abastecimiento energético, logrando que Chile pueda utilizar la gran cantidad de recursos naturales con los cuales cuenta, para la generación de energía eléctrica limpia y libre de CO2.

Actualmente, la matriz energética nacional es excesivamente dependiente de combustibles fósiles importados, desaprovechando el potencial de los recursos de energía disponibles. Ya que, aunque nuestro país cuenta con pocas fuentes de combustibles fósiles, es también el país con el más alto potencial a nivel mundial de generación de energía ERNC, por medio de la energía solar, ya que nuestro territorio nacional cuanta con la mayor irradiación solar por m2 a nivel mundial, lo anterior particularmente en el norte de Chile.

El mercado eléctrico chileno está compuesto por tres sistemas independientes los cuales componen el sistema eléctrico nacional.

1.2.1.1 Sistema eléctrico nacional (SEN)

El sistema eléctrico nacional está conformado por el “Sistema Interconectado Central” (SIC)[10], por el Sistema Interconectado Norte Grande” (SING)[11], los cuales a noviembre de 2019 cuentan con una capacidad instalada de 25.248 MW.

El sistema eléctrico nacional actualmente cuenta con un 48,3% de su capacidad instalada, la cual corresponde a fuentes de energías renovables, donde estos tipos de generación de energía eléctrica, se desglosa de la siguiente manera: 27,0% hidráulica; 10,8% solar; 8,6% eólico; 1,8% biomasa; y 0,2% geotérmica.

---

[10] Sistema interconectado central.
[11] Sistema interconectado norte grande

Este sistema cuenta entonces con un 51,7% de su capacidad instalada, la cual corresponde a fuentes de generación de energía por medio de combustibles fósiles, los cuales se desglosan de la siguiente manera: Un 21,2% Carbón, 19,2% Gas Natural y 11,4% Petróleo.

1.2.1.2 Sistema eléctrico de Aysén (SEA):

Él SEA produce energía eléctrica, la cual provee de esta energía a la región de Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo. Este sistema en diciembre de 2017 contaba con una capacidad instalada de generación eléctrica de 62 MW, con un desglose de esta producción de la siguiente manera: Un 57% Diésel, 37% hidráulica y 6% eólica.

1.2.1.3 Sistema eléctrico de Magallanes (SEM):

Él SEM produce energía eléctrica, la cual provee de este tipo de energía a la región de Magallanes y la región de la Antártica chilena. Este sistema en diciembre de 2017 poseía una capacidad instalada de generación eléctrica de 104 MW, con un desglose de esta producción de la siguiente manera: Un 82% Gas Natural, 15% Diésel, y 3% eólica.

Analizados los tres sistemas de generación de energía eléctrica en Chile, se puede indicar que el **48,08 %** de la energía eléctrica generada por Chile, proviene de fuentes renovables y un **51,92 %** proviene de combustibles fósiles.

Visto el escenario anterior, Chile se ha propuesto como país al año 2040 aumentar a un **70 %** la energía eléctrica producida por medio de fuentes de energías renovables no convencionales, aumentando la generación de ERNC y también disminuyendo la generación de energías por medio de combustibles fósiles, lo cual nos indica que al menos hoy existe una capacidad instalada de **5.571** MW que se deben pasar a ERNC.

1.2.2 Definición de la situación base con proyecto

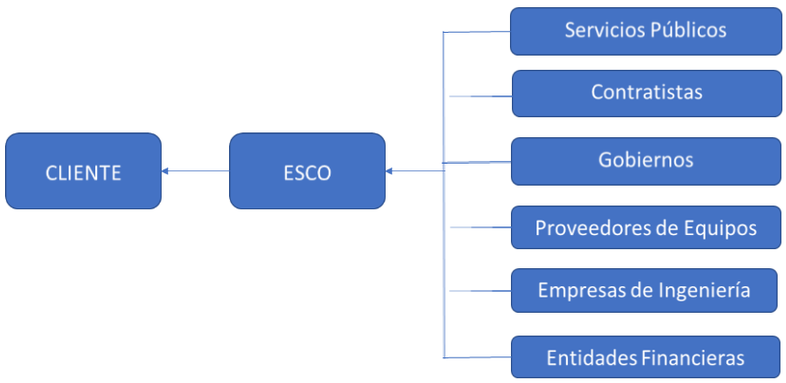
Debido a la ubicación geográfica de nuestro país, Chile cuenta con un elevado potencial, para la generación de energías renovables no convencionales ERNC, especialmente la proveniente del sol como la energía eléctrica fotovoltaica, la cual puede ser producida, para su inyección directa a los sistemas de energía en Chile, sino que también puede ser producida en forma local, para el autoconsumo. El alto precio de la energía eléctrica en Chile y la alta disponibilidad de radiación solar en gran parte del país, son un aspecto clave de alta relevancia, con alto potencial de desarrollo en el

autoconsumo. Autoconsumo que es fomentado por un marco legal, para la generación distribuida a clientes regulados Ley 20.571 que estaba vigente desde octubre de 2014 y fue reemplaza mejorada por la Ley 21.118 vigente desde noviembre de 2018.

La empresa tipo ESCO comercializa sus servicios de tal forma que actúa según los requerimientos de su cliente, donde no solo identifica los ahorros, también calcula los ingresos de efectivo que generará el proyecto, también realiza la gestión cómo el diseño y la ejecución del proyecto, consiguiendo también estímulos gubernamentales, ya que en la actualidad existen subvenciones e incentivos, para los proyectos de EE.

La empresa tipo ESCO conoce los procesos de optimización de tarifas, así como las oportunidades, para la adquisición de bienes de energía. Las empresas tipo ESCO establecen relaciones de negocios con bancos y entidades financieras, de manera de que la ESCO pueda actuar como mediadora en la adquisición de financiamiento, para sus clientes, como se señala en el esquema 1-1.

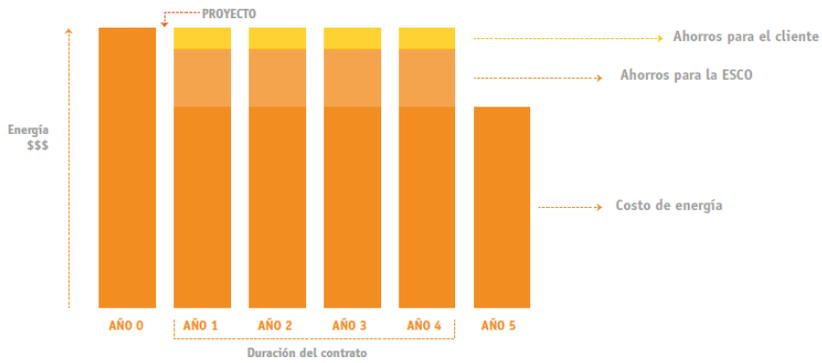
Esquema 1-1 Enfoque ESCO, para proyectos de eficiencia energética



Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño
Banco Interamericano de Desarrollo

El gráfico 1-1 que se presenta a continuación, muestra la situación de pago de costos de energía eléctrica convencional consumida, comparándolos con los pagos realizados por la misma energía durante un contrato ESPC, estos ahorros son obtenidos por la generación de energía fotovoltaica de autoconsumo, la cual se obtiene de los ahorros de costos al colectar esta energía por medio de la planta fotovoltaica, la cual recoge esta energía del sol, pagando el cliente solo el costo de las instalaciones y la energía eléctrica que no alcanza a producir el proyecto, estos pagos y ahorros se establecen mediante el contrato ESPC.

Gráfico 1-1 Flujo de efectivo del contrato ESPC simplificado



Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño
Banco Interamericano de Desarrollo

Considerando, según lo muestra la situación base sin proyecto, se requiere hoy en día un recambio de una capacidad instalada de generación eléctrica de unos **5.571 MW**, donde se verá más adelante en este estudio que el valor de venta de una instalación fotovoltaica promedio es de 1 KW tiene un valor de 1.700.000 pesos, por lo que el mercado futuro podría presentar negocios por al menos $ 11.106.000 MM USD en los próximos 20 años.

Es importante también mencionar que, para el año 2017, el tamaño de mercado relacionado con la eficiencia energética fue de 245,3 MM USD, resultados que obtuvieron 40 de las 119 empresas de eficiencia energética existentes en Chile, donde se estima, para el año 2017, un resultado de ventas totales de 729,77 MM USD, lo anterior también en proyectos de EE (información extraída del estudio de mercado de eficiencia energética realizado por la ANESCO. La cual se indica en la bibliografía de este estudio)

1.3 ESTUDIO DE MERCADO

El presente estudio de prefactibilidad se apoyará en la experiencia chilena relacionada con las empresas que desarrollan proyectos de eficiencia energética EE, por lo que en este estudio se entregan los resultados obtenidos del "Estudio de Mercado" realizado por la ANESCO[12] Chile a.g. (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos de Chile asociación gremial), la cual mencionaremos en adelante como ANESCO.

Para la elaboración de este estudio de mercado, el año 2018 la ANESCO encuestó un total de 40 empresas, empresas que proveen servicios y desarrollan proyectos de eficiencia energética, donde el 73% de estas empresas pertenecen a la ANESCO y el resto son empresas externas a la ANESCO.

La muestra del mercado se tomó considerando a todas las empresas pertenecientes a la ANESCO, realizada la muestra se creó una base de datos con las empresas de EE externas a la ANESCO, la cual consta de 119 empresas. Donde de las 119 cuales 11 empresas de EE contestaron la encuesta.

1.3.1 Definición del producto

La empresa de ingeniería eléctrica en formación deberá prospectar una cartera de clientes con alto y medios consumos de energía eléctrica, los cuales estén conectados a las fuentes de distribución de energía eléctrica convencionales, a quienes podrá comercializar los siguientes servicios y productos, donde estos serán principalmente cuatro (4), según se indica a continuación:

a) Servicios de ingeniería y consultoría en eficiencia energética.
b) Desarrollo e implementación de Plantas fotovoltaicas (modelo EPC).
c) Venta de equipos, herramientas y accesorios de eficiencia energética.
d) Venta de energía eléctrica, modelo ESPC (ESCO).

1.3.2 Análisis de la demanda

Para el debido análisis de la demanda actual y futra del negocio, este estudio de prefactibilidad se apoyará en el "Informe Final de la Demanda Actual y Prevista entre los años 2019 y 2039", realizado a los principales actores de generación eléctrica del sistema eléctrico nacional (SEN) y a los sistemas medianos de generación eléctrica en Chile,

[12] ANESCO: Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética de Chile).

informe confeccionado por la Comisión Nacional de Energía de Chile (CNE), dicho informe fue aprobado el 15 de enero de 2020, por resolución exenta No 12.

El informe de demanda eléctrica actual y futura, establece dos grupos de consumidores, los cuales son el grupo a) Los clientes regulados y el grupo b) Los clientes libres, la información entregada por los generadores de energía eléctrica del SEN fue entregada a nivel de subestación primaria, así como por punto de conexión al SEN.

El informe se completó en base a la información entregada por las empresas concesionarias de servicio público de distribución de energía eléctrica, así como también se consideró la información del CISEN[13], teniendo en consideración los estudios de demanda encargados por la CNE. La previsión de demanda del Sistema Eléctrico Nacional, se muestran más adelante en las tablas 1-4 y 1-5.

Para los clientes regulados, se consideró la previsión de demanda que se realizó, para el proceso de Licitaciones 2019, la cual se encuentra contenida en el Informe de Licitaciones Definitivo del año 2019, este informe fue aprobado por resolución exenta N°599, emitida por la Comisión Nacional de Energía (CNE), con fecha 13 de septiembre de 2019.

1.3.2.1 Demanda actual.

Se analizará la demanda actual de energía eléctrica a nivel nacional, la cual podrá ser cubierta por los servicios y proyectos de eficiencia energética ofertados por la empresa en creación, para lo cual consideraremos que todo consumidor de energía eléctrica de generación convencional a nivel nacional, podrá ser un potencial consumidor de energía eléctrica renovable no convencional.

Establecido lo anterior se considerará como demanda actual la demanda eléctrica del sistema eléctrico nacional (SEN), reportada el año 2019 y la demanda prevista, para el año 2020.

Tabla 1-4 Demanda eléctrica 2019 - 2020 (GWh)

	PREVISIÓN DE DEMANDA		
	SEN		
Año	Cliente Regulado	Cliente Libre	Sistema
2019	30.304	40.468	**70.772**
2020	29.941	41.717	**71.658**

Fuente: Informe final demanda prevista años 2019 – 2039 Comisión Nacional de Energía

[13] CISEN: Coordinador Independiente del Sistema Eléctrico Nacional.

1.3.2.2 Demanda futura.

Así como se realizó en la demanda actual, para el análisis de la demanda futura de los servicios que ofrecerá la empresa en creación, se considerará que todo consumidor de energía eléctrica de generación convencional a nivel nacional, podrá ser un potencial consumidor de energía eléctrica renovable no convencional, como la energía fotovoltaica, se considerará como demanda futura la "Demanda Eléctrica Prevista" por el sistema eléctrico nacional (SEN) hasta el año 2039.

Tabla 1-5 Previsión de demanda eléctrica 2021 - 2039 (GWh)

	PREVISIÓN DE DEMANDA		
	SEN		
Año	Cliente Regulado	Cliente Libre	Sistema
2021	30.381	42.853	**73.234**
2022	30.840	44.054	**74.894**
2023	31.321	45.447	**76.768**
2024	32.148	46.491	**78.639**
2025	32.981	47.501	**80.482**
2026	33.868	48.587	**82.455**
2027	34.670	49.568	**84.238**
2028	35.539	50.813	**86.352**
2029	36.413	52.037	**88.450**
2030	37.221	53.033	**90.254**
2031	38.119	54.054	**92.173**
2032	38.987	55.034	**94.021**
2033	39.877	56.017	**95.894**
2034	40.784	57.018	**97.802**
2035	41.762	58.221	**99.983**
2036	42.772	59.439	**102.211**
2037	43.816	60.672	**104.488**
2038	44.868	61.843	**106.711**
2039	45.937	63.043	**108.980**

Fuente: Informe final demanda prevista años 2019 – 2039 comisión nacional de energía

1.3.2.3 Crecimiento de la demanda

De acuerdo con lo observado en las tabla 1-3 y tabla 1-4, el consumo eléctrico del Sistema Eléctrico Nacional aumentaría desde 70.772 [GWh] a los 108.980 [GWh], lo que equivale a un aumento de un 53,99% en el período 2019-2039, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2,18%, presentando los clientes regulados un crecimiento promedio de 2,1% y los clientes libres presentarían un crecimiento promedio de 2,24%, siendo el crecimiento anual promedio del sistema de un **2,17%**.

1.3.3 Análisis de la oferta (actual y futura)

En Chile, existen sociedades como la ANESCO Chile (Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética), la cual se dedica a promocionar y promover la eficiencia energética a través del modelo ESCO.

La ANESCO cuenta con el número más significativo de empresas que actualmente generan la oferta en sistemas de eficiencia energética, siendo uno de ellos los sistemas Fotovoltaicos (extraído de http://www.anescochile.cl), dichas empresas se muestran en la tabla 1-6:

Tabla 1-6 Empresas asociadas a la ANESCO Chile

Ítem	Empresa EE	Ítem	Empresas EE
1	ASGREEN Blue Now	19	Ener Solutions
2	Creara Dominet	20	Eco Climatización
3	Eecol Power Efizity Ingeniería Spa	21	Constructora san José
4	Energy Tracking Eulen	22	Ancare Energy SPA
5	Fundación Chile Gasco	23	Chinaled
6	GBR Heavenward ascensores	24	Elecnor
7	Hidrotec Hydroscada	25	Crowsnest
8	IDMA INACAP	26	Heavenward
9	PROQUILAB JAGA	27	Eecol Power
10	JHG Ingeniería Johnson Controls	28	Danfoss
11	Kensei Magna IV	29	Negawatts
12	Nordin Prevent	30	Electrotecnia Monrabal
13	Punto solar Roda	31	Nordin
14	SEG Ingeniería TBE Chile	32	NBI SPA
15	Tecnored Termika	33	Roda Energía
16	Vivendio	34	Punto Solar
17	Efizity Ingenería SPA	35	H Energy SPA
18	Engie		

Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

La ANESCO Chile, cuenta entre sus asociados con la mayor cantidad de empresas de eficiencia energética en Chile, las cuales son empresas dedicadas al diseño e implementado de sistemas de eficiencia energética, dentro de las cuales ya estas empresas han desarrollado proyectos de energía Solar, Eólica, Térmica y Mareomotriz en nuestro país, siendo el grupo de empresas asociadas a la ANESCO las cuales generan la mayor oferta de proyectos de EE en Chile.

También existen en el mercado otras empresas que no pertenecen a la ANESCO a.g., las que se indican en la tabla 1-7 siendo algunas de ellas empresas multinacionales, que también desarrollan en Chile proyectos de eficiencia energética, las cuales también formarán parte de la oferta de mercado:

Tabla 1-7 Empresas no asociadas a la ANESCO

Ítem	Empresa EE	Ítem	Empresas EE
1	Intek Ltda.	11	ABS Group
2	Midea Carrier	12	Cintac.
3	Bosch	13	Abastible.
4	Grupo Atia	14	Enel X
5	ELEC	15	Enativa.
6	Maycom	16	EeChile
7	Scheider Electric	17	Tesla Energy
8	Anwo	18	Proyersa
9	Siemens	19	Gers
10	Trotter Industrial	20	Energética

Fuente: Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

1.3.3.1 Tamaño de las empresas ESCO en Chile.

De las 55 empresas consultadas, solo respondieron al cuestionario 40 de ellas, de las cuales se mostrarán los resultados de este estudio de mercado, siendo esta una

muestra representativa de las 119 empresas de eficiencia energética que desarrollan proyectos en Chile.

El estudio de mercado observó que la mayoría de las empresas de eficiencia energética encuestadas su principal rubro es la “Ingeniería y Consultoría de Proyectos” el cual representa un 37%, el siguiente rubro de relevancia es la “Implementación y Construcción de Proyectos” el que representa un 34% y el tercer rubro es la “Venta de Equipos de EE” el cual representa un 29%.

Los tamaños de las empresas encuestadas son un 32% de empresas grandes, el 10% de las empresas es mediana, y el 30% de las empresas son pequeñas, por último, el 28% de ellas son microempresas, lo anterior indica que el mayor porcentaje corresponde a pequeñas y microempresas (30% y 28% respectivamente) siendo estas un 58% de las empresas ANESCO, mientras que de las empresas externas destacan las grandes empresas con un 55%.

Para efectos de análisis, la información descrita se detalla en las tablas 1-8 y 1-9, que se presentan a continuación:

Tabla 1-8 Empresas Encuestadas, Según No de Trabajadores

Tamaño Empresa	Número Empresas
Grande	15
Mediana	9
Pequeña	15
Micro	16
TOTAL	**55**

Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

Tabla 1-9 Empresas ANESCO y externas al gremio

Tamaño Empresa	ANESCO	NO ANESCO
Grande	7	6
Mediana	3	1
Pequeña	9	3
Micro	10	1
TOTAL	**29**	**11**

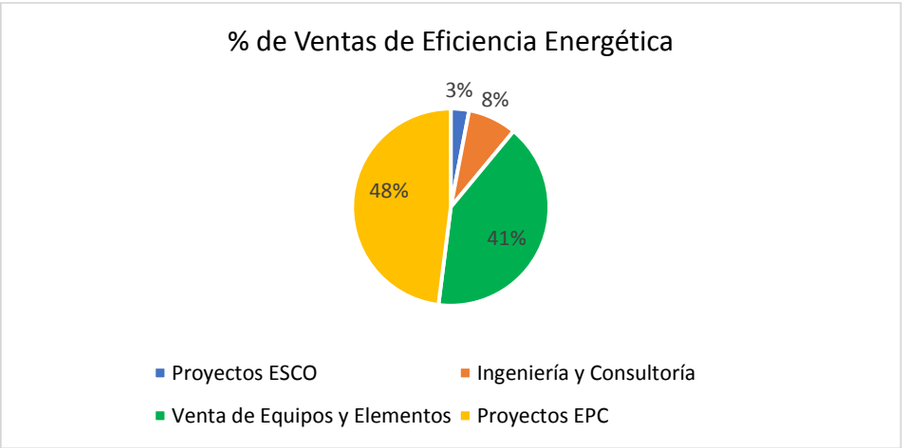
Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

1.3.3.2 Tamaño del mercado

Se presenta a continuación en el gráfico 1-2 los porcentajes de ventas asociadas a los 4 rubros, que según la encuesta predominan en el mercado de la eficiencia energética, los cuales son:

- Servicios de Ingeniería y Consultoría de Proyectos.
- Ventas de Equipos de EE.
- Servicios de Implementación y Construcción.
- Inversiones asociadas al modelo ESCO.

Gráfico 1-2 Ventas servicios eficiencia energética durante el año 2017

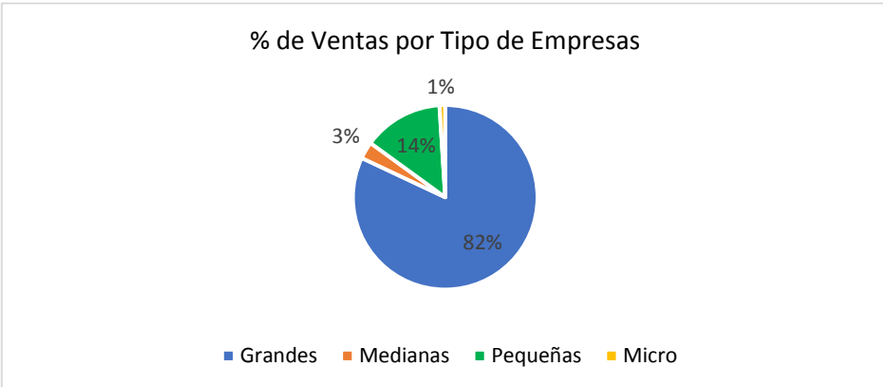


Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

El estudio de mercado también indicó que el año 2017, la envergadura del mercado asociado a las ventas totales en eficiencia energética, fueron de 245,3 MMUSD, de las cuales el 8% (19,8 MMUSD) son ventas relacionadas a servicios de "Ingeniería y Consultoría de Proyectos", un 41% (100,3 MMUSD) corresponde a "Ventas de Equipos y Elementos de EE", un 48% (118,7 MMUSD) corresponde a servicios de "Implementación y Construcción de Proyectos", siendo la "Venta de modelos ESCO" corresponden a un 3% (6,4 MMUSD).

También el estudio de mercado analiza el tipo de empresas que realizan este tipo de ventas, indicando si estas ventas corresponden a empresas grandes, medianas, pequeñas o microempresas, información que se presenta a continuación en el gráfico 1-3:

Gráfico 1-3 Total de ventas en porcentaje según tamaño de empresas

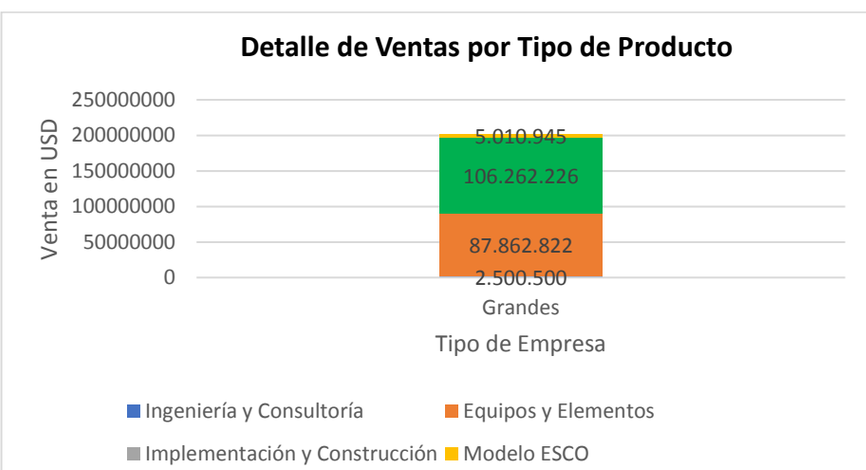


Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

El estudio arrojó que el total de ventas en el mercado de EE, las empresas grandes fueron las que realizan la mayor cantidad de negocios, aportando con un 82% (200,9 MMUSD), le siguen en venta de negocios de EE las pequeñas empresas con 14% (33,6 MMUSD), luego siguen empresas medianas con un 3% (8,1 MMUSD) y por último siguen las microempresas las cuales tienen el 1% (2,6 MMUSD) de las ventas de EE.

En el gráfico 1-4 se observa que las empresas grandes venden en mayor cantidad en el rubro de Implementación y Construcción (106,2 MMUSD) y Venta de Equipos/Elementos (87,8 MUSD), por otro lado, las empresas pequeñas hacen el mayor aporte en Ingeniería y Consultoría (15,2 MUSD).

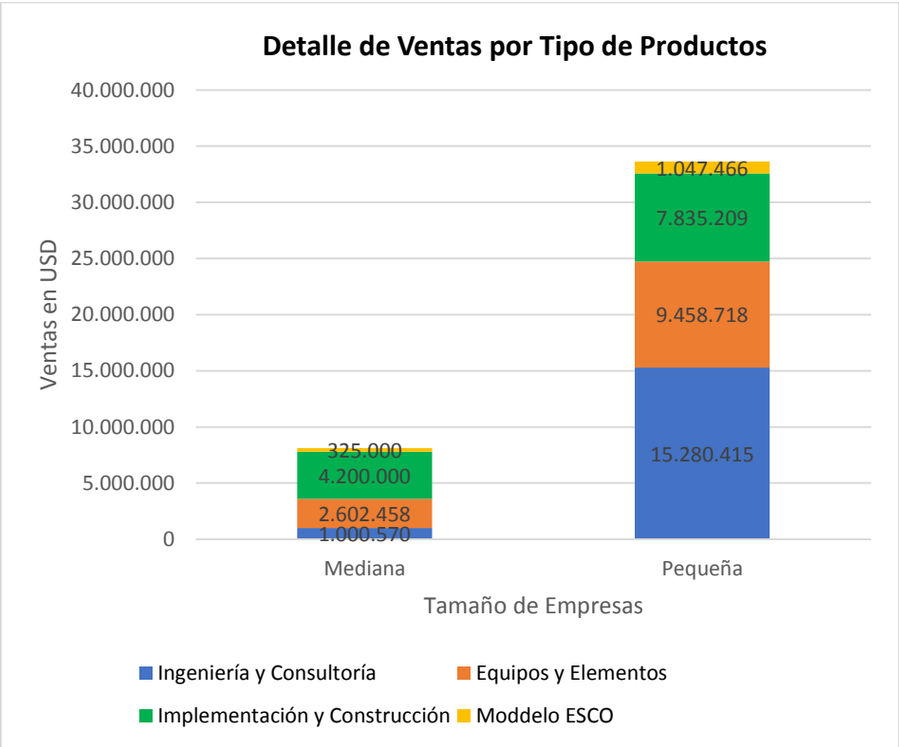
Gráfico 1-4 Detalle de ventas grandes empresas



Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

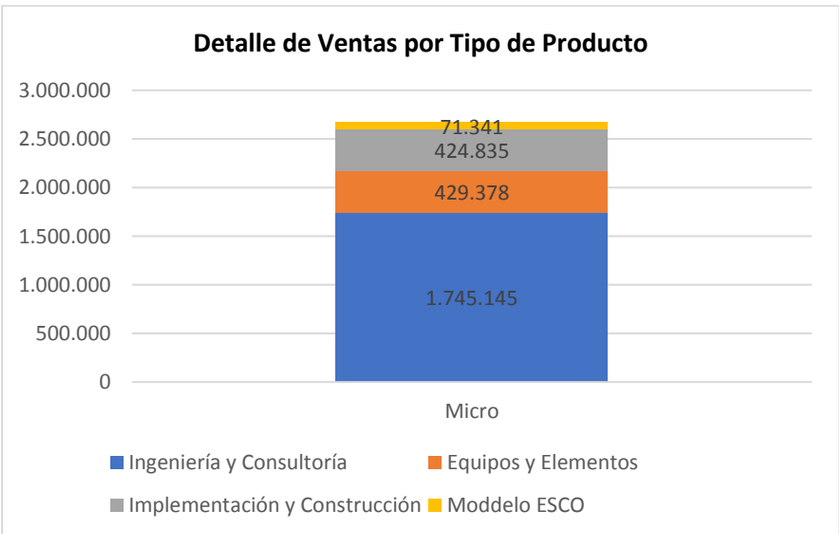
En el gráfico 1-5 y gráfico 1-6 se observa que las ventas de las pequeñas empresas en mayor cantidad son en el rubro de Implementación y Construcción (15,28 MMUSD) y Venta de Equipos/Elementos (9,45 MUSD), por otro lado, las microempresas sus mayores ventas son en Ingeniería y Consultoría (1,7 MUSD).

Gráfico 1-5 Detalle de ventas medianas y pequeñas empresas



Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

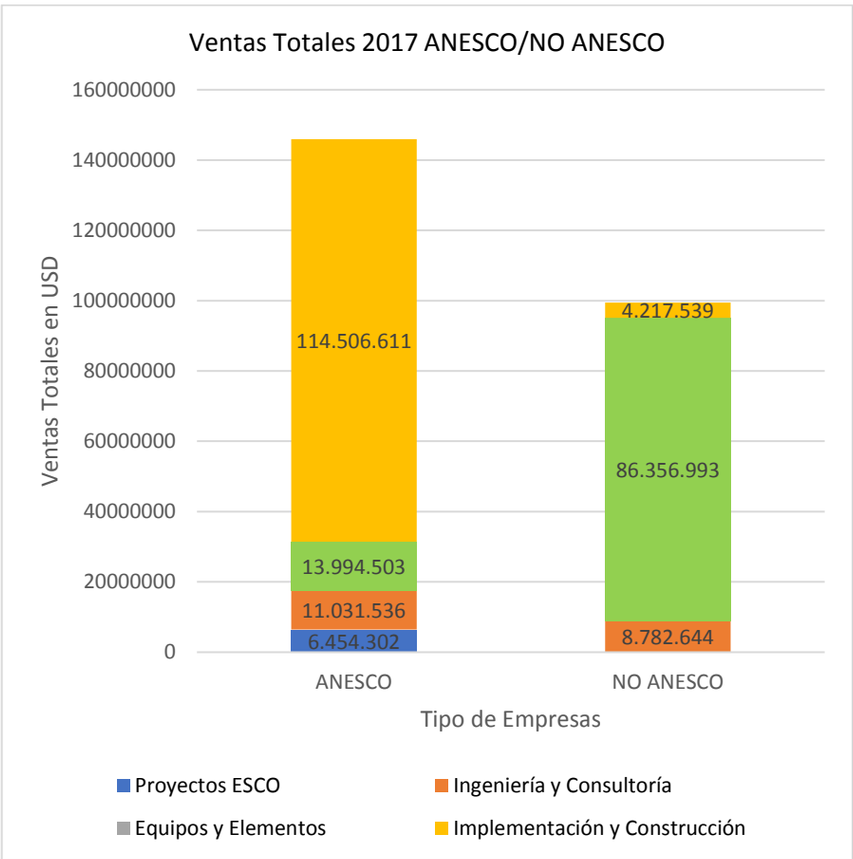
Gráfico 1-6 Detalle de ventas microempresas



Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

En el Gráfico 1-7 presenta el desglose del total de ventas generadas por ANESCO y NO ANESCO. En base a las ventas señaladas en el gráfico 1-7, así como de los servicios señalados, en este gráfico destaca la venta de servicios de “Implementación y Construcción de Proyectos” al interior de las empresas ANESCO, aportando con monto superior a los 114 MMUSD, los que equivalen a un 78% de las ventas, correspondiente al grupo de empresas asociadas a la ANESCO Chile a.g.

Gráfico 1-7 Ventas totales en USD durante el año 2017 asociadas a EE



Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

La tabla 1-10 presenta las ventas por sector, realizadas por entre las empresas pertenecientes a la ANESCO y las empresas externas no pertenecientes a la ANESCO, donde el sector de “Implementación y Construcción de Proyectos” que abarca el 96%, proviene de proyectos realizado por empresas asociadas a la ANESCO. En el caso de la “Venta de Equipos y Elementos de EE”, las empresas externas no pertenecientes a la ANESCO son las que producen la mayor parte de estas ventas, alcanzando el 86% de estas ventas.

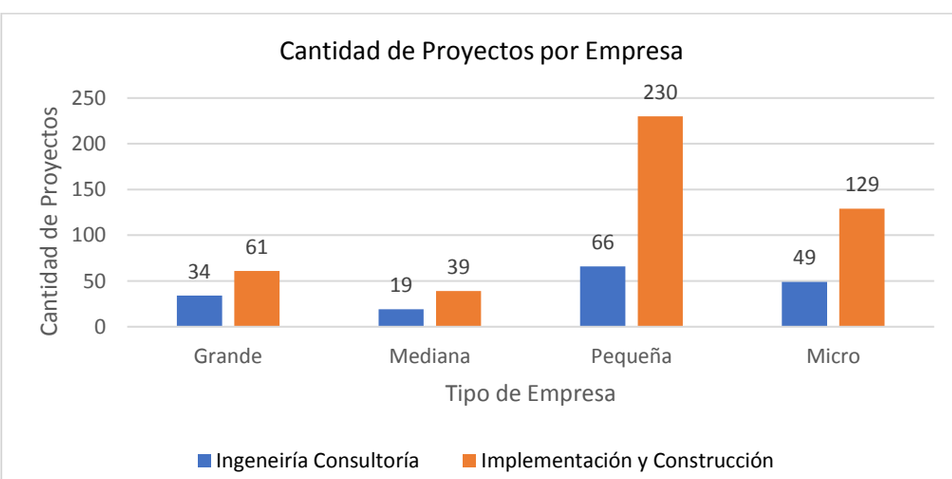
Tabla 1-10 Ventas por sector año 2017

SECTOR ASOCIADO	ANESCO		NO ANESCO		TOTAL	
	USD	**%**	**USD**	**%**	**USD**	**%**
Implementación y Construcción	114.506.611	96,4	4.217.539	3,6	118,724.150	100
Venta de Equipos y Elementos	13.994.503	13,9	86.356.993	86,1	100.351.496	100
Ingeniería y Consultoría	11.031.360	55,7	8.782.664	44,3	19.814.302	100
Proyectos ESCO	6.454.302	100	0	0	6.454.302	100

Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

El gráfico 1-8 y la tabla 1-11 muestran que las pequeñas empresas realizan del rubro de "Ingeniería y Consultoría de Proyectos" la mayor cantidad de estos con un 50% (230 proyectos), las cuales son seguidas por las microempresas que aportan con un 28% (129 proyectos), también muestran que en la "Implementación y Construcción de Proyectos" las empresas pequeñas son tambien las que realizan la mayor cantidad de proyectos con un 39% (66 proyectos), estas últimas empresas son seguidas por las microempresas las que aportan con un 29% (49 proyectos).

Gráfico 1-8 Cantidad de proyectos vendidos por tamaño de empresa



Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

Tabla 1-11 Cantidad de proyectos realizados por tamaño de empresa

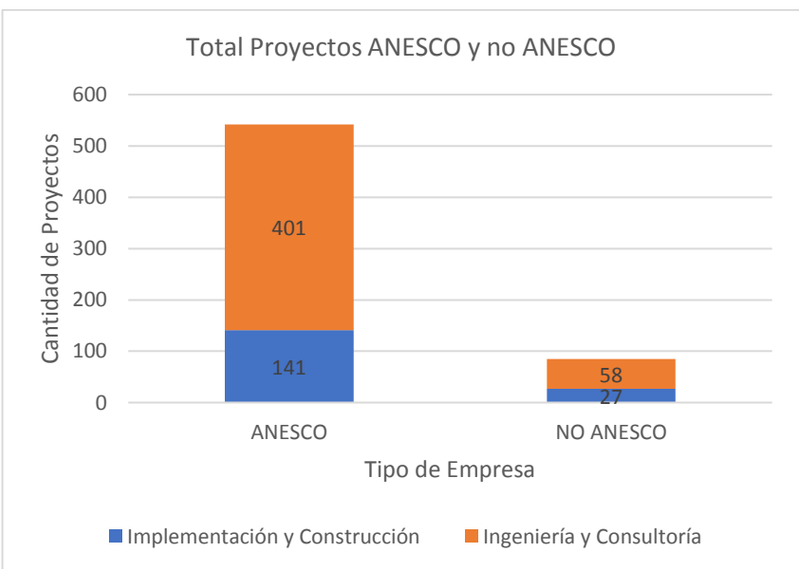
Tamaño Empresa	Cantidad de Proyectos	
	Ingeniería y Consultoría	Implementación y Construcción
Grande	61	34
Mediana	39	19
Pequeña	230	66
Micro	129	49
TOTALES	**459**	**168**

Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

El gráfico 1-9 muestra que del total de proyectos realizados en el mercado de eficiencia energética (627) del servicio de Ingeniería y Consultoría (459), el 87% son realizados por empresas ANESCO (401), y el 13% restante, fueron realizados por empresas externas.

En el servicio de Implementación y Construcción las empresas ANESCO realizan un 84% de los proyectos, versus un 16% de las empresas externas.

Gráfico 1-9 Proyectos realizados ANESCO vs no ANESCO, año 2017



Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

El estudio de mercado consideró relevante el análisis del tamaño promedio (en USD) de los proyectos, así como el tamaño de las empresas que los realizaron.

Dentro de los valores de la tabla 1-12, destacan el rubro de “Implementación y Construcción de Proyectos” con un tamaño promedio de 3 MUSD por proyecto, estos proyectos son realizados principalmente por empresas grandes. En el rubro de la “Ingeniería y Consultoría de Proyectos”, la tabla destaca la participación de las empresas pequeñas con negocios por un monto de 66.436 USD por proyecto.

El total de proyectos realizados en “Ingeniería y Consultoría de Proyectos” los cuales alcanzan a 459, el estudio reveló que el tamaño promedio es de 43.168 USD, comparando estas cifras con el rubro de la “Implementación y Construcción de Proyectos”, se realiza una menor cantidad de proyectos (168), no obstante, el valor que muestra la tabla 1-12 es más elevado 706.691 USD.

Tabla 1-12 Cantidad de proyectos y tamaño de empresa

Tamaño Empresa	Ingeniería y Consultoría		Implementación y Construcción	
	Cantidad de proyectos	Tamaño Promedio USD	Cantidad de proyectos	Tamaño Promedio USD
Grande	61	29.312	34	3.125.360
Mediana	39	25.656	19	221.053
Pequeña	230	66.436	66	118.715
Microempresa	129	13.528	49	8.670
Total	**459**	**43.168**	**168**	**706.691**

Fuente: Estudio de mercado eficiencia energética 2019 (ANESCO a.g.)

1.3.4 Análisis de precios y sistema de comercialización

Considerando que se ha determinado que los productos y servicios a comercializar por la empresa a crear, serán:

a) Servicios de ingeniería y consultoría en eficiencia energética.
b) Desarrollo e implementación de plantas fotovoltaicas (modelo EPC).
c) Venta de energía eléctrica a futuro, modelo ESPC (ESCO).

Principalmente el estudio de mercado mostro que los resultados observados, correspondientes a las empresas encuestadas, para el año 2017, en eficiencia energética,

indica que invirtieron un total de 245,3 MMUSD, dentro de los cuales 145,9 MMUSD pertenecen a asociados de la ANESCO, cuya principal área de ventas fueron los “Servicios de Implementación y Construcción de Proyectos”, aportando con unos 114,5 MMUSD; en tanto las empresas externas no asociadas a la ANESCO encuestadas, alcanzaron montos de 99,3 MMUSD, dentro de los cuales se destacaron la “Venta de equipos y elementos asociados a eficiencia energética” con un aporte de 86,3 MMUSD.

El estudio de mercado obtuvo que del total de las ventas asociadas al mercado de la EE, las empresas grandes son las que aportan con la mayor cantidad de ventas aportando con 200,9 MMUSD (82%), las que son seguidas por las empresas pequeñas con un aporte de 33,6 MUSD (14%), donde las empresas medianas aportan con unos 8,1 MUSD (3%), por último el menor aporte en ventas lo realizan las microempresas con 2,6 MUSD, esto corresponde al 1% del total de ventas del negocio.

A su vez, el servicio dónde se realizan la mayor cantidad de ventas corresponde a “Implementación y Construcción de Proyectos”, siendo las grandes empresas las que realizan el mayor aporte con 106,2 MMUSD (90% del total de ventas). De igual forma las “Ventas de equipos y elementos asociados a EE”, son realizados por las grandes empresas aportando con unos 87,8 MUSD (88%), siendo las pequeñas empresas las que realizan servicio de “Ingeniería y Consultoría de Proyectos” aportando con unos 15,2 MUSD (77%).

Al considerar el desempeño de las ventas particulares de la ANESCO, esta asociación ha generado un aumento de sus ventas del orden del 270%, esto si lo comparamos con los resultados del año 2016, lo anterior muestra una tendencia constante al crecimiento donde este mercado tuvo ventas de 8, 12 y 54 MMUSD los años 2014, 2015 y 2016 respectivamente, lo anterior según información reportada por la ANESCO.

El estudio de mercado indica que, en el transcurso del año 2017, se realizaron un total de 627 proyectos en eficiencia energética los cuáles fueron ejecutados particularmente por pequeñas empresas con un total de 296 proyectos, las cuales son seguidas por microempresas con las que aportan con 178 proyectos. Se ve de lo anterior que las empresas asociadas a la ANESCO generaron 542 proyectos de EE y las empresas externas no pertenecientes a la ANESCO desarrollaron 85 proyectos de EE.

Los servicios con más cantidad de proyectos fueron la “Ingeniería y Consultoría de Proyectos” con unos 458 proyectos, seguidos de los servicios de “Implementación y Construcción de Proyectos” con 168 proyectos, la mayor cantidad de proyectos fue ejecutada por pequeñas empresas las que ejecutaron el 50% (230) y 39% (66), proyectos respectivamente.

Del servicio de “Ingeniería y Consultoría de Proyectos” las empresas asociadas a la ANESCO han realizado el 87% de dichos proyectos los que suman más 400, estos proyectos fueron principalmente servicios de “Ingeniería Conceptual y de Detalle” con un 74% y servicios de “Diagnóstico Energético” con un aporte de un 63%. De los servicios de “Implementación y Construcción de Proyectos”, se ejecutaron unos 167 proyectos, siendo 141 proyectos el 84% de los asociados a la ANESCO y 27 proyectos el 16% de las empresas externas no asociadas a la ANESCO encuestadas, las cuales realizaron los siguientes servicios con mayor demanda: “Implementación de sistemas de control eficiente” con un 73% y los sistemas térmicos eficientes con un 36%.

El estudio revelo que los rubros a los que más se les provee servicios son:

- Ingeniería y Consultoría de Proyectos, estos corresponden a alimentos y bebidas, junto con Retail (41% cada sector).
- Implementación y Construcción de Proyectos, estos corresponden a: Salud (41%), Retail (36%) y Minería de cobre (36%).

No obstante, lo anterior, considerando la venta de equipos, esta venta alcanzó un total de 499.500 equipos, donde un 88% se vendieron por medio de grandes empresas alcanzando unos 441.320 equipos, seguidas de las pequeñas empresas con un aporte del 11% alcanzando unos 56.250 equipos.

El 82% de las ventas de equipos son de empresas asociadas a la ANESCO, donde sus principales ventas se orientaron a “Calefacción de Edificios” con un 47% y “Control y Gestión de Energía” con un 47%. Siendo el 18% empresas externas no asociadas a la ANESCO, las que vendieron principalmente Calefacción de Edificios con un 75% y proyectos de “Calor Industrial” con un 63%. Respecto a la venta de proyectos ESCO y específicamente a los activos, las empresas ANESCO informaron un total de 81 proyectos y las empresas externas entregaron información de 1 (en el año 2016), donde el servicio más requerido fue “Sistemas de Iluminación Eficiente” con un 62% y servicios de “Control Eficiente” con un 54%.

Los sectores a los que más se les vendieron servicios de EE y les hicieron proyectos ESCO, son respectivamente: RETAIL con un 64%, para la venta de productos fue el sector de Salud con un 31%, para los proyectos ESCO.

El estudio de mercado reveló que la principal fuente de financiamiento de los proyectos ESCO fueron, para las empresas de ANESCO, siendo los bancos los que financiaron estos proyectos con un 80%, seguida por el financiamiento propio de los

clientes con un 40%. No se cuenta con datos de financiamiento, para proyectos ESCO por parte de externas a la ANESCO, razón por la cual no son nombradas.

Como una de las conclusiones el estudio de mercado indica que las ventas tanto de empresas ANESCO, como las externas a la ANESCO, así como de los diversos rubros y clientes con los que estas trabajan, es importante mencionar la gran relevancia que tiene el sector del RETAIL y del sector de la Minería del Cobre, lo anterior como promotores en la realización de proyectos de eficiencia energética, ya que estos hoy están participando en todos ellos, los siguen el área de la salud, alimentos, bebidas, hotelero y oficinas.

Otra área que investigó el estudio de mercado corresponde a los recursos humanos que trabajan en este mercado, donde actualmente trabajan 14.622 personas en el rubro de la EE, de los cuales trabajan con contrato directo el 59%. De este universo de trabajadores el 15% son mujeres, disminuye a 10% si se consideran las mujeres que trabajan en forma indirecta, donde la ANESCO cuenta con el mayor porcentaje de mujeres contratadas, con un 7% de las contrataciones.

El estudio de mercado también indicó que la ANESCO, es la asociación que cuenta con el mayor porcentaje del personal contratado de manera directa, ya que 5.910 son contratadas de manera directa con un 77% de las 7.693 personas que trabajan en el gremio. Las empresas externas a la ANESCO cuentan con 6.929 personas contratadas, de ellas sólo 2.771 son contratadas en forma directa lo que es un 40% de su personal.

Los resultados sobre las motivaciones, para ingresar a mercado de la EE, los encuestados señalan que las principales razones corresponden a la experiencia del equipo fundador es el factor relevante con 73%, para las empresas ANESCO y un 43%, para las empresas externas a la ANESCO, lo siguen el contar con una red de contactos relevantes, para ANESCO 46%, así como la escaza competencia con un 22%, para las empresas externas a la ANESCO.

El estudio de mercado estableció que el conocimiento del modelo ESCO a nivel nacional, las empresas encuestadas señalaron que los tres principales problemas, para el mercado de las ESCO son:

a) La falta de conocimiento de los clientes del sistema (24%, 18 empresas).

b) La eficiencia energética no es una prioridad, para los clientes (22%, 17 empresas).

c) La falta de financiamiento de riesgo (16%, 12 empresas), en el caso ANESCO.

Las empresas no ANESCO señalaron, que los principales problemas del mercado son la desconfianza de los clientes en los contratos tipo ESPC, la metodología de medición y verificación de los ahorros (21%, 5 empresas), así como la falta de

financiamiento al riesgo (21%, 5 empresas) y la falta de conocimiento por parte de los clientes del sistema de ahorro (17%, 4 empresas).

1.3.5 Resumen estudio de mercado

El estudio de mercado sobre el cual se encuentra apoyado el presente estudio de prefactibilidad, fue realizado por la ANESCO Chile a.g. (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos de Chile asociación gremial) en adelante ANESCO.

El estudio de mercado realizado por la ANESCO se elaboró el año 2018, donde se encuestaron un total de 40 empresas, las cuales desarrollan proyectos de eficiencia energética, dentro de las cuales el 73% de las empresas pertenecen a la ANESCO Chile a.g. y el resto son externas.

La muestra fue definida considerando en primer lugar a todas las empresas pertenecientes a ANESCO y luego creando una base de datos de las empresas externas a este gremio, el cual consta de 119 empresas. A estas 119 se les hizo envío de la encuesta y se trató de contactar vía telefónica, pero dada la falta de respuesta se priorizaron 15 empresas de las cuales 11 finalmente contestaron.

El 32% de las 40 empresas encuestadas son grandes empresas, un 10% son empresas medianas, un 30% son empresas pequeñas y un 28% son microempresas. Dentro de las empresas externas a la ANESCO encuestadas, la mayoría son empresas grandes con un 55%, donde la ANESCO cuenta con el mayor porcentaje de microempresas con un 34,5% y empresas pequeñas con un 31%.

El estudio se dividió en 4 áreas:

a) Servicios de Ingeniería y Consultoría de Proyectos.
b) Venta de Equipos y Elementos de eficiencia energética.
c) Servicios de Implementación y Construcción de Proyectos.
d) Proyectos con financiamiento y contrato ESPC ESCO.

El año 2017 el tamaño de mercado en eficiencia energética fue de 245,3 MMUSD, de las cuales el 48% con unos 118,7 MMUSD, corresponden a ventas asociadas en “Servicios de Implementación y Construcción de Proyectos”, un 41% con unos 100,3 MMUSD, corresponden a la “Ventas de Equipos y Elementos de EE” un 8% con unos 19,8 MMUSD a “Servicios de Ingeniería y Consultoría de Proyectos” y un 3% con un 6,4 MMUSD, correspondiente a la venta de Modelos ESCO.

Las ventas durante el año 2017 el 60 % con un 145,9 MMUSD, corresponden a empresas asociadas a la ANESCO, esto muestra un aumento del 270%, comparado con el año 2016 (54 MMUSD). Del estudio se puede observar una tendencia permanente al

aumento del negocio con ventas cercanas a los 8, 12, 54 y 145,9 MMUSD durante los años 2014, 2015, 2016 y 2017 esto respectivamente.

El análisis de las cantidades de ventas de esos rubros, con relación a la cantidad de proyectos, se obtiene el siguiente resultado, para cada uno de los rubros o servicios:

- Implementación y Construcción de Proyecto, promedio en EE de 706.000 USD.
- Venta de Equipos y Accesorios de EE, promedio por equipo de 200 USD.
- Ingeniería y Consultoría de Proyectos, promedio por proyecto de 43.000 USD.

El servicio que realizaron las empresas y que reportaron las principales ventas es el de “Implementación y Construcción de Proyectos”, y en este tipo servicio los proyectos de “Control Eficiente” representaron las principales ventas con un 73%. El segundo servicio que realizaron las empresas encuestadas y que reportaron las mayores ventas fue la “Venta de Equipos y Elementos Asociados a la EE”, particularmente estos equipos y elementos fueron de calefacción en edificios con un 56% del total y el tercer servicio fue el de “Ingeniería y Consultoría de Proyectos”, donde destaco la venta de “Ingenierías Conceptuales y de Detalle” las que aportaron con un 74% de estas ventas.

Respecto a los resultados obtenidos, en la ejecución de proyectos tipo modelo ESCO, este tipo de proyectos reportó a un 3% de las ventas del año 2017, donde quedaron 81 proyectos en operación durante ese mismo año, es importante mencionar que de las 40 empresas encuestadas, nueve (9) de ellas realizaron proyectos bajo el modelo de negocio ESCO, siendo seis (6) de estas nueve empresas principalmente pequeñas empresas, con una participación del 46%, las restantes tres (3) empresas corresponden a medianas empresas con una participación del 24%.

Las empresas ANESCO encuestadas indicaron que las barreras detectadas, para el aumento en las ventas de EE, son principalmente que falta conocimiento por parte de los clientes de cómo opera el método de ahorro de energía con un 24% y que aún los clientes no consideran una prioridad el invertir en eficiencia energética con un 22%.

Las empresas externas a la ANESCO respecto del punto anterior, estas empresas respondieron que las principales barreras, para el aumento en los proyectos de EE son los siguientes: la escasez de financiamiento con un 21%, el desconocimiento y la poca confianza de los clientes, relacionada con los modelos de contratos existentes y los métodos de medición y certificación de los ahorros de energía con un 21%.

Las empresas encuestadas informaron que el personal asociado a estos tipos de proyectos de EE, alcanza un total de 14.622 de los cuales el 15% son mujeres con 2.219 colaboradoras.

1.3.6 Precio de mercado

Para el análisis del precio de mercado, el presente estudio de prefactibilidad se apoyará en lo señalado en el informe de precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución, comercializados en Chile a noviembre de 2016, informe basado en los sistemas adjudicados mediante el Programa de Techos Solares Públicos (PTSP), desarrollado por el ministerio de energía de Chile (MINENERGIA) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, GIZ), se muestra a continuación los precios promedio, para sistemas FV de 1 - 5 kWp, 5 - 10 kWp, 10 – 30 kWp, 30 – 100 kWp.

El estudio, para confeccionar este informe, implicó responder una encuesta on-line, la cual además de solicitar el costo de los sistemas FV llave en mano, requirió que el costo estuviese basado en especificaciones técnicas previamente definidas, lo que permitió comparar proyectos FV técnicamente estandarizados. En la tabla 1-13 se señalan las características técnicas de los sistemas FV que fueron considerados en el estudio:

Tabla 1-13 Especificaciones técnicas estudio de precios sistemas FV (2016)

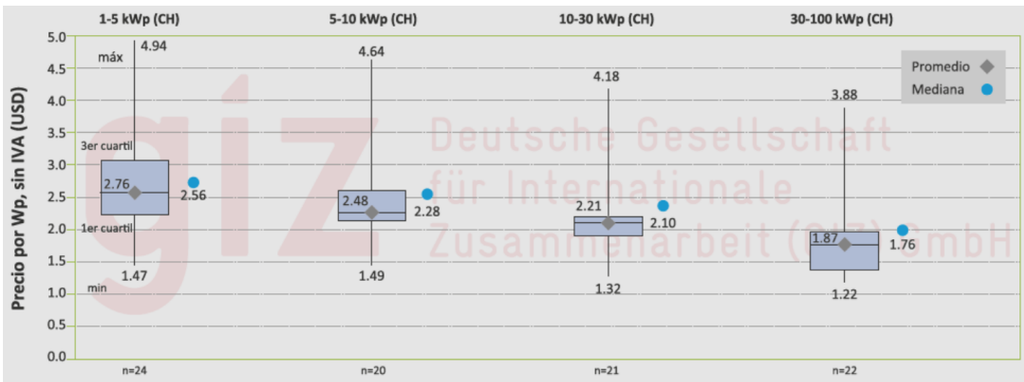
Paneles FV	Inversor	Estructura de Soporte
Los paneles FV están autorizados por la SEC	Autorizado por la SEC	El soporte es de aluminio
El marco de la estructura es anodizado.	El inversor tiene un grado IP65, para ambientes exteriores y un IP54, para ambientes interiores.	Para aplicaciones comunes, la pernería utilizada, para la sujeción de paneles FV es de acero inoxidable A2 DIN/ISO
La garantía de potencia de salida es igual o superior al 80% de la potencia máxima del panel FV, al año 25 después de la puesta en operación.	La eficiencia del inversor el mayor o igual al 95% cuando se encuentra en un punto de operación entre el 30% y el 100% de potencia de entrada.	En zonas costeras, la pernería utilizada, para la sujeción de los paneles FV es de Acero A4 DIN/ISO

La garantía de fabricación es de al menos de 10 años.	La garantía de fabricación es de al menos 5 años.	El montaje de la estructura de soporte es a nivel de techo.
Tiene servicio técnico disponible en Chile.		
Vida útil de la instalación es de 25 años		

Fuente: Informe índice de precios sistemas FV (www.minenergia.cl)

El gráfico 1-10 indica los precios máximos y mínimos, medianas y promedios en USD por cada uno de los rangos de potencia anteriormente mencionados, obtenidos por el ministerio de energía en la encuesta aplicada en septiembre de 2016 a empresas proveedoras FV chilenas, participantes en el Programa Techos Solares Públicos (PTSP).

Gráfico 1-10 Precio neto de 1 kWp en sistemas FV a nivel nacional



Fuente: Informe índice de precios sistemas FV (www.mineneria.cl)

Visto lo anterior, con los valores del gráfico 1-10 y considerando un valor del dólar al 31 de enero de 2021, se puede obtener el costo promedio de los sistemas FV según los rangos de potencia antes señalados:

a) Sistema FV entre 1 y 5 kWp costo promedio por kWp = $ 2.014.800 pesos.
b) Sistema FV entre 5 y 10 kWp costo promedio por kWp = $ 1.810.400 pesos.
c) Sistema FV entre 10 y 30 kWp costo promedio por kWp = $ 1.613.300 pesos.
d) Sistema FV entre 30 y 100 kWp costo promedio por kWp = $ 1.365.100 pesos.

Costo promedio de 1 kWp es de $ 1.700.900 pesos.

Analizados los datos anteriores, se puede decir que valores del índice de precios elaborado por el ministerio de energía, están sobre el costo promedio por kWp de los sistemas FV, que comercializará la empresa en formación el cual se muestra en la tabla 1-14, según el estudio de costos que se muestra en el capítulo 2 de este estudio de

prefactibilidad, donde la empresa en formación con este precio podrá comercializar plantas FV entre 1 y 30 kWp.

Tabla 1-14 Costo promedio por kWp en pesos chilenos

Precio por KWp URQCOM SOLAR	**$ 1.378.417**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

CAPÍTULO 2: LA INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2.1 ESTUDIO DE COSTOS

El estudio de costos determinará los productos, subproductos e insumos, requeridos en la implementación de los proyectos fotovoltaicos, así como realizará la estructura de costos fijos y variables, determinará los costos de operación, así como también determinará los gastos administrativos, financieros y comerciales de la empresa en formación.

Respecto al estudio de costos, es importante recordar que la empresa de ingeniería eléctrica a crear enfocará su quehacer en clientes con altos o medios consumos de energía eléctrica y que estos están conectados a las fuentes de energía eléctrica convencionales.

También es importante mencionar que en el capítulo I se definieron como los principales servicios a comercializar los que se indican a continuación:

a) Servicios de ingeniería y consultoría en eficiencia energética.

b) Desarrollo e implementación de Plantas fotovoltaicas (modelo EPC).

c) Venta de energía eléctrica, modelo ESPC (ESCO).

También es importante considerar que los productos a comercializar no son productos de fabricación masiva, sino que son productos que nacerán de proyectos en particular, cada uno de ellos a desarrollar en clientes con distintos consumos de energía eléctrica y con distintas condiciones técnicas en sus instalaciones.

La viabilidad de producción de energía eléctrica por medio de las ERNC, para el autoconsumo tanto en la industria, como en el comercio, así como a nivel domiciliario se encuentra establecida en la ley 20.571 de generación distribuida, en orden de generar esta energía principalmente, para el autoconsumo y la venta de sus excedentes de energía generada a las empresas distribuidoras, lo cual está sujeto al cumplimiento de algunos requisitos de base, los cuales se indican a continuación:

a) El cliente debe ser un cliente con tarifa regulada, tales como clientes residenciales, comerciales o pequeñas empresas o industrias.
b) La energía generada debe ser por medio de ERNC o proveniente de algún sistema de cogeneración de energía eficiente.
c) El cliente debe contar con una capacidad instalada menor a 100 kW.
d) El cliente debe contar con una potencia contratada menor a 2.000 kW.

e) Las instalaciones eléctricas deben ser realizadas, por un instalador eléctrico autorizado por la SEC[14].

f) Los equipos y materiales que correspondan deben estar certificados por la SEC.

La factibilidad de todo proyecto fotovoltaico que desee interconectarse a la red de distribución de energía eléctrica estará sujeto al cumplimiento de los primeros cuatro puntos, el quinto y sexto punto deberán cumplirse al momento de la ejecución del proyecto.

A su vez y en orden de evaluar la real situación y requerimiento de energía eléctrica de cada cliente, se deberá solicitar el formulario "Solicitud de Información" a la respectiva empresa de distribución de energía eléctrica que corresponda a cada cliente.

Debido a que la empresa a crear deberá diseñar e implementar un número de clientes con diversos requerimientos de potencia, se hace necesario, para el estudio de costos estandarizar los diseños de plantas fotovoltaicas en orden de en su estudio preliminar de potencia, estos estudios sean llevados a soluciones estandarizadas, para cada uno de estos proyectos.

De igual forma y como caso base, este estudio de factibilidad realizará el análisis de un proyecto en particular, el cual contendrá todo lo necesario que se deba analizar, para el correcto desarrollo e implementación de una planta fotovoltaica.

2.1.1 Determinación de insumos, productos y subproductos

2.1.1.1 Caso base

Se establecerá como caso base el diseño e implementación de una planta fotovoltaica, para lo cual se ha tomado la evaluación de una planta fotovoltaica de 30 KW, donde dicha planta fotovoltaica atenderá los requerimientos de energía de los servicios comunes de una SSEE/MT[15], la cual se encuentra ubicada en la región de Arica y Parinacota.

Mas adelante se presentará la información del recurso solar existente en el sitio de instalación de esta planta fotovoltaica, basada en modelación numérica de la transferencia de radiación solar en la atmosfera y en los datos satelitales de alta resolución, para la posición de emplazamiento de una Subestación Eléctrica de tipo MT/BT.

---

[14] SEC: Superintendencia de electricidad y combustibles.
[15] SSEE/MT: Subestación eléctrica de media tensión.

2.1.1.2 Estandarización de potencias fotovoltaicas.

La determinación de los productos, subproductos e insumos a comercializar estará dada por la estandarización de los sistemas generadores de energía eléctrica fotovoltaica, para lo cual consideraremos las potencias típicas con las cuales las empresas distribuidoras de energía eléctrica realizan sus empalmes, empalme el cual se traduce en la potencia conectada, según las potencias específicas que la legislación vigente permite.

Debido a que las plantas generadoras de energía eléctrica fotovoltaicos, se construirán al interior de las instalaciones del cliente, la cual alimentará o proveerá de energía a la red eléctrica interior del inmueble existente, ya sea que este sea un domicilio particular, un local comercial, una empresa o una industria, cada uno de estos inmuebles deberá cumplir dos condiciones elementales, las cuales nos permitirán no realizar adecuaciones mayores que revistan un mayor costo, en la implementación de los proyectos fotovoltaicos (FV):

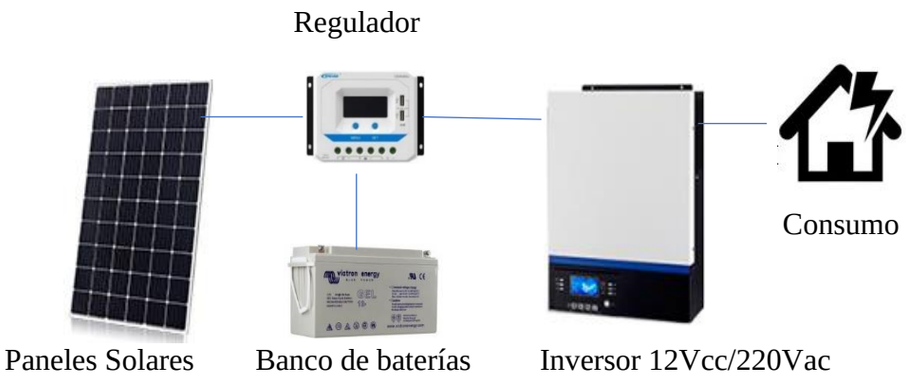
a) La planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica proyectada no debe superar la potencia conectada del inmueble.
b) Las instalaciones eléctricas al interior de los inmuebles, deberá estar de acuerdo con la norma eléctrica NCh 4/2003.

2.1.1.3 Determinación de equipos, materiales e insumos

Para la determinación de los productos finales a comercializar, primero se determinarán los equipos, materiales e insumos que requerirá cada una de las plantas o sistemas fotovoltaicos, lo anterior según sus potencias requeridas, a modo de ejemplo estándar.

Se muestra a continuación en el esquema 2-1 la estructura básica de un sistema fotovoltaico del tipo Off-Grid (fuera de la red), el cual muestra los principales equipos y componentes que forma la estructura de un sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica, donde podemos ver un panel fotovoltaico el cual toma la energía de la radiación solar y la convierte en energía eléctrica (CC), la cual pasa a un regulador de voltaje el cual carga las baterías e intermedia entre el banco de baterías y el equipo inversor de potencia, este último convierte la energía eléctrica de corriente continua (CC) en energía eléctrica corriente alterna (CA), inversor el cual energiza el tablero que el proyecto a determinado alimentar con la energía eléctrica fotovoltaica del respectivo inmueble:

Esquema 2-1 Sistema fotovoltaico Off-Grid típico



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.4 Paneles fotovoltaicos

Un sistema generador de energía eléctrica fotovoltaica está constituido por una serie de paneles fotovoltaicos también llamados placas solares, cada uno de ellos compuestos por celdas también llamadas células de cilicio monocristalino o policristalino de diferentes configuraciones, que al sumar las potencias de estos paneles determinarán la potencia total del sistema fotovoltaico.

Dependiendo del número de células o células solares que tiene cada panel solar podemos distinguir 3 tipos de paneles solares:

a) Paneles solares de 36 células y 12V.
b) Paneles solares de 72 células y 24V.
c) Paneles solares de 60 célula y 12 V/24V.

Principalmente y de manera lógica los paneles fotovoltaicos de 12V se utilizan en la carga de baterías solares de 12V, los paneles fotovoltaicos de 24V son, se utilizan en la carga de baterías solares de 24V y los paneles fotovoltaicos de 60 células, mediante la utilización de reguladores MPPT, se utilizan para recargar baterías solares de 12v y 24V.

Con el incremento de las potencias en los paneles fotovoltaicos, actualmente y debido a sus respectivos valores de tensión de trabajo (Vmp), es inevitable la utilización de reguladores MPPT. También se encuentran paneles fotovoltaicos de 12V con 72 células y paneles fotovoltaicos de 24V con 144 células.

Cada panel fotovoltaico cuenta con diodos integrados, los cuales protegen las celdas o células solares, estos paneles fotovoltaicos normalmente vienen montados sobre marcos de aluminio anodizado, mejorando la resistencia de los paneles contra acción de los vientos presentes en el lugar de la instalación del sistema fotovoltaico, a su vez la

mayoría de los marcos de aluminio, pueden contener el cableado que permite la conexión con los cables provenientes del exterior del sistema fotovoltaico.

Tabla 2-1 Potencias estandarizadas por la industria

Cantidad de Células	Potencias de Fabricación (W)			
144 células (2 x 72)	390	395	400	405
144 células (2 x 72)	340	345	350	355
120 células (2 x 60)	285	290	295	300
72 células (2 x 36)	120	160	275	330
36 células (1 x 36)	30	50	80	90

Fuente: Ficha técnica TSM-DE15M(II) rango panel 390-415 W

Estos paneles fotovoltaicos o comúnmente llamados placas solares son fabricados completamente a prueba de deformaciones y congelamiento por agua, estos paneles cuentan con un gran rendimiento energético dado a su alta transparencia, son fabricados con bajo contenido de hierro, con vidrio templado altamente resistente y revestimiento antirreflejo en sus células solares, la fabricación de estos paneles solares está estandarizada y puede ser en paneles FV de 36, 72 y 60 células y peso reducido, como se muestra en la tabla 2-1.

2.1.1.5 Características técnicas de un panel fotovoltaico

Dentro de las características técnicas de un panel fotovoltaico, existen al menos cinco (5) conceptos que son importantes de entender al momento de diseñar un sistema FV, los cuales son:

a) **Voltaje en Circuito Abierto o VOC (Open Circuit Voltage): E**s la tensión expresada en voltios que el panel entrega cuando está desconectado, este voltaje se obtiene al medir con un voltímetro los terminales de un panel que se encuentre desconectado de la instalación y expuesto al sol, el voltaje obtenido será el voltaje de circuito abierto.

b) **Intensidad en cortocircuito o ISC (Intensity Short Circuit): E**s la intensidad de corriente expresada en Amperes que el panel puede producir cuando está en cortocircuito al unir sus cables positivo y negativo del mismo panel, y mediante un amperímetro de tenaza podremos medir la intensidad máxima de corriente que es capaz de generar el panel fotovoltaico.

c) **Voltaje a máxima potencia o VMP (Voltage Maximum Power):** Es la tensión expresada en voltios la cual determina el tipo de panel, puede ser 12V, 24V u otro valor de tensión superior a los señalados. Un panel de 12V indicará que este voltaje estará entre 15 y 19V, para paneles de 24V esta cifra deberá estar entre los 36 y 39V. Estos valores (V) deben ser de ese modo porque el voltaje que debe ofrecer el panel deberá ser siempre superior al voltaje de carga de la batería.

d) **Intensidad a máxima potencia o IMP (Intensity Maximum Power**): Es la intensidad de corriente en Amperes, la cual indica la intensidad máxima que produce el panel al estar conectado a la instalación.

En el caso que un panel FV genere una intensidad de corriente 11.13A, no deberemos utilizar un regulador de 10A, debido a que el regulador quedará mal dimensionado con una potencia inferior a la máxima que puede recibir, para la potencia que puede llegar a entregar el panel FV.

e) **Potencia Máxima o PMAX (Power Maximum):** Es el valor de potencia que determina el modelo de panel, este valor lo podemos obtener si multiplicamos el VMP (voltaje a máxima potencia) x el IMP (la corriente a máxima potencia).

2.1.1.6 Inversores

Cada planta fotovoltaica cuenta con un inverso de corriente, el cual toma la potencia (V/I) continua (corriente continua) generada por los paneles FV fotovoltaicos y la transforma en potencia (V/I) alterna (corriente alterna).

Dentro de los inversores, se distinguen varias tecnologías, las cuales pueden realizar otras funciones adicionales a la inversión de corrientes:

Inversor String: Es el inversor estándar del mercado. Se le define como “Inversor centralizado” o “Inversor de cadena”, con este tipo de inversores cada panel FV es conectado en serie, donde la energía producida por los paneles FV es recibida por un solo inversor.

Este es la alternativa más normalizada y económica del mercado FV, son de fácil de identificar y reconocer, también cuenta con un mantenimiento sencillo.

Se debe tener en consideración que el uso de un solo inversor instalado en cadena, este solo producirá una energía máxima igual a la energía del panel FV que menos energía genere en el sistema.

Micro inversor: El micro inversor es un inversor “distribuido”, diferente al inversor anterior, ya que, en los sistemas fotovoltaicos con este tipo de inversores, se debe instalar uno de estos inversores por cada panel fotovoltaico.

Optimizador de Potencia: Este equipo es complementario al inversor String clásico. De igual forma que el micro inversor, el optimizador de potencia se debe instalar uno de estos por cada panel FV, este equipo controla cada panel FV, pero la energía que este produce es recibida por un inversor centralizado (String).

Este tipo de equipo se usa cuando se desea aumentar la eficiencia del sistema FV y evitar agregar micro inversores.

Cargador de Baterías: Este tipo de equipo se utiliza en sistemas fotovoltaicos "Off Grid" (fuera de la red eléctrica), estos sistemas deben contar con un banco de baterías el cual será cargado con la energía no consumida por el sistema fotovoltaico, una vez que el sistema FV deje de producir energía, esta energía será provista por el banco de baterías.

Regulador Solar: Este equipo se utiliza, en orden de regular la producción de energía FV protegiendo principalmente las baterías cuando estas ya están cargadas, evitando que el arreglo FV sobrecargue las baterías alargando su vida útil, permitiendo que el sistema FV opere correctamente.

2.1.1.7 Determinación de productos:

Considerando que las empresas de distribución eléctrica realizan los empalmes (potencia conectada), según la potencia máxima instalada declarada por cada cliente en el respectivo TE1, estas empresas tienen un amplio espectro de empalmes y la potencia conectada variará según cada cliente.

Para definir las capacidades de las plantas fotovoltaicas, se determinarán rangos de capacidad entre 1 KW y 8 KW, para los sistemas FV de clientes residenciales pequeños y medianos, y entre 10 KW y 300 KW, para clientes comerciales e industriales también pequeños y medianos, como se muestra en las tablas 2-2 y 2-3.

A cada una de ellas se les asociará una superficie de 10 m^2 por cada KW, esto último según los actuales estándares de fabricación de paneles fotovoltaicos, donde se considerarán paneles con medidas estandarizadas de 2.024 mm de alto x 1.004 mm de ancho a los cuales se le agregarán 300 mm a su alto más 50 mm a su ancho, para respetar las distancia entre paneles, lo que nos da una superficie aproximada de 7 m^2 por panel, esta superficie se ajustará dejándola en 10 m^2 promedio, considerando en esta última superficie los espacios necesarios, para canalizaciones y equipamiento fotovoltaico, a continuación se muestran en la table 2-2 los sistemas fotovoltaicas a comercializar por la empresa en formación:

Tabla 2-2 Capacidad KW – superficie m^2

Capacidad Planta FV (KW)	Protección (A)	Superficie (m^2)
1	5	10
2	10	20
3	15	30
5	25	50
8	40	80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-3 Capacidad trifásica v/s superficie requerida aproximada

Capacidad Planta FV (KW)	Protección (A)	Superficie (m^2)
10	3x20	120
20	3x40	240
40	3x65	480
60	3x100	720
75	3x125	900
100	3x180	1.200

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Estructura de costos

Se presenta la estructura de costos con la cual contará la empresa en formación, donde, para su análisis, se tomarán en consideración lo siguiente:

a) La empresa en formación es una empresa de ingeniería eléctrica que desarrollará e implementará proyectos de eficiencia energética (Plantas Fotovoltaicas) como productos principales.

b) La empresa en formación nacerá como una pequeña empresa, con la visión de alcanzar en el mediano plazo el nivel de una mediana empresa, por lo que esta nacerá con instalaciones y una estructura de personal básica.

En el quehacer diario de la empresa en formación, se distinguirán tres (3) sitios o ubicaciones donde se desarrollarán las actividades propias del rubro, las cuales generarán los costos y gastos propios del negocio, las cuales se señalan en continuación:

Oficina de Proyectos: En la oficina de proyectos trabajará la gerencia de la empresa en formación, también lo hará el personal que realizará las evaluaciones técnicas y económicas de cada uno de los proyectos FV a comercializar, contará con personal administrativo y contable, así como también contará personal de aseo y servicios, por lo que las actividades a realizar en esta oficina de proyectos generarán principalmente los siguientes egresos:

a) Gastos Administrativos.
b) Gastos Financieros.
c) Gastos Comerciales.

Bodega Principal: Esta bodega será la encargada de recibir, acopiar, empacar y distribuir en su oportunidad, los equipos, herramientas, materiales e insumos a los diferentes sitios de instalación donde se implementarán los distintos proyectos fotovoltaicos, por lo que las actividades a realizar en esta bodega generarán principalmente los siguientes egresos:

a) Gastos Administrativos.

Instalaciones de Faena en Obra: Estas instalaciones de faena en obra, serán las encargadas de implementar los distintos proyectos de plantas fotovoltaicas comercializados por la empresa, por lo que las actividades a desarrollar en estas instalaciones de faena en obra generarán principalmente los siguientes egresos:

a) Costos Operacionales.
b) Gastos Operacionales.

2.1.2.1 Costos fijos y variables

Para efectos de nuestro estudio de costos, por una parte, se asumirán como costos fijos aquellos costos que no tienen cambios significativos durante un año a los que al año siguiente solo le aplicaremos el IPC promedio acumulado. Y, por otra parte, asumiremos como costos variables a aquellos costos que sean proporcionales a la cantidad de productos (plantas fotovoltaicas) que desarrolle e instale la empresa en formación.

Por lo tanto, se considerarán como costos fijos principalmente los pagos de arriendos de oficina, bodega y todo servicio que tenga un costo mensual, tales como internet, telefonía fija, telefonía celular, etc., como se muestra en la tabla 2-4.

Se considerarán como costos variables principalmente a aquellos egresos que estén relacionados con el consumo de energía eléctrica, combustibles, agua potable, peajes de autopistas y todo pago de servicio que sea variable debido a su consumo mensual, lo

anterior tanto en la oficina de proyectos como en la bodega principal, lo anterior también debido a que estos consumos son variables debido a la estacionalidad del año y todos aquellos pagos que tengan que ver con papelería, artículos de escritorio, insumos, para aseo y limpieza, estos se presentan en la tabla 2-4, como valores promedio:

Tabla 2-4 Costos fijos y variables

Valores expresados en pesos chilenos				Año					
GASTOS FIJOS	**CANT.**	**MENSUAL**	**ANUAL**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Administrativos									
Arriendo de oficina	1	520.000	6.240.000		6.240.000	6.396.000	6.555.900	6.719.798	6.887.792
Arriendo de bodega	1	300.000	3.600.000		3.600.000	3.690.000	3.782.250	3.876.806	3.973.726
Energía eléctrica	1	65.000	780.000		780.000	799.500	819.488	839.975	860.974
Agua	1	45.000	540.000		540.000	553.500	567.338	581.521	596.059
Gastos comunes	1	125.000	1.500.000		1.500.000	1.537.500	1.575.938	1.615.336	1.655.719
Combustible	2	147.000	3.528.000		3.528.000	3.616.200	3.706.605	3.799.270	3.894.252
Peaje	2	85.000	2.040.000		2.040.000	2.091.000	2.143.275	2.196.857	2.251.778
internet	1	35.000	420.000		420.000	430.500	441.263	452.294	463.601
Licencia Office365	5	10.000	600.000		600.000	615.000	630.375	646.134	662.288
Licencia Project	3	25.000	900.000		900.000	922.500	945.563	969.202	993.432
Licencia Autocad PRO	1	115.000	1.380.000		1.380.000	1.414.500	1.449.863	1.486.109	1.523.262
Licencia Autocad LT	2	28.000	672.000		672.000	688.800	706.020	723.671	741.762
Articulos oficina	1	58.000	696.000		696.000	713.400	731.235	749.516	768.254
Totales					**$ 22.896.000**	**$ 23.468.400**	**$ 24.055.110**	**$ 24.656.488**	**$ 25.272.900**

Año				
6	**7**	**8**	**9**	**10**
7.059.987	7.236.487	7.417.399	7.602.834	7.792.905
4.073.070	4.174.896	4.279.269	4.386.250	4.495.907
882.498	904.561	927.175	950.354	974.113
610.960	626.234	641.890	657.938	674.386
1.697.112	1.739.540	1.783.029	1.827.604	1.873.294
3.991.608	4.091.398	4.193.683	4.298.525	4.405.989
2.308.073	2.365.775	2.424.919	2.485.542	2.547.680
475.191	487.071	499.248	511.729	524.522
678.845	695.816	713.211	731.042	749.318
1.018.267	1.043.724	1.069.817	1.096.563	1.123.977
1.561.343	1.600.377	1.640.386	1.681.396	1.723.431
760.306	779.314	798.797	818.767	839.236
787.460	807.147	827.325	848.008	869.209
$ 25.904.722	**$ 26.552.341**	**$ 27.216.149**	**$ 27.896.553**	**$ 28.593.967**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

2.1.3 Costos de operaciones (o producción)

Como costos operacionales se considerarán principalmente los sueldos del personal base en obra, también los de arriendo de una oficina en la comuna de Maipú, así como también los pagos de electricidad, agua, internet, telefonía fija, telefonía celular, etc., como se detalla a continuación en la tabla 2-5:

Tabla 2-5 Costos operacionales

Valores expresados en pesos chilenos

Materia prima	Potencia KW	Material	M. Obra x Obra	Costo total KW
Sistema FV	4	2.769.080	1.116.721	971.450
Sistema FV	8	5.538.160	2.233.442	971.450
Sistema FV	12	8.307.240	3.350.163	971.450
Sistema FV	16	11.076.320	4.466.884	971.450
Totales				

Año					
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	162.427.374	165.838.348	169.320.954	172.876.694	176.507.104
	121.820.530	124.378.761	126.990.715	129.657.520	132.380.328
	101.517.108	103.648.968	105.825.596	108.047.934	110.316.940
	60.910.265	62.189.381	63.495.358	64.828.760	66.190.164
	$ 446.675.277	**$ 456.055.458**	**$ 465.632.623**	**$ 475.410.908**	**$ 485.394.537**

Año				
6	**7**	**8**	**9**	**10**
180.213.754	183.998.242	187.862.205	191.807.312	195.835.265
135.160.315	137.998.682	140.896.654	143.855.484	146.876.449
112.633.596	114.998.901	117.413.878	119.879.570	122.397.041
67.580.158	68.999.341	70.448.327	71.927.742	73.438.224
$ 495.587.822	**$ 505.995.167**	**$ 516.621.065**	**$ 527.470.107**	**$ 538.546.980**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

2.1.4 Gastos del proyecto: administrativos, financieros y comerciales

Los gastos administrativos serán aquellos que se generen en el ejercicio del gerenciamiento, comercialización, administración y ejercicio contable de la empresa en formación.

Estos gastos no forman parte directamente en un área en especial de la empresa en formación, no obstante, serán los gastos necesarios, para que la empresa en formación funcione de manera correcta.

Los gastos administrativos servirán, para que la empresa en formación pueda llevar a cabo su actividad de manera satisfactoria. Influyen directamente en labores de alta dirección, contratación o contabilidad.

Se presentan en la tabla 2-6 los gastos administrativos, financieros y comerciales del proyecto de manera acotada a los requerimientos iniciales de la empresa en formación, se estima que estos irán creciendo a medida que el proyecto lo haga durante la evolución del horizonte del proyecto, el cual se evalúan en un período de 10 años:

Tabla 2-6 Gastos administrativos, financieros y comerciales

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN
Valores expresados en pesos chilenos

			Gasto	
Cargo RRHH	**Cant. RRHH**	**Liquido**	**Mensual**	**Anual**
Personal Área Administración y Finanzas				
Jefe área Administración y finanzas	1	1.500.000	2.312.251	27.747.007
Secretaria	1	500.000	736.808	8.841.690
Junior	1	450.000	660.409	7.924.910
Financieros	3			
Prestamo Inversión	1		414.417	4.973.007
Prestamo Kt	1		313.828	3.765.933
Comerciales				
Publicidad Web	1		44.000	528.000
Factura Electronica	1		10.000	120.000
Anuncio en radio	1		80.000	960.000
Totales				

Año					
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007
	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690
	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910
	4.099.307	4.099.307	4.099.307	4.099.307	4.099.307
	5.089.037	5.089.037	5.089.037	5.089.037	5.089.037
	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000
	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000
	$ 55.309.950	**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**

Año				
6	**7**	**8**	**9**	**10**
27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007
8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690
7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910
0	0	0	0	0
528.000	528.000	528.000	528.000	528.000
120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
960.000	960.000	960.000	960.000	960.000
$ 46.121.607	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

2.2 LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Inversión en activos fijos

A continuación, en la tabla 2-7 se presentan los valores de inversión necesarios, para la implementación de oficina, bodega, mobiliario y herramientas básicas:

Tabla 2-7 Determinación inversión en activos fijos

Inversiones	Cant	Unitario $	Sub total
Muebles de Oficina			
Escritorio c/biblioteca	4	150.000	600.000
Mesa sala reuniones	1	260.000	260.000
Silla escritorio	8	70.000	560.000
Banqueta Ofice	1	60.000	60.000
Mesa impresora	3	50.000	150.000
Art. Escritorio	1	109.200	109.200
			1.739.200
Equipamiento TI			
Central telefónica	1	380.000	380.000
Notebook	4	500.000	2.000.000
Impresoras Scaner A	1	180.000	180.000
Impresoras Scaner B	2	115.000	230.000
Data show + telón	1	500.000	500.000
			3.290.000
Kitchener			
Frigobar	1	150.000	150.000
Microondas	1	85.000	85.000
Hervidor de agua	1	18.000	18.000
Cafetera Oster	1	15.000	15.000
Mueble de cocina	1	70.000	70.000
			338.000
Herramientas			
Taladro	3	39.990	119.970
Esmeril angular	3	47.990	143.970
Grupo generador gasolina	3	354.990	1.064.970
Soldadora Indura 160A inverter	3	329.990	989.970
Rotomartillo	3	83.590	250.770
Pistola calor	3	35.990	107.970
Caja herramientas c/ruedas	3	34.990	104.970
Cinturon para herramientas	12	20.690	248.280
Huincha Robust	4	4.190	16.760
Prensa de banco	4	69.990	279.960
Sierra circular	4	69.990	279.960
Hingleteadora 10"	4	369.990	1.479.960
Escalera articulada 16 peldaños	4	67.990	271.960
Juego 6 destornilladores	12	10.990	131.880
Juego de dados 164 piezas	4	149.990	599.960
			6.091.310
Inversiones			**11.458.510**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Se considerará una depreciación acelerada de tres (3) años y un valor residual del 30% del costo original de cada activo fijo como muestra la tabla 2-8.

Tabla 2-8 Ganancia o pérdida venta de activos

GOP (Venta de activos)
3.437.553

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

2.2.2 Inversión en puesta en marcha y/o intangibles (patentes, marcas, etc.)

Se presentan en la tabla 2-9 los gastos de inversión, relacionados con la constitución de la sociedad y el pago de patente comercial, es importante mencionar que el capital declarado en la formación de la empresa es inferior a 5.000 UF, por lo que será gratis la publicación en el diario oficial.

Tabla 2-9 Determinación gastos iniciación de actividades

Iniciación de Actividades	Cantidad	Valor
Redacción Sociedad	1	115.000
Notaría	1	80.000
CBR	1	128.000
Diario Oficial	1	0
Registro de marca	1	27200
Patente Comercial	1	135.324
Total		**$ 485.524**

Fuente: Montos obtenidos de la formación de URQCOM Ltda.
(valores expresados en pesos chilenos).

2.2.3 Inversión en capital de trabajo

La tabla 2-10 presenta la inversión relacionada con el capital de trabajo:

Tabla 2-10 Determinación de capital de trabajo

	Año					
Kt = 40% de los gastos	0	1	2	3	4	5
Venta Anual		139.430.978	139.430.978	139.430.978	139.430.978	139.430.978
Kt	55.772.391	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966
Rec KT						

Año				
6	7	8	9	10
135.665.046	135.665.046	135.665.046	135.665.046	139.430.978
2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
				81.808.508

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Imprevistos

Se presentan en la tabla 2-11 los valores de los gastos relacionados con los eventuales imprevistos, que pueda afrontar la empresa en formación, en la cual se considerarán como imprevistos un 1,5 % de los costos operacionales anuales:

Tabla 2-11 Determinación de imprevistos

Imprevistos					
Año					
0	1	2	3	4	5
-	$ 3.745.180	$ 3.823.829	$ 3.904.130	$ 3.986.116	$ 4.069.825

Año				
6	7	8	9	10
$ 4.155.291	$ 4.242.552	$ 4.331.646	$ 4.422.610	$ 4.515.485

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Es importante mencionar, que los montos de imprevistos están considerados mediante la contratación de los siguientes seguros:

Seguros de Responsabilidad Civil: Por la responsabilidad civil de empresa, civil patronal, civil cruzada, civil de construcción, civil vehicular y equipo móvil, civil por lucro cesante y daño moral, incluye defensa judicial, deducible por evento 30 unidades de fomento (UF), con un monto asegurado de 7.000.- unidades de fomento (UF), monto correspondiente aproximadamente a unos $ 200.000.000.- de pesos chilenos asegurados, el cual considera una prima mensual de 40,5 unidades de fomento (UF).

Seguro de vida: Por cada trabajador por muerte accidental, con un limite máximo de indemnización de 3.000.- unidades de fomento (UF), monto correspondiente a unos $ 88.000.000.- de pesos asegurados por trabajador, el cual considera una prima mensual de 1,35 unidades de fomento (UF).

Seguro de incapacidad permanente 2/3: Por cada trabajador por lesiones accidentales, con un límite máximo de indemnización de 3.000.- unidades de fomento, el cual considera una prima mensual de 0,75 unidades de fomento (UF) por trabajador.

Seguro por Desmembramiento: Por cada trabajador por lesiones accidentales, con un límite máximo de indemnización de 3.000.- unidades de fomento, el cual considera una prima mensual de 0,75 unidades de fomento (UF) por trabajador.

Lo anterior según valores y condiciones de las respectivas pólizas señaladas, depositadas en la Superintendencia de Valores y Seguros de Chile, por la compañía de seguros nacionales e internaciones MAPFRE.

2.3 ESTUDIO TÉCNICO

2.3.1 Selección y cálculo de equipos

El estudio de costos se realizó con cuatro tipos de plantas fotovoltaicas de 4KW, 8KW, 12KW y 16KW, no obstante, la empresa en creación en orden de cumplir con sus metas de ventas anuales en KW, podrá desarrollar, implementar y comercializar plantas de diferentes potencias, por lo que en este estudio técnico estandarizará equipos a utilizar en los distintos tipos de plantas FV a comercializar.

Para lo anterior ý en orden de seleccionar los equipos, para las plantas tipo definidas, se considerarán cuatro (4) tipos de inversores solares, que se utilizarán en los cuatro tipos de plantas fotovoltaicas estandarizadas a comercializar, sin perjuicio de que estos equipos se podrán utilizar en sistemas FV con distintas potencias a las estandarizadas.

INVERSOR ABB UNO – 2.0/3.0/3.6/4.2 TL.

Para el diseño e implementación de plantas fotovoltaicas de 4kW, se utilizará el equipo inversor solar de marca ABB modelo UNO, el cual puede desarrollar dependiendo de sus arreglos fotovoltaicos potencias de 2kW, 3kW, 3,6kW y hasta 4,2 kW, a continuación, en la tabla 2-12, se muestran sus características técnicas principales:

Tabla 2-12 Inversor solar ABB modelo UNO de 2.0, 3.0, 3.6 y 4.2 kW

Voltaje de entrada DC: 400V - 600V Voltaje de salida AC: 180V - 264V Potencia nominal: 2.0kW - 4.2kW Número de MPPTs: 1	

Fuente: Pagina web www.ABB.com

Tabla 2-13 Ficha técnica inversor UNO 3.0 kW

PRODUCT-DETAILS

3P869900000A

UNO-DM-3.0-TL-PLUS-B Inverter

General Information

Global Commercial Alias	3P869900000A
Extended Product Type	UNO-DM-3.0-TL-PLUS-B
Product ID	6AGC069545
EAN	8054529632275
Catalog Description	UNO-DM-3.0-TL-PLUS-B Inverter
Long Description	Single-phase string inverter, 3000Wac, 1 MPPT, Wireless communication channel, Dynamic feed-in control and load manager, Advanced web user interface, Modbus SunSpec RTU/TCP, IP65 (NEMA4x)

Ordering

Customs Tariff Number	85044084
Invoice Description	UNO-DM-3.0-TL-PLUS-B;RoHS
Minimum Order Quantity	1 piece
Selling Unit of Measure	piece

Dimensions

Product Net Depth / Length	175 mm
Product Net Width	418 mm
Product Net Height	553 mm
Product Net Weight	15 kg

Technical

Rated Output Power	3000 W
Number of Maximum Power Point (MPP) Trackers	1
Maximum Power Point (MPP) Voltage	320 V ...530 V
Function	Display
Communication Interface	WLAN
Degree of Protection	acc. to IEC 60529, IEC 60947-1, EN 60529 Auxiliary Terminals IP65
Display Type	Standard
Electrical Quantities Monitoring Type	Single Phase
Input Current Maximum (I_{in})	10 A
Input Voltage (U_{in})	90 V ...580 V
Maximum Input Power DC	3750 W
Number of Connections	1 DC plug connection
Number of Phases	1-phase
Options Available	With data logging
Options Provided	Without transformer
Rated Efficiency (EURO/CEC)	95 %
Suitable For	Switch disconnector; Outdoor mounting

Container Information	
Package Level 1 EAN	8054529632275
Package Level 1 Depth / Length	606 mm
Package Level 1 Width	481 mm
Package Level 1 Height	254 mm
Package Level 1 Units	packet 1 piece
Package Level 1 Gross Weight	18 kg

Environmental	
RoHS Status	Following EU Directive 2011/65/EU
RoHS Date	180716

Additional Information	
Country of Origin	Italy (IT)
Product Main Type	UNO
Product Name	Inverter
WEEE Category	4. Large Equipment (Any External Dimension More Than 50 cm)
WEEE B2C / B2B	Business To Business

Certificates and Declarations (Document Number)	
Data Sheet, Technical Information	BCD.00679
Declaration of	9AKK107045A8997

Tabla 2-13 Ficha técnica inversor UNO 3.0 kW
Fuente: Pagina web www.abb.com

INVERSOR ABB TRIO 5.8 / 7.5 / 8.5 TL.

Para el diseño e implementación de plantas fotovoltaicas de 8kW, se utilizará el equipo inversor solar de marca ABB modelo TRIO, el cual puede desarrollar dependiendo de sus arreglos fotovoltaicos potencias de kW, a continuación, en la tabla 2-14, se muestran sus características técnicas principales:

Tabla 2-14 Inversor solar ABB modelo TRIO 5,8,7,8 Y 8,5 kW

Voltaje de entrada DC: 620V Voltaje de salida AC: 320V - 480V Potencia nominal: 5.8kW, 7.5kW, 8.5kW Número de MPPTs: 2	

Fuente: Pagina web (https://www.abb.com).

Tabla 2-15 Ficha técnica inversor TRIO 5,8 kW

PRODUCT-DETAILS

3M979900005A

TRIO-5.8-TL-OUTD-400 Inverter

General Information

Global Commercial Alias	3M979900005A
Extended Product Type	TRIO-5.8-TL-OUTD-400
Product ID	6AGC003141
EAN	8054529630950
Catalog Description	TRIO-5.8-TL-OUTD-400 Inverter
Long Description	Three-phase string inverter, 5800Wac, 1 MPPT, RS485 communication interface, IP65 environmental protection degree

Ordering

Customs Tariff Number	85044084
Invoice Description	TRIO-5.8-TL-OUTD-400;RoHS
Minimum Order Quantity	1 piece
Selling Unit of Measure	piece

Dimensions

Product Net Depth / Length	220 mm
Product Net Width	429 mm
Product Net Height	641 mm
Product Net Weight	25 kg

Technical

Rated Output Power	5800 W
Number of Maximum Power Point (MPP) Trackers	1
Maximum Power Point (MPP) Voltage	320 V ...800 V
Function	Standard
Communication Interface	WLAN
Degree of Protection	acc. to IEC 60529, IEC 60947-1, EN 60529 Auxiliary Terminals IP65
Display Type	Standard
Electrical Quantities Monitoring Type	Three Phase
Input Current Maximum (I_{in})	18.9 A
Input Voltage (U_{in})	200 V ...950 V
Maximum Input Power DC	7250 W
Number of Connections	1 DC screw connection
Number of Phases	3-phase
Options Available	Without data logging
Options Provided	Without transformer
Rated Efficiency (EURO/CEC)	97.4 %
Suitable For	Switch disconnector; Outdoor mounting

Container Information	
Package Level 1 EAN	8054529630950
Package Level 1 Depth / Length	785 mm
Package Level 1 Width	580 mm
Package Level 1 Height	295 mm
Package Level 1 Units	packet 1 piece
Package Level 1 Gross Weight	31 kg

Environmental	
RoHS Status	Following EU Directive 2011/65/EU
RoHS Date	190722

Additional Information	
Country of Origin	Italy (IT)
Product Main Type	TRIO
Product Name	Inverter
WEEE Category	4. Large Equipment (Any External Dimension More Than 50 cm)
WEEE B2C / B2B	Business To Business

Certificates and Declarations (Document Number)	
Data Sheet, Technical Information	BCD.00376
Declaration of	9AKK106103A5997

Fuente: Página web www.abb.com

Inversores ABB en paralelo UNO y TRIO: Para el diseño e implementación de plantas fotovoltaicas de12Kw y 16kW, se utilizarán en paralelo los equipos inversores solar de marca ABB modelo UNO y TRIO, los cuales en paralelo y en distintas combinaciones pueden desarrollar dependiendo de sus arreglos fotovoltaicos potencias de 7,8 kW, 8,8 kW, 9,4 kW, 9,5 kW, 10 kW, 10,5 kW, 11,1 kW, 11,5 kW, 11,7 kW, 12,1 kW, 12,7 kW, 13,3 kW, 15,0 kW, 16 kW, hasta 17 kW.

Paneles Fotovoltaicos: Para el análisis, diseño de las plantas fotovoltaicas de 4kW, 8kW, 12kW y 16kW, se ha seleccionado el panel FV marca JINKO Solar, el cual es uno de los principales fabricantes de la industria fotovoltaica a nivel mundial, entregando una garantía de producto de 25 años en su potencia lineal. Este tipo de panel se utiliza en instalaciones fotovoltaica aisladas, así como conectadas a la red.

Los paneles fotovoltaicos de 60 células se utilizarán en sistemas domiciliarios, así como los paneles fotovoltaicos de 72 células se utilizarán en sistemas comerciales e industriales, lo anterior se presenta a continuación en la tabla 2-16:

Tabla 2-16 Tipo y potencia de paneles FV estandarizados

Tipo y Potencia Panel Fotovoltaico	Tipo de Uso
Panel fotovoltaico policristalino 280W 60 células	Domiciliario y comercial
Panel fotovoltaico policristalino 330W 72 células	Comercial e Industrial
Panel fotovoltaico policristalino 400W 72 células	Comercial e Industrial

Fuente: Elaboración propia

Panel Fotovoltaico de 280W de 60 Células: Panel Solar JINKO 280W, 60 Células. El panel solar JKM280PP-60 de la serie Eagle es un panel policristalino de 280W y 60 células. Ideal para proyectos residenciales y comerciales (figura 2-1):

Figura 2-1 Panel fotovoltaico de 60 células

Fuente: Página web www.jinkosolar.com

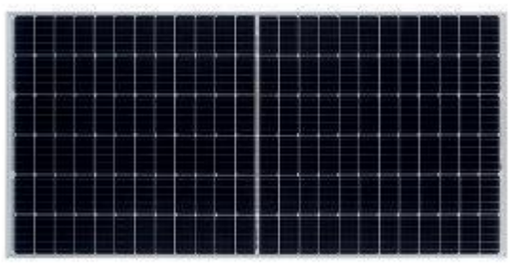
Panel Fotovoltaico de 330W de 72 Células: Panel Solar JINKO 330W, 72 Células. El panel solar JKM330PP-72 de la serie Eagle es un panel policristalino de 330W y 72 células. Ideal para proyectos residenciales, comerciales e industriales (figura 2-2):

Figura 2-2 Panel fotovoltaico de 330W y 72 células

Fuente: Página web www.jinkosolar.com

Panel Fotovoltaico de 400W de 72 Células: Panel Solar JINKO 400W Cheetah Mono Perc HC 72M. El panel solar Jinko 400W Cheetah Mono PERC HC 72M, es un panel monocristalino de 400W y 72 celdas. Ideal para proyectos comerciales e industriales (figura 2-3):

Figura 2-3 Panel fotovoltaico de 400W y 72 células



Fuente: Página web www.jinkosolar.com

2.3.1.1 Determinación de equipos, materiales e insumos

A continuación, en las tablas 2-17, 2-18, 2-19 y 2-20, se determinan los equipos, materiales e insumos a utilizar en cada uno de los sistemas fotovoltaicos, así como sus respectivas cantidades, donde se tiene en cuenta la potencia máxima diseño:

Tabla 2-17 Equipos, materiales e insumos planta FV de 4 KW

Costo Planta Fotovoltaica de 4 KW				
Sistema FV 4 KW	**Cantidad**	**Unidad**	**Valor Unitario**	**Valor Parcial**
Panel de 400 W	10	c/u	108.570	1.085.700
INVERSOR UNO 4,2 KW ABB	1	c/u	696.548	696.548
Mordaza final	8	c/u	800	6.400
Mordaza intermedia	16	c/u	700	11.200
Riel fijación panel	8	c/u	21.720	173.760
Empalme para riel	4	c/u	1.500	6.000
Tornillo conex. a tierra	8	c/u	1.700	13.600
Fijación techo de chapa	24	c/u	1.300	31.200
Clip cables	100	c/u	200	20.000
Conector MC4 2 entradas	2	c/u	3.511	7.022
Conector MC4 simple	20	c/u	752	15.048
Conector MC4 5 entradas	0	c/u	30.000	-
Llave para armado MC4	1	c/u	5.600	5.600
Cable 35 mm2	20	m	2.910	58.200
Cable de 16 mm2	30	m	410	12.300
Cable de 6 mm2	40	m	522	20.880
Consumibles	1	Gral.	90.000	90.000
Total, sistema FV	**4.000**	**W**		**$ 2.253.458**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Tabla 2-18 Equipos, materiales e insumos planta FV de 8 KW

Costo Planta Fotovoltaica de 8 KW				
Sistema FV 8 KW	**Cantidad**	**Unidad**	**Valor Unitario**	**Valor Parcial**
Panel de 400 W	20	c/u	108.570	2.171.400
INVERSOR UNO 4,2 KW ABB	2	c/u	696.548	1.393.097
Mordaza final	16	c/u	800	12.800
Mordaza intermedia	32	c/u	700	22.400
Riel fijación panel	16	c/u	21.720	347.520
Empalme para riel	8	c/u	1.500	12.000
Tornillo conex. a tierra	16	c/u	1.700	27.200
Fijación techo de chapa	48	c/u	1.300	62.400
Clip cables	200	c/u	200	40.000
Conector MC4 2 entradas	4	c/u	3.511	14.044
Conector MC4 simple	40	c/u	752	30.096
Conector MC4 5 entradas	0	c/u	30.000	-
Llave para armado MC4	2	c/u	5.600	11.200
Cable 50 mm2	20	m	2.910	58.200
Cable de 16 mm2	30	m	410	12.300
Cable de 6 mm2	80	m	522	41.760
Consumibles	1	Gral.	90.000	90.000
Total, sistema FV	**8.000**	**W**		**$ 4.346.416**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Tabla 2-19 Equipos, materiales e insumos planta FV de 12 KW

Costo Planta Fotovoltaica de 12 KW				
Sistema FV124 KW	**Cantidad**	**Unidad**	**Valor Unitario**	**Valor Parcial**
Panel de 400 W	30	c/u	110.300	3.309.000
INVERSOR UNO 4,2 KW ABB	3	c/u	696.548	2.089.645
Mordaza final	24	c/u	800	19.200
Mordaza intermedia	48	c/u	700	33.600
Riel fijación panel	24	c/u	15.800	379.200
Empalme para riel	12	c/u	1.500	18.000
Tornillo conex. a tierra	24	c/u	1.700	40.800
Fijación techo de chapa	72	c/u	1.300	93.600
Clip cables	300	c/u	200	60.000
Conector MC4 2 entradas	6	c/u	4.800	28.800
Conector MC4 simple	60	c/u	1.700	102.000
Conector MC4 5 entradas	0	c/u	30.000	-
Llave de armado MC4	3	c/u	5.600	16.800
Cable 50 mm2	20	m	2.910	58.200
Cable de 16 mm2	30	m	410	12.300
Cable de 6 mm2	120	m	522	62.640
Consumibles	1	Gral.	150.000	150.000
Total, Sistema FV	**12.000**	**W**		**$ 6.473.784**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Tabla 2-20 Equipos, materiales e insumos planta FV de 16 KW

Costo Planta Fotovoltaica de 16 KW				
Sistema FV 16 KW	**Cantidad**	**Unidad**	**Valor Unitario**	**Valor Parcial**
Panel de 400 W	40	c/u	110.300	4.412.000
INVERSOR UNO 4,2 KW ABB	4	c/u	696.548	2.786.193
Mordaza final	32	c/u	800	25.600
Mordaza intermedia	64	c/u	700	44.800
Riel fijación panel	32	c/u	15.800	505.600
Empalme para riel	16	c/u	1.500	24.000
Tornillo conex. a tierra	32	c/u	1.700	54.400
Fijación techo de chapa	96	c/u	1.300	124.800
Clip cables	400	c/u	200	80.000
Conector MC4 2 entradas	8	c/u	4.800	38.400
Conector MC4 simple	80	c/u	1.700	136.000
Conector MC4 5 entradas	0	c/u	30.000	-
Llave para armado MC4	4	c/u	5.600	22.400
Cable 50 mm2	20	m	2.910	58.200
Cable de 16 mm2	30	m	410	12.300
Cable de 6 mm2	160	m	522	83.520
Consumibles	1	Gral.	150.000	150.000
Total, sistema FV	**16.000**	**W**		**$ 8.558.213**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

2.3.1.2 Determinación potencias máxima de plantas FV tipo

Para efectos de determinación y estandarización de productos, se considerará la utilización de una panel fotovoltaico de 300Wp.

Visto lo anterior, al momento de diseñar, se considerará que las plantas fotovoltaicas tipo, con las cuales se desarrolló el estudio de costos, y según los requerimientos de energía de los clientes, estas deberán ser diseñadas en orden de no superar las potencias máximas instaladas, para la generación de energía fotovoltaica (Wp), según lo señala a continuación la tabla 2-21:

Tabla 2-21 Determinación de potencias máximas en Wp plantas FV tipo

Planta FV Tipo	Potencia Máxima (Wp)
4 KW	3.000 Wp
8 KW	6.000 Wp
12 KW	9.000 Wp
16 KW	12.000 Wp

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Descripción y selección de procesos

2.3.2.1 Modelo de negocio EPC

Considerando que la empresa en formación principalmente realizará proyectos de ingeniería eléctrica en eficiencia energética (EE) y que estos proyectos estarán orientados en lo principal al desarrollo de la ingeniería, el suministro de equipos y materiales, y la construcción de plantas fotovoltaicas (modelo EPC), a continuación, se detallan los principales procesos que se realizarán, para la obtención de dichas plantas fotovoltaicas:

a) Proceso de factibilidad técnica planta FV.
b) Proceso de Diseño planta FV.
c) Proceso de Suministro, montaje, conexión, configuración, pruebas y puesta en servicio planta FV.

2.3.2.2 Proceso de factibilidad técnica planta FV:

La etapa de factibilidad técnica de la planta FV, deberá ser realizada por un instalador eléctrico autorizado por la superintendencia de electricidad y combustibles (SEC), ya que la mayoría de estas actividades previas al diseño, son de carácter técnico y corresponden a conocimientos específicos en materia eléctrica, a continuación, se detallan las etapas de este proceso:

A. Propiedad del Inmueble:

Cuando el sistema FV a implementar sea conectado a la red eléctrica pública que energiza el inmueble, se debe conocer claramente quien es el propietario legal del inmueble, ya que la planta fotovoltaica permanecerá operativa, por lo menos, los siguientes 15 a 20 años, esto es importante ya que el dueño del inmueble deberá firmar, con la empresa distribuidora de energía eléctrica, el respectivo contrato de venta de excedentes de energía eléctrica, que produzca la planta fotovoltaica y no sea consumido por la instalación..

La nueva ley 21.118 o Net-Billing que reemplazó a la ley 20.571, permite que los equipos de generación de energía eléctrica no convencionales puedan inyectar sus excedentes a la red eléctrica de distribución, generando una ganancia en base al precio de la energía eléctrica que se inyecta a la red de distribución eléctrica pública.

B. Potencia Conectada en el Inmueble

Para lo anterior y en orden de conocer realmente cual es la potencia eléctrica conectada del inmueble, la empresa en formación deberá solicitar a la empresa distribuidora de energía eléctrica esta información, lo cual deberá realizar con una "Solicitud de Informaciones Previas".

C. Espacio Disponible

El evaluador del proyecto también deberá realizar un estudio de espacio disponible, ya sea este en techumbres las que deberán contar con la orientación e inclinación más favorables, así como en superficies a nivel de piso, teniendo en consideración que este espacio disponible no sea cubierto por sombras de árboles, construcciones u otros que pudieran generar sombras a los paneles solares.

D. Instalaciones Eléctricas Normalizadas

El evaluador deberá verificar y determinar si las instalaciones eléctricas del inmueble, donde se instalará la planta fotovoltaica, se encuentran regularizadas ante la superintendencia de electricidad y combustible (SEC), así como también que las instalaciones eléctricas de inmueble se encuentran acorde a la norma eléctrica chilena Nch 4/2003.

Toda vez, que la etapa de factibilidad de la instalación haya sido superada, y que la factibilidad nos indique que la instalación de un sistema fotovoltaico es factible de ser implementada, se pondrá en marcha el segundo paso del dimensionamiento de la planta fotovoltaica.

2.3.2.3 Proceso de diseño planta FV

Tomando en cuenta lo indicado al comienzo de este capítulo 2, esta etapa considera la evaluación del Caso Base, el cual se trata de una planta fotovoltaica que se instalará en una subestación eléctrica ubicada en el norte grande región de Tarapacá.

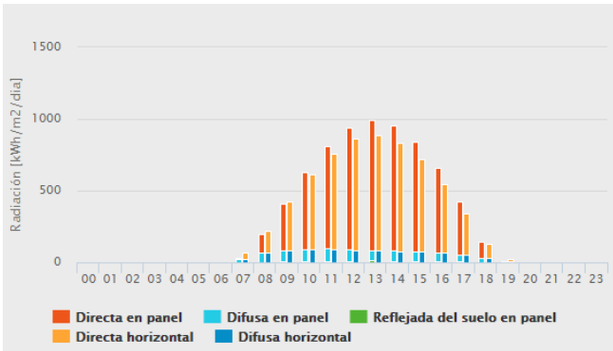
A. Determinación Geográfica

Para la determinación geográfica de la instalación de un proyecto fotovoltaico, se deberán tener en consideración los valores de latitud y longitud del sitio, para lo cual se utilizará cualquiera de los actuales sistemas de informáticos que cuente con un sistema de posicionamiento satelital, tales como Google Eearth, el explorador solar de la Universidad de Chile, otro software afín que cumpla con el requisito de posicionamiento satelital.

B. Determinación de Radiación en el Sitio.

Por medio del explorador solar de la Universidad de Chile, donde al ingresar los datos de latitud y longitud del sitio de la instalación, así como algunos otros datos relacionados con los paneles fotovoltaicos y datos del equipo inversor que se utilizará, se pueden obtener los valores de radiación anual expresados en KW/m^2/día que podrá obtener el arreglo fotovoltaico, los que se muestran en el gráfico 2-1:

Gráfico 2-1 Variación diaria de la radiación

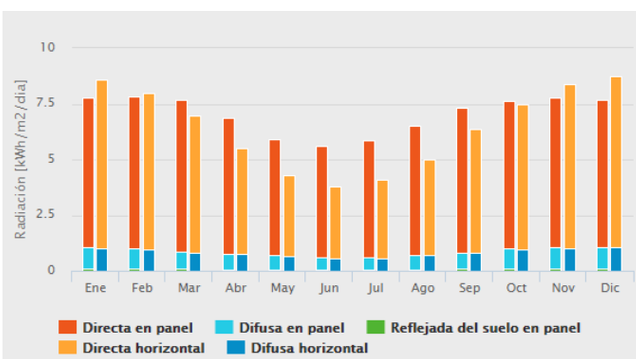


Fuente: Explorador solar (Universidad de Chile)

C. Determinación de KWh/m2/día

Para efectos de diseño del sistema fotovoltaico, se considerará el valor promedio diario anual, en un plano inclinado igual a la latitud del sitio y que es de 6.344 W/m2/día, el dato anterior se calcula con los datos obtenidos en el gráfico 2-2, el cual nos indica la variación anual de la radiación, la cual está relacionada directamente con la energía que producirá un metro cuadrado de paneles fotovoltaicos durante un periodo de 24 horas.

Gráfico 2-2 Ciclo anual de la radiación



Fuente: Explorador solar (Universidad de Chile)

D. Cálculo del arreglo fotovoltaico

Considerando que el requerimiento del este sistema de generación de energía fotovoltaica del Caso Base es de 30.000 W, para el cálculo del arreglo fotovoltaico (FV) se considerarán paneles FV de 330 W, en orden de cubrir la potencia requerida, podemos decir de manera simple que la cantidad de paneles FV necesarios, será aquella igual a dividir la potencia total del sistema por la potencia unitaria en W de cada panel FV, por lo que se requerirán aproximadamente 91 paneles FV, las subdivisiones del arreglo FV en el sitio de la instalación se explicarán más detalladamente en el capítulo 4 de este trabajo de titulación.

E. Determinación de Emplazamiento

Para la determinación del emplazamiento de la planta FV en el lugar de la instalación, se considerará la inclinación, orientación y el azimut del arreglo FV, relacionados al eje Norte/Sur de dicho arreglo de paneles fotovoltaicos, que en este caso contará con una inclinación de 27°, con la superficie de los paneles FV orientadas hacia el norte de la instalación, la cual deberá contar con azimut de -11°, para llegar a estos valores se explicará más detalladamente en el capítulo 4 de este trabajo de titulación.

F. Determinación de paneles FV e Inversor

Para este arreglo fotovoltaico y como se observa en el numeral 2.3.1.2 de este capítulo, la potencia máxima real de un panel fotovoltaico de 400W es de 302 Wp, por lo que consideraremos paneles de una potencia comercial de 400W.

La potencia máxima del equipo inversor se calculará al menos con un 15%, sobre la potencia de diseño del arreglo fotovoltaico, por lo que la potencia de diseño del inversor será de al menos unos 34.500 W.

G. Determinación de conductores

El sistema fotovoltaico en esencia es un sistema eléctrico, por lo que el cálculo de la sección de sus conductores, así como toda otra característica de consumo eléctrico de dichos conductores, en cada sistema fotovoltaico estará determinada por los largos de los mismos conductores, así como su capacidad de voltaje de operación y corriente de servicio, no obstante, existen valores recomendados de sección de conductores, los que a continuación se indican en la tabla 2-22:

Tabla 2-22 Determinación de conductores

❖ Cables de conexión entre paneles fotovoltaicos 4 mm^2 a 6 mm^2
❖ Cables de conexión entre paneles y reguladores 16 mm^2 a 18 mm^2
❖ Cables de conexión entre reguladores y baterías 16 mm^2 a 35 mm^2
❖ Cables de conexión entre baterías e inversor mínimo 35 mm^2

Fuente: Calculadora de secciones de cables (www.monsolar.com)

H. Determinación de canalizaciones

Las canalizaciones que contendrán los cables del sistema fotovoltaico deberán ser diseñadas acorde a todo lo señalado en la norma chilena eléctrica NCh 4/2003, considerando que estas canalizaciones estarán expuestas directamente a la radiación solar, las canalizaciones deberán contar con una protección UV, la cual deberá ser adecuada a la radiación solar determinada en el sitio de la instalación.

No obstante, toda canalización que no se encuentre sometida a la radiación solar y se encuentre al interior de recintos asociados a la planta fotovoltaica, deberá ser diseñada y dimensionada según los tipos y calibres de los conductores propios de cada planta FV, los que deberá cumplir con todo lo requerido por la norma eléctrica chilena NCh 4/2003.

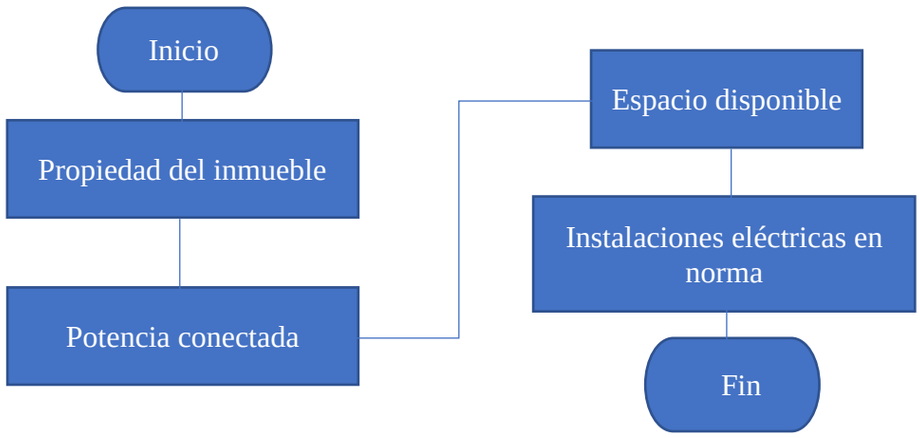
2.3.3 Diagrama de bloques y/o diagrama de flujos

A continuación, se presentan los diagramas en bloques y/o diagramas de flujo, para el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico estándar, el cual nos mostrará los pasos que deberán seguir los ingenieros de proyectos al momento de dimensionar y valorizar los equipos, materiales, insumos y trabajos necesarios, para la implementación y puesta en servicio de una planta de generación eléctrica fotovoltaica.

2.3.3.1 Estudio de factibilidad.

Antes de realizar el diseño de cualquier tipo de sistema fotovoltaico, se deberá realizar la evaluación inicial del inmueble donde se instalará el sistema FV, en la cual principalmente se deberá identificar la potencia eléctrica conectada a la red, así como se deberán realizar actividades previas, las cuales se señalan en el siguiente esquema 2-2:

Esquema 2-2 Diagrama de actividades previas al diseño planta FV

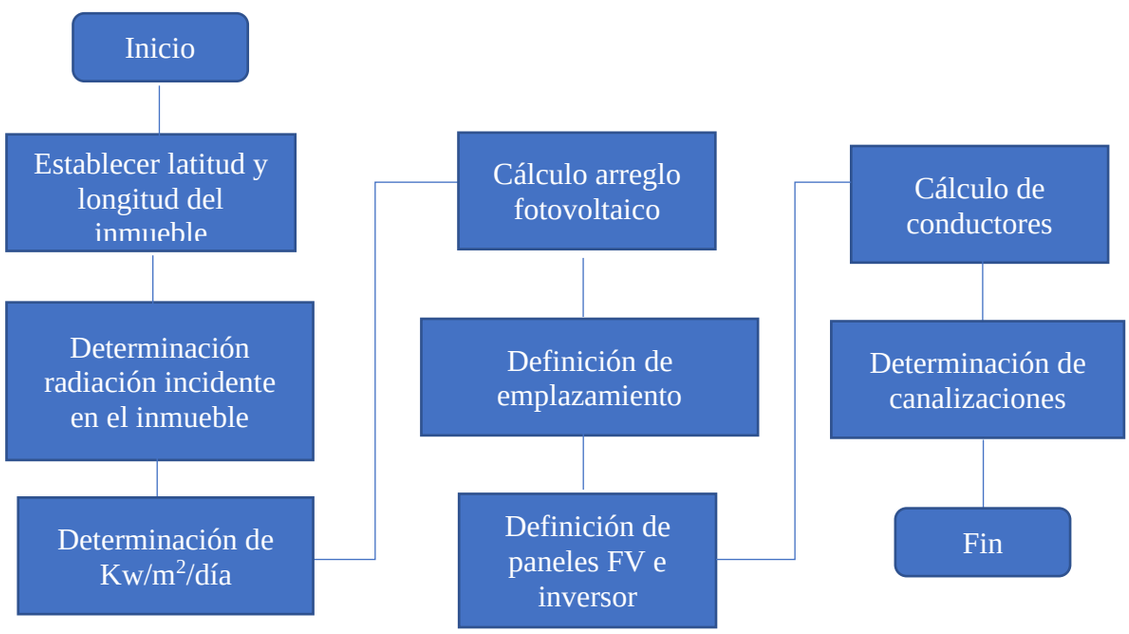


Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2 Diseño de Planta Fotovoltaica

Superada la factibilidad de instalación del sistema fotovoltaico, se realizará el dimensionamiento de la planta FV, para lo cual se deberá utilizar la información obtenida en el paso de factibilidad, para lo cual se deberán seguir los siguientes criterios, los cuales se muestran a continuación en el esquema 2-3:

Esquema 2-3 Diagrama en bloques diseño planta FV



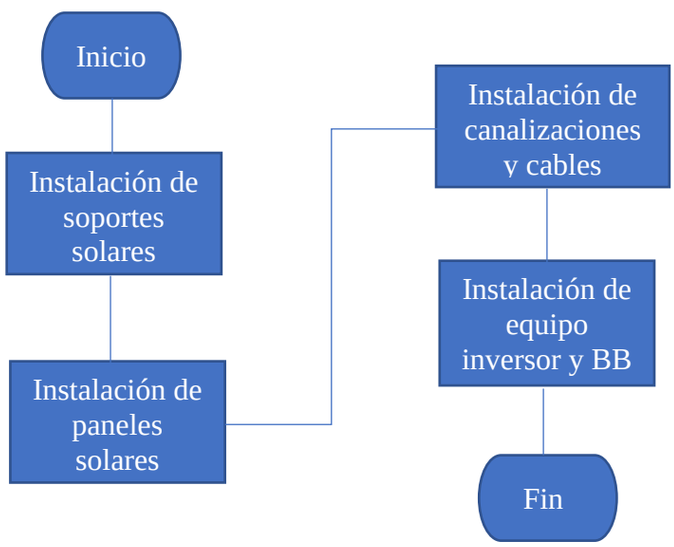
Fuente: Elaboración propia

2.3.3.3 Construcción de una planta fotovoltaica

Una vez realizado y aprobado el diseño de la planta fotovoltaica, se procederá a la construcción de la planta, para lo cual se deberá contar con la información que generará el diseño de la planta FV, como planos de construcción y detalles, especificaciones técnicas y memorias de cálculo.

La construcción de toda planta fotovoltaica tiene cuatro (4) pasos principales de construcción, los cuales están relacionados directamente con el armado o construcción de los soportes necesarios, para el montaje de los paneles solares, una vez realizada esta actividades se procederá a montar los paneles solares sobre los soportes correspondientes, una vez terminada esta etapa, se procederá a instalar sus canalizaciones y cableado eléctrico general, y por último se instalarán el o los equipos inversores solares, así como también procederá a instalar el banco de baterías (BB) con su respectivo equipo cargador de baterías, todos estos equipos deberán quedar bajo techo y no expuestos a las inclemencias del tiempo, los cuales se presentan a continuación en el esquema 2-4:

Esquema 2-4 Diagrama en bloques construcción planta FV



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.4 Modelo ESPC ESCO

Las empresas ESCO realizaron sus primeras actividades en la década de 1980, donde las ESCO desarrollaron y ejecutaron programas en los cuales se implementaron medidas de eficiencia energética, donde contaron con recursos financieros adecuado y un

programa de retorno a la inversión, el cual se basó principalmente en los ahorros generados por los mismos programas, este tipo de programas se reguló, desde ese entonces, por medio de contratos entre las ESCO y sus clientes, denominándose desde un principio Contrato de Servicios Energéticos por Desempeño (ESPC por su sigla en inglés).

Aunque aquí el modelo ESCO se presenta en su forma más sencilla, no se trata necesariamente de un modelo simple, por lo que este estudio de factibilidad fragmentará el modelo en sus partes, reordenándolas en diversos esquemas o mecanismos, para integrarlas a su planificación de negocios y aprovechar de la mejor manera posible la experiencia acumulada y las buenas prácticas existentes en este campo en Chile y otros países.

2.3.3.5 Contratos ESPC de ahorros compartidos.

Los contratos de servicios energéticos de ahorros compartidos (ESPC), es un tipo de modelo de negocios que ofrecen las ESCO, para implementar proyectos de EE determinado, por medio del contrato ESPC la ESCO y su cliente comparten el riesgo de que los ahorros del nuevo sistema se logren, los contratos ESPC más usados en Chile y Latino América, es el de ahorros compartidos, como se muestra en el esquema 2-5.

El contrato ESPC de ahorros compartidos proporciona a la empresa ESCO un porcentaje de los ahorros obtenidos al generar energía fotovoltaica, para lo cual se estable un periodo determinado, una vez que se realice la adecuación de la instalación, también la ESCO financia por completo la implementación del proyecto, lo anterior se presenta a continuación en el esquema 2-5 y 2-6:

Esquema 2-5 Implementación del proyecto

Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño Banco Interamericano de Desarrollo

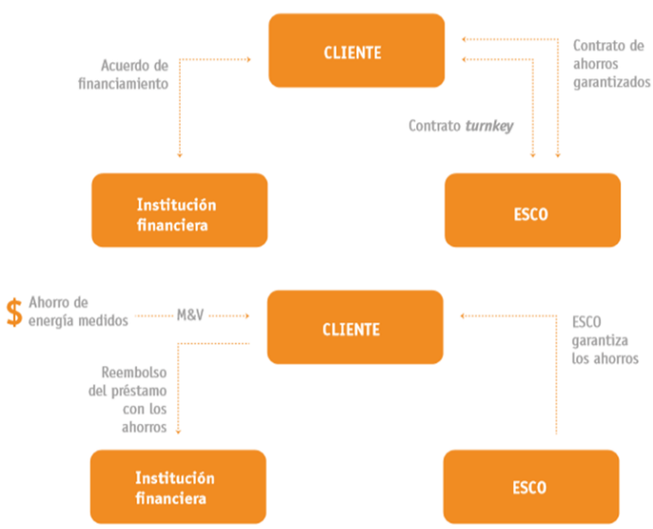
Esquema 2-6 Periodo de reembolso

Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño Banco Interamericano de Desarrollo

2.3.3.6 Contratos ESPC de ahorros garantizados

El contrato ESPC de ahorros garantizados, como lo indica garantiza el ahorro de energía, donde la ESCO firma un contrato tipo llave en mano (turnkey) con su cliente, el financiamiento es obtenido por medio de un tercero, donde la ESCO garantiza en un anexo del contrato, en el cual se compromete a reembolsar los ahorros establecidos que no hayan sido logrados, lo cual se presenta a continuación en el esquema 2-7:

Esquema 2-7 Implementación del proyecto



Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño Banco Interamericano de Desarrollo

2.3.3.7 Contratos ESPC tipo descuento (chauffage)

El contrato ESPC de descuento o chauffage, establece que la empresa tipo ESCO es la propietaria de la planta fotovoltaica implementada en las instalaciones del cliente.

Mediante este tipo de contrato la empresa ESCO operará, mantiene y paga las facturas de energía del sistema de generación eléctrica fotovoltaica, a su vez la ESCO deberá invertir en el aumento de la eficiencia del sistema fotovoltaico, la empresa tipo ESCO vende energía producida por la planta fotovoltaica a su cliente, por medio de una tarifa de descuento, la cual deberá cumplir con grado de calidad establecido en el mismo contrato ESPC, durante el periodo establecido en el mismo contrato, lo cual se presenta a continuación en el esquema 2-8:.

Esquema 2-8 ESPC tipo Descuento Chauffage

Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño Banco Interamericano de Desarrollo

2.3.3.8 Proceso instalación del sistema fotovoltaico EPC ESCO.

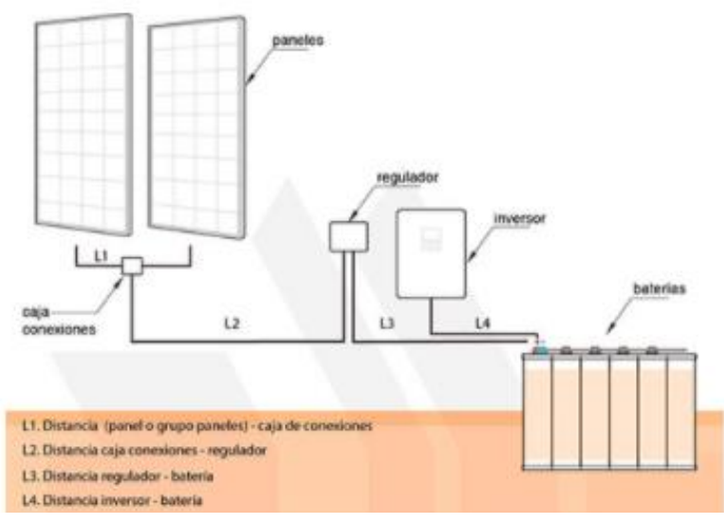
El esquema 2-9 muestra a continuación, las etapas siguientes a la firma de un contrato EPC. En el contrato EPC se establecen todos los trabajos y actividades a realizar, el tipo de contrato, el tiempo de ejecución, el monto de la inversión, la forma de pago, asegurando a los participantes que el proyecto se desarrollará con cuidado y de manera detallada y eficiente. La ingeniería de detalle y la construcción son actividades ampliamente conocidas en el mercado por las empresas de ingeniería, por lo que su construcción no sería un problema, lo cual se presenta a continuación en el esquema 2-9:

Esquema 2-9 Construcción de una planta FV bajo modelo ESPC ESCO

Fuente: Guía F El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño
Banco Interamericano de Desarrollo

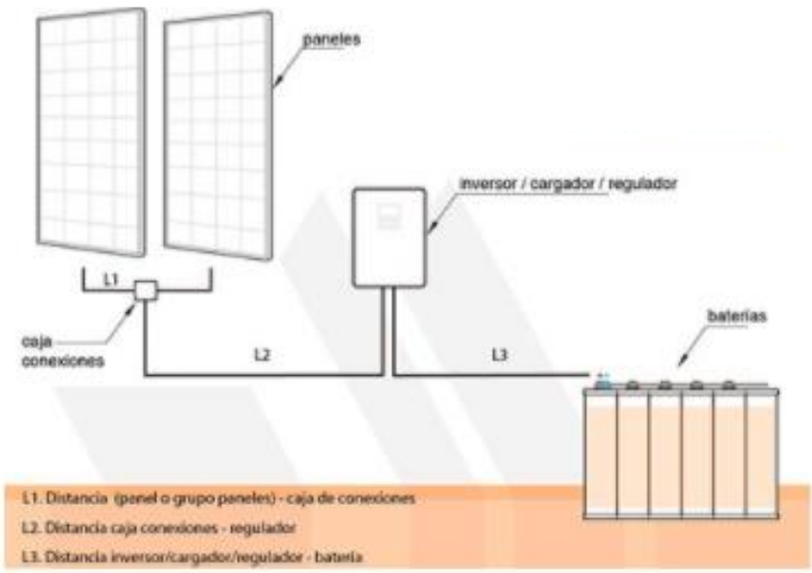
2.3.4 Diagrama lay out

Esquema Instalación con Regulador + Inversor



Esquema 2-10 Sistema FV con regulador + inversor
Fuente: www.monsolar.com

Esquema Instalación con Inversor 3 en 1



Esquema 2-11 Sistema FV con regulador 3 en 1
Fuente: www.monsolar.com

2.3.5 Balance de masa y energía

Para el análisis del balance de masa y energía del proyecto, es importante mencionar que la empresa en formación es una empresa de ingeniería eléctrica fotovoltaica, la cual se dedicará a comercializar servicios tales como:

a) Servicios de ingeniería y consultoría en eficiencia energética.

b) Desarrollo e implementación de Plantas fotovoltaicas (modelo EPC).

c) Venta de equipos de eficiencia energética.

d) Venta de energía eléctrica, modelo ESPC (ESCO).

Considerando lo anterior y además que la empresa en formación no cuenta con procesos industriales productivos de ningún tipo, no se podrá realizar un balance de masa y energía.

No obstante, es importante mencionar que la implementación de una planta fotovoltaica en terreno se requiere de herramientas medianas y menores, como taladros (700W), esmeril de corte (1.500W), atornilladores eléctricos (500W), los cuales en su uso estarán destinados a la construcción y montaje de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos, estas herramientas en terreno se conectarían a un grupo motor generador de al menos unos 3.000W.

Un equipo generador eléctrico de 3.000W, cuenta con un estanque de combustible promedio de 9,7 litros, el cual por su capacidad y consumo de combustible entrega una autonomía de al menos 9 horas, lo cual se observar en la siguiente tabla 2-23:

Tabla 2-23 Tabla Comparativa equipos motor generador tipo INVERTER

MODELO	POTENCIA	ARRANQUE	AUTONOMÍA	PESO	GASOLINA	DIESEL	MOTOR	DEPÓSITO
INVERTER 1000 W COMPACT	1000W	NO	6'5 HORAS	8,5 K	NO	SI	2 T	3 L
KAISER INVERTER 1200W	1200W	NO	6 HORAS	18 K	SI	NO	2 T	4'1 L
INVERTER 4T KAISER 1000W PORTABLE	1000W	NO	4'1 HORAS	8,5 K	SI	NO	4 T	2'1 L
KAISER INVERTER 1800W	1800W	NO	6 HORAS	18 K	SI	NO	2 T	4'1 L
KAISER INVERTER 2200W	2200W	NO	6 HORAS	18 K	SI	NO	2 T	4'1 L
INVERTER 1200W 4T PROFESIONAL S1	1200W	NO	6 HORAS	22 K	SI	NO	4 T	4'6 L
INVERTER 1500W 4T PROFESIONAL S2	1500W	NO	6 HORAS	24 K	SI	NO	4 T	4'8 L
INVERTER 2500W 4T PROFESIONAL S3	2500W	NO	6 HORAS	29 K	SI	NO	4 T	5'5 L
INVERTER 3500W 4T PROFESIONAL S4	3500W	NO	9 HORAS	35 K	SI	NO	4 T	6'3 L
HONDA INVERTER EU 10 DE 1000W	1000W	NO	4 HORAS	13 K	SI	NO	4 T	2'1 L
HONDA INVERTER EU 20 DE 2000W	2000W	NO	4 HORAS	21 K	SI	NO	4 T	4'1 L
HONDA INVERTER EM 30 DE 3000W	3000W	NO	6 HORAS	34 K	SI	NO	4 T	9'7 L
HONDA INVERTER 4500 DE 4500W	4500W	NO	9'1 HORAS	79'5 K	SI	NO	4 T	24 L
HONDA INVERTER EM 5500 DE 5500W	5500W	SI	7'7 HORAS	96 K	SI	NO	4 T	23'5 L
HONDA INVERTER EU 30 DE 3000W	3000W	SI	7'1 HORAS	59 K	SI	NO	4 T	13'3 L
HONDA INVERTER 30I DE 3000W	3000W	SI	3'5 HORAS	35'2 K	SI	NO	4 T	5'9 L
HONDA INVERTER EU 20 DE 4000W	4000W	SI	4 HORAS	21 K	SI	NO	4 T	4'1 L
HONDA INVERTER EU 70 ISF DE 6500W	6500W	SI	6 HORAS	115 K	SI	NO	4 T	19'2 L

Fuente: Página web www.ventageneradores.net

Considerando que el estanque promedio de un grupo motor generador es de 9 litros, lo cual le da una autonomía de 6 horas que es prácticamente un día de trabajo de 9 horas, descontando una (1) hora de almuerzo, una (1) hora de llegada a sitio y una (1) hora de retiro del sitio, considerando que actualmente el precio promedio de la gasolina de 95 Octanos es de $ 715 pesos, podemos decir que una cuadrilla de armado de estructuras, para soporte de paneles solares consume $ 6.936 pesos diarios en combustible.

Visto lo anterior y considerando que los tiempos de construcción y montaje de las estructuras de soporte, para paneles solares consumen un 30% del tiempo de ejecución total de una obra, se podrá calcular y deducir el siguiente cuadro de consumos de energía eléctrica, suministrado por un equipo motor generador de 4 tiempos a gasolina, marca HONDA INVERTER EM30 de 3.000W, por cada tipo de planta fotovoltaica estandarizada:

A continuación, se presenta la tabla 2-24 el consumo de combustible, durante los días de ejecución de obras y su costo asociado, según el tipo de planta fotovoltaica a instalar:

Tabla 2-24 Cuadro de consumos por tipo de planta FV en terreno

Tipo de Planta	Duración Obra	Consumo de Energía	Costo de Energía
Planta FV 4 kW	5 días hábiles	27 kWh (1,5 días)	$ 15.606.-
Planta FV 8 kW	10 días hábiles	54 kWh (3 días)	$ 20.808.-
Planta FV 12 kW	15 días hábiles	81 kWh (4,5 días)	$ 31. 212.-
Planta FV 16 kW	20 días hábiles	108 kWh (6 días)	$ 41.616.-

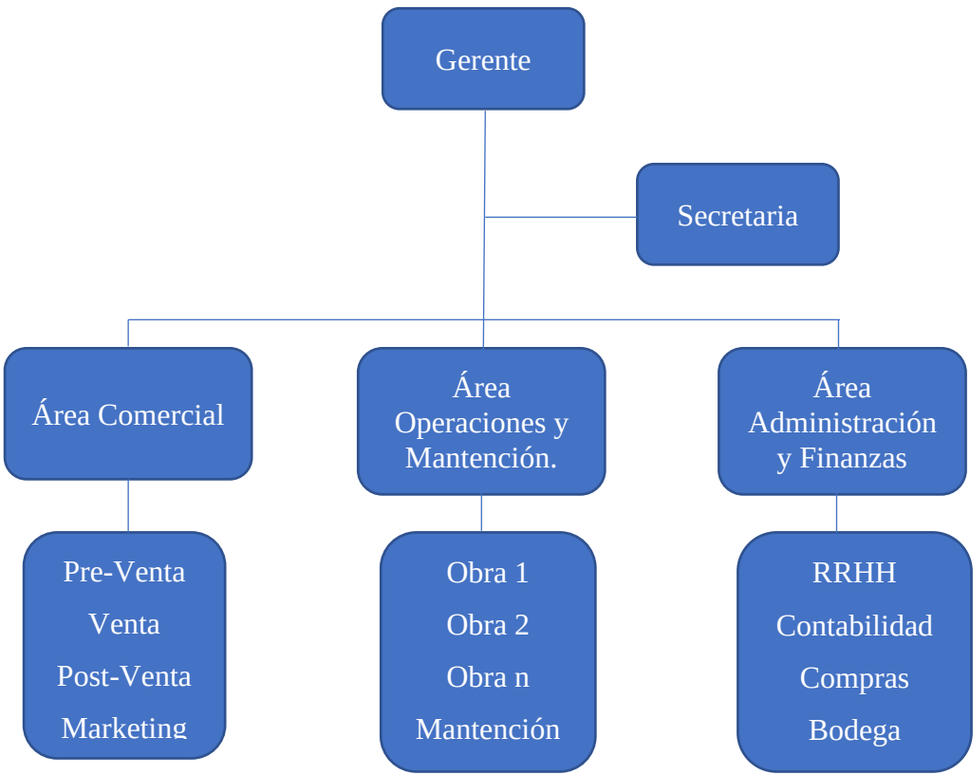
Fuente: Elaboración propia (valores monetarios expresados en pesos chilenos).

2.4 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES

2.4.1 Estructura organizacional

La empresa en formación contará con una organización básica que responderá al siguiente organigrama, el cual se presenta a continuación en el esquema 2-12:

Esquema 2-12 Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Personal, cargos, perfiles y sueldos

La empresa en formación, particularmente en su primer año de actividades contará con una estructura reducida de personal, por lo que este estudio definirá el personal necesario en este periodo, donde la empresa en formación a medida que vaya creciendo aumentará su dotación personal, en orden de realizar en forma óptima la comercialización de sus servicios y productos en el futuro y a medida que el negocio vaya creciendo.

La empresa en formación contará con tres (3) áreas definidas, las cuales son las siguientes: área comercial, área operaciones y área de administración y finanzas.

2.4.2.1 Área comercial:

Comercialización de servicios y productos: La empresa deberá contar con personal con el cual pueda promover el negocio, así como vender sus servicios y proyectos, por lo que deberá contar con Promotores de negocios o ingenieros de ventas - Vendedores y expertos en comunicación.

Actividades de preventa: La empresa deberá contar con personal que pueda realizar ingeniería de básicas, ingenierías de detalle, ingenierías de licitación e ingenierías de construcción, por lo que requerirá de ingenieros de proyectos y técnicos proyectistas, ambos con experiencia en estimación de costos e ingeniería de detalle de construcciones electromecánicas o sistemas fotovoltaicos.

Auditoría Energética: La empresa deberá contar con personal especializado que pueda realizar las auditorías energéticas, en orden de recomendar soluciones de eficiencia energéticas, por lo que requerirá de ingenieros y técnicos especializados en auditorías energéticas.

Administración de Proyecto: La empresa en formación en aquellos proyectos que lo requieran, deberá contratar el personal necesario, para gerenciar, supervisar e implementar los respectivos proyectos fotovoltaicas que la empresa comercialice, por lo que requerirá en cada uno de estos proyectos de un administrador de obra, para cada uno de los proyectos de plantas FV a construir.

2.4.2.2 Área de operaciones:

Construcción: La empresa deberá contar con un gerente o encargado del área de operaciones, por lo que requerirá de un gerente o jefe de operaciones con experiencia en la industria de la construcción, así como también deberá contar con trabajadores capacitados con experiencia en electromecánica o sistemas industriales.

Configuración de sistemas y mantenimiento: La empresa deberá contar con personal capacitado en la programación y puesta en servicio de plantas fotovoltaicas, así como personal que realice el mantenimiento de dichas plantas FV, por lo que deberá contar con ingenieros y técnicos con experiencia en la configuración inicial, mantenimiento y operación de sistemas electromecánicos.

2.4.2.3 Área de administración y finanzas

Esquemas contables y administrativos: La empresa deberá contar con personal que realice las actividades de contabilidad, remuneraciones, pago y cobro de facturas, así

como personal relacionado con las actividades administrativas propias de una empresa, por lo que, requerida de un contador o contabilidad externa y personal administrativo como secretaria, junior, personal de aseo y otros afines.

Contratos: La empresa deberá contar con personal capacitado en contratos Promotores de negocios o ingenieros de ventas con experiencia en elaboración, revisión y adaptación de contratos, así como abogados, para las consultas jurídicas (usualmente externos).

M&V: La empresa deberá contar con personal capacitado en los procedimientos de medición y verificación de ahorros de energía, por lo que requerirá de ingenieros y técnicos especializados en energía.

Capacitación: La empresa deberá contar con personal de capacitación y entrenamiento, por lo que requerirá de capacitadores, entrenadores y educadores especializados expertos en conocimientos de electromecánica (Usualmente externos).

Prevención de riesgos: La empresa deberá contar con personal capacitado en la prevención de riesgos, por lo que requerirá de un asesor en prevención de riesgos (APR), que realice las labores de prevención de riesgos, elaboración de programas y protocolo de trabajo seguro y otros afines.

2.4.2.4 Cargos, perfiles y sueldos

Se describen a continuación los cargos que se han definido, para el personal con el cual contará la empresa en formación, los cuales obedecerán a la estructura organizacional señalada en el numeral 2.4.1, como se indicó anteriormente la empresa comenzará sus actividades con un personal reducido, no obstante, lo anterior se definen a continuación la totalidad de los cargos que deberán existir, una vez terminado su proceso de implementación del negocio:

A. Área Comercial

Nombre del cargo: **Gerente**.

- Perfil del cargo: Ingeniero Industrial, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 2.500.000 pesos)
- Reporta a: Directorio
- Supervisa a: A los jefes de las áreas comercial, operaciones y mantención, administración y finanzas.
- Recursos asignados: Todos los recursos comerciales, operacionales, administrativos y financieros de la empresa

- Responsabilidad general: El gerente general es responsable de manera complementaria con las obligaciones del directorio, reporta al directorio respecto de la gestión y administración general de la empresa, vela por el cumplimiento de todos los requerimientos legales que incidan o afecten administración y operación de la empresa.
- Funciones: Será la de planificar, implementar y supervisar el desarrollo óptimo de las actividades administrativas, financieras, comerciales y de todas las actividades y procesos operativos de la empresa.

Nombre del cargo: **Secretaria Ejecutiva**.

- Perfil del cargo: Secretaría ejecutiva, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 600.000 pesos)
- Reporta a: Gerente
- Supervisa a: A junior y personal de aseo
- Recursos asignados: Todos los recursos impresión, archivo y librería asignadas a esta área de la empresa
- Responsabilidad general: Planifica agendas y coordinar viajes y actividades del área, realizando las reservas y planificación según naturaleza de cada actividad, verificando el cumplimiento de objetivos para los usuarios y optimización de recursos
- Funciones: Administra correspondencia del área, verificando recepción y derivación correspondiente, administra documentación institucional, según procedimientos, formatos y condiciones de confidencialidad correspondiente, administra dineros asociados a actividades del área, según procedimientos institucionales.

Nombre del cargo: **Jefe Área Comercial**.

- Perfil del cargo: Ingeniero Comercial, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 1.800.000 pesos)
- Reporta a: Gerente
- Supervisa a: Ingenieros de Proyectos, evaluadores de proyectos, vendedores.
- Recursos asignados: Todos los recursos comerciales de la empresa
- Responsabilidad general: Será responsable de la comercialización, ventas y marketing de los servicios y productos de la empresa.
- Funciones: Sus funciones serás las de administrar, gestionar, implementar y supervisar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos comerciales de la empresa.

Nombre del cargo: **Ejecutivo de Ventas**.

- Perfil del cargo: Ingeniero en Ventas, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 800.000 pesos)
- Reporta a: Jefe Área Comercial
- Supervisa a: No supervisa a otros.
- Recursos asignados: Todos los recursos de ventas de la empresa
- Responsabilidad general: Generar y/o desarrollar cartera de clientes nuevos individuales, cumplir con el modelo de ventas y prospección diaria, efectuando llamadas, agendando citas y visitas a clientes con el objetivo de cumplir las metas de ventas mensuales y anuales asignadas.
- Funciones: Vender, prospectar, reportar ventas.

Nombre del cargo: **Evaluador de Proyectos.**

- Perfil del cargo: Ingeniero de Proyectos, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 1.300.000 pesos)
- Reporta a: Jefe Área Comercial
- Supervisa a: No supervisa a otros.
- Recursos asignados: Todos los recursos de proyectos de la empresa.
- Responsabilidad general: Generar y/o desarrollar todos los proyectos de ingeniería en eficiencia energética que comercialice la empresa.
- Funciones: Visitas a clientes, visitas a terreno, cubicación de proyectos y evaluación económica de los proyectos, ingeniero visitador y coordinación técnica con los clientes.

Nombre del cargo: **Técnico de M&V.**

- Perfil del cargo: Ingeniero ejecución eléctrico o técnico universitario en electricidad, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 800.000 pesos)
- Reporta a: Jefe Área Comercial
- Supervisa a: No supervisa a otros.
- Recursos asignados: Todos los recursos de proyectos de la empresa.
- Responsabilidad general: Generar y/o desarrollar todos los proyectos de ingeniería en eficiencia energética que comercialice la empresa.
- Funciones: Visitas a clientes, visitas a terreno, cubicación de proyectos y evaluación económica de los proyectos, ingeniero visitador y coordinación técnica con los clientes.

B. Área Operaciones

Nombre del cargo: **Jefe Área de Operaciones**.

- Perfil del cargo: Ingeniero Constructor o Eléctrico, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 1.800.000 pesos)
- Reporta a: Gerente
- Supervisa a: Encargados de operaciones, mantención, configuración y puesta en servicio.
- Recursos asignados: Todos los recursos operacionales de la empresa
- Responsabilidad general: Será responsable de la producción de los bienes o servicios de la empresa.
- Funciones: Sus funciones serán las de gestionar, administrar, planificar, implementar y supervisar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos operativos diarios de la empresa.

Nombre del cargo: **Encargado de Construcción.**

- Perfil del cargo: Ingeniero Constructor o Constructor Civil, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 1.300.000 pesos)
- Reporta a: jefe área de operaciones
- Supervisa a: Técnicos, capataces, maestros y ayudantes de operaciones.
- Recursos asignados: Todos los recursos operacionales de construcción la empresa.
- Responsabilidad general: Su responsabilidad será la administrar la obra que se le asigne desarrollar, estará a cargo de la construcción de las plantas fotovoltaicas que comercialice la empresa.
- Funciones: Será la de administrar, implementar y supervisar la construcción de las plantas fotovoltaicas que le asigne la empresa.

Nombre del cargo: **Técnico en Construcción.**

- Perfil del cargo: Técnico en construcción industrial, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 700.000 pesos)
- Reporta a: jefe área de operaciones.

- Supervisa a: Maestros de 1ra, maestros de 2da y ayudantes de la especialidad de construcción.
- Recursos asignados: Todos los recursos técnicos asignados a esta área de la empresa.
- Responsabilidad general: Será responsable de las actividades técnicas administrativas que desarrolla el área
- Funciones: Sus funciones serán las de realizar la correcta ejecución de todas las actividades y procesos técnicos de construcción, para la implementación de plantas fotovoltaicas e instalación de sistema de eficiencia energética.

Nombre del cargo: **Encargado de Mantención**

- Perfil del cargo: Ingeniero Ejecución en Mantención o Técnico Universitario eléctrico, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 1.300.000 pesos)
- Reporta a: jefe área de operaciones
- Supervisa a: Técnicos, capataces, maestros y ayudantes de mantenimiento.
- Recursos asignados: Todos los recursos operacionales de mantenimiento de la empresa.
- Responsabilidad general: Será responsable y será el encargado de los contratos de mantenciones preventivas y recuperativas a la falla de las plantas fotovoltaicas que le asigne la empresa.
- Funciones: Será la de administrar, implementar y supervisar la mantención preventiva y recuperativa de las plantas fotovoltaicas que le asigne la empresa.

Nombre del cargo: **Técnico en Mantención.**

- Perfil del cargo: Técnico eléctrico industrial, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 700.000 pesos)
- Reporta a: jefe área de operaciones.
- Supervisa a: Maestros de 1ra, maestros de 2da y ayudantes de la especialidad de mantención.
- Recursos asignados: Todos los recursos técnicos asignados a esta área de la empresa.
- Responsabilidad general: Será de su responsabilidad las actividades técnicas de mantención y el mantenimiento de las plantas fotovoltaicas.

- Funciones: Sera la de realizar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos técnicos de mantenimiento, para la mantención de plantas fotovoltaicas.

C. Área Administración y Finanzas

Nombre del cargo: **Jefe Área Administración y Finanzas.**

- Perfil del cargo: Ing. Administrador de empresas o Contador, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 1.800.000 pesos)
- Reporta a: Gerente
- Supervisa a: Todo el personal del área de administración y finanzas.
- Recursos asignados: Todos los recursos administrativos y contables de la empresa.
- Responsabilidad general: Será su responsabilidad todos los procesos administración y contables de la empresa y será responsable de todos los bienes y servicios de la empresa.
- Funciones: Sus funciones serán la de administrar, gestionar, planificar, implementar y supervisar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos administrativos y financieros de la empresa.

Nombre del cargo: **Administrativo Contable.**

- Perfil del cargo: Técnico en contabilidad y finanzas, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 700.000 pesos)
- Reporta a: jefe de administración y finanzas.
- Supervisa a: No tiene supervisión.
- Recursos asignados: Todos los recursos administrativos y contables asignados a esta área de la empresa.
- Responsabilidad general: Será responsable de las actividades administrativas y contables que desarrolla el área.
- Funciones: Sera la de realizar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos administrativos y contables de la empresa.

Nombre del cargo: **Administrativo.**

- Perfil del cargo: Técnico en administración, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 700.000 pesos)

- Reporta a: Jefe de Administración y Finanzas.
- Supervisa a: No tiene supervisión.
- Recursos asignados: Todos los recursos administrativos asignados a esta área de la empresa.
- Responsabilidad general: Será responsable de las actividades administrativas que desarrolla el área
- Funciones: Sera la de realizar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos administrativos de la empresa.

Nombre del cargo: **Secretaria Administrativa**.

- Perfil del cargo: Secretaría administrativa, con 5 años de experiencia mínimo.
- Cantidad: 1 (Sueldo CL$ 600.000 pesos)
- Reporta a: Jefe de Administración y Finanzas.
- Supervisa a: junior y personal de aseo
- Recursos asignados: Todos los recursos impresión, archivo y librería asignada a esta área de la empresa
- Responsabilidad general: Planifica agendas y coordinar viajes y actividades del área, realizando las reservas y planificación según naturaleza de cada actividad, verificando el cumplimiento de objetivos para los usuarios y optimización de recursos
- Funciones: Administra correspondencia del área, verificando recepción y derivación correspondiente, administra documentación institucional, según procedimientos, formatos y condiciones de confidencialidad correspondiente, administra dineros asociados a actividades del área, según procedimientos institucionales.

2.4.3 Marco legal y políticas de desarrollo del giro del negocio

De acuerdo con los giros establecidos, para la empresa en formación, los textos legales generales que regularán legalmente sus actividades económicas son los siguientes:

a) Decreto N°100 / 2005 Constitución política de Chile.
b) DFL N°275 / 1968 Código sanitario.
c) DFL N°1 /2003 Código del trabajo.
d) Ley N°19.300 Ley general de bases del medio ambiente.
e) Ley N°20.096 / 2006 Ley del Ozono

f) Ley 16.744 / 1968 la cual establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

De igual forma que lo anterior y según los giros establecidos, para la empresa en formación, los textos legales particulares que regularan sus actividades económicas son los siguientes:

a) Ley N°4 / 20018 Fija texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley Nº1, de minería de 1982. Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica.
b) Ley N°21.118 / 2018 Modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, con el fin de incentivar el desarrollo de las generadoras residenciales.
c) Decreto N°88 / 2020 Aprueba reglamento para medios de generación de pequeña escala.

2.4.3.1 Políticas de desarrollo del giro del negocio

Políticas a mediano plazo: La empresa en formación nacerá en sus inicios como una mediana empresa de ingeniería eléctrica, según la clasificación por el monto de sus ventas informadas por el contribuyente, según lo determinado por el servicio de impuestos internos.

No obstante, lo anterior y según la política de crecimiento de ventas de la empresa en formación, la empresa pasará en el mediano plazo de ser una microempresa y llegará a ser una mediana-empresa.

El tamaño de una empresa se clasifica en los siguientes rangos, en base al cálculo de las ventas anuales de un contribuyente, se muestran a continuación en le tabla 2-25:

Tabla 2-25 Tamaño de empresas según ventas

MICRO 1: De 0,01 UF a 200 UF.
MICRO 2: De 200,01 UF a 600 UF.
MICRO 3: De 600,01 UF a 2.400 UF.
PEQUEÑA 1: De 2.400,01 UF a 5.000 UF.
PEQUEÑA 2: De 5.000,01 UF a 10.000 UF.

PEQUEÑA 3: De 10.000,01 UF a 25.000 UF.
MEDIANA 1: De 25.000,01 UF a 50.000 UF.
MEDIANA 2: De 50.000,01 UF a 100.000 UF.
GRANDE 1: De 100.000,01 UF a 200.000 UF.
GRANDE 2: De 200.000,01 UF a 600.000 UF.
GRANDE 3: De 600.000,01 UF a 1.000.000 UF.
GRANDE 4: De más de 1.000.000 UF.

Fuente: www.sii.cl

Políticas a largo plazo: Hacen referencia a las reglas u objetivos, en su mayoría realizables, que se pretenden en un período de tiempo a largo plazo, y que tienen en cuenta factores de desarrollo y crecimiento.

2.4.3.2 Políticas de seguridad laboral

La empresa en formación objeto de este estudio, será una empresa dedicada al diseño, suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de proyectos eléctricos fotovoltaicos a nivel nacional, por lo que la empresa contará con un manejo eficiente y cuidadoso de las actividades que se realizan al interior de sus instalaciones y obras.

La empresa en formación será responsable y tomará conciencia de los riesgos laborales, los cuales son inherentes a las actividades que se desarrollan en las instalaciones de la empresa y en cada una de sus obras, por lo que se establecerá como Política de Seguridad y Salud Ocupacional, la protección de la integridad física de todas las personas y la salud ocupacional de los trabajadores y de terceros, que desarrollen labores en nuestras instalaciones y obras.

Esta política de Seguridad y Salud Ocupacional deberá ser conocida y respetada, por todos los trabajadores y subcontratos de la empresa en formación, la cual deberá estar presente en todo nuestro quehacer y toma de decisiones diarias y proporcionar todas las condiciones de trabajo seguras y saludables, para la prevención de accidentes y menoscabo de la salud de los trabajadores y subcontratos.

2.4.3.3 La política de recursos humanos

Política de Ingreso: La empresa realizará la incorporación de personal capacitado de calidad reconocida y profesionales cuyos antecedentes laborales se encuentren debidamente acreditados y en concordancia con las exigencias, así como con los objetivos de la empresa en formación, lo cual se realizará por medio de procesos de selección técnicos y transparentes, los cuales no serán discriminatorios, los que se basarán en el mérito y la excelencia de los postulantes.

Política General del Desarrollo de los Recursos Humanos: La empresa en formación generará un adecuado equilibrio, para lograr el cumplimiento de los objetivos institucionales, así como el desarrollo profesional junto con el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

Política de Capacitación y Perfeccionamiento: La empresa en formación realizará una capacitación permanente a sus trabajadores y profesionales, perfeccionando sus habilidades y competencias, así como sus capacidades personales y profesionales.

Política de Remuneraciones: La empresa en formación, en orden de cumplir con sus objetivos propuestos, contratará a personal capacitado, fijando niveles de remuneración e incentivos, para sus trabajadores de acuerdo con los valores de mercado.

Política de Evaluación de Desempeño: La empresa en formación, dará cumplimiento a los objetivos propuestos motivando a sus trabajadores siempre a la mejora continua en el desarrollo de sus actividades, evaluando en forma objetiva, transparente e informada.

Política de Calidad de vida laboral: La empresa en formación fomentará la calidad de vida laboral facilitando y desarrollando acciones y actividades que fomenten un clima y ambiente laboral armónico, así como modelos de vida saludable, con condiciones de vida seguras de trabajo.

Política de Desvinculación: La empresa en formación cautelará una debida renovación de su personal, aplicando un modelo de desvinculación el cual implemente a contar de los 65 años, lo anterior no obstante las demás causales contenidas en la legislación laboral chilena.

Política de Teletrabajo: La empresa en formación, en las actividades que sea viable realizar en forma on-line, podrá implementar estas actividades con los trabajadores que así lo soliciten y sea beneficioso, para los mismos trabajadores y productivo, para la empresa.

2.4.3.4 Política medioambiental

La empresa en formación no solo estará comprometida con sus clientes, trabajadores, proveedores, la sociedad, sino que también estará comprometida con el medio ambiente.

La empresa en formación contará con un compromiso ambiental, para detectar, reducir, reciclar, reutilizar, medir y mitigar el impacto al medioambiente que pudiera generar la empresa, implementando medidas de eficiencia energética, buscando el uso eficiente de los nuestros recursos energéticos que consume la empresa, promoviendo el cuidado del medio ambiente, promoviendo también la mitigación el cambio climático y sus efectos adversos en la naturaleza.

2.4.4 Estructura de la sociedad y sistema tributario

La empresa en formación se creará como una Sociedad de Responsabilidad Limitada, estas sociedades son reguladas por la Ley N°3.918 y sus respectivas modificaciones, así como normas del Código de Comercio y las señaladas por el Código Civil y las solemnidades que el código civil solicita:

a) Se confeccionará una escritura pública con la constitución de la empresa.
b) Se realizará un extracto de escritura pública.
c) El extracto se inscribirá en el registro de comercio.
d) El extracto se publicará en el diario oficial.

La administración y la representación legal de la empresa, estará delegada a los socios que conforman la sociedad, quienes aportan el capital social de la empresa, la empresa será de propiedad privada, esto último debido a los socios son particulares.

Sistema tributario: A continuación, se analizará la estructura tributaria chilena, en términos de a qué tipo de tributos o impuestos estará sometido el negocio.

La nueva ley de modernización tributaria en Chile, establecen los siguientes regímenes tributarios, vigentes a partir del 1 de enero de 2020. La cual crea los siguientes regímenes tributarios:

a) Régimen Tributario Pro-Pyme General.

b) Régimen Tributario Pro-Pyme Transparente.

c) Régimen Tributario General (Semi Integrado).

Además, se mantienen:

a) Régimen Tributario Renta Presunta.

b) Contribuyentes no afectos al Artículo 14 de la LIR.

La Sociedad Limitada que es el tipo de sociedad con la cual nacerá la empresa en formación, se le aplicará el Régimen General de Tributación (Semi Integrado), esto es, Impuestos de Primera Categoría, Global Complementario o Adicional, determinados mediante contabilidad.

Régimen Tributario General Semi Integrado (14A): La empresa en formación contará con un régimen de tributación con contabilidad completa, por lo que los socios podrán realizar imputación parcial de crédito del Impuesto de primera categoría de la ley de la renta. A este Régimen se deben acoger todos los contribuyentes cuyos ingresos del giro y capital, no les permita ser clasificados como Pyme.

Tributación de la empresa (IDPC): La empresa está afecta al IDPC[16] sobre una base imponible la que se determinará en base a las reglas generales contenidas en los artículos 29 al 33 de la ley de impuestos a la renta.

Los propietarios se afectarán con sus impuestos personales en base a los retiros, remesas o distribuciones efectivos, con imputación parcial (65%) del crédito por IDPC.

La empresa contará con una tasa de impuesto de primera categoría: Tasa de 27%, también contará con el beneficio referido a IDPC: El cual puede deducir hasta un 50% de la RLI[17] gravada con el IDPC que se mantenga reinvertida en la empresa, para empresas que su promedio anual de ingresos sea igual a 100.000 UF en los últimos 3 años comerciales sobre el que se solicita el beneficio, con un tope de la deducción de 4.000 UF.

El régimen tributario de la empresa en formación estará sujeto a los siguientes decretos Ley y sus adecuaciones vigentes:

a) Decreto Ley N°830, Establece el Código Tributario.
b) Decreto Ley N°824, Establece el Impuesto a la Renta.
c) Decreto Ley N°825, Determina Impuesto a las Ventas y a los Servicios, Impuesto al Valor Agregado (I.V.A.)

2.4.5 Impacto medioambiental

Como toda empresa productiva, la empresa en formación deberá someterse a un estudio de impacto ambiental o en su defecto a una si la empresa no genera un impacto al

[16] IPDC: Impuesto de primera categoría.
[17] Renta líquida imponible.

medio ambiente contará con una declaración de compromiso con el medio ambiente, donde cada proyecto sea cual fuere contará con una normativa aplicable establecida.

Los criterios que definen la forma de presentación de este estudio o declaración de compromiso con el medio ambiente, estará regida por la Ley 19.300, en el artículo N°11 de esta ley indica en forma textual:

a) Riesgo, para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos.
b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
c) Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos.

También el impacto ambiental puede ser definido como cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, que es resultado total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.

Por lo tanto, para cumplir con esta normativa es necesario conocer y distinguir cuales son las políticas de medio ambiente que poseerá la empresa en formación en este caso.

Política Medioambientales de la Empresa de Ingeniería Fotovoltaica: Considerando que la empresa en formación desarrollará e implementará proyectos de eficiencia energética, por medio de la construcción de plantas generadoras de energía eléctrica fotovoltaica, es por esencia es una empresa de bajo impacto ambiental, ya que con su quehacer coopera con la disminución de CO2 en el ambiente, por lo que en su gestión tiene integrada la protección y preservación del medio ambiente, no obstante lo anterior la empresa contará con los siguientes principios y compromisos:

a) La empresa cumplirá con toda la legislación aplicable y con otros compromisos a los que voluntariamente suscriba la empresa.
b) La empresa implementará Sistemas de Gestión, que contemple programas que aseguren su compromiso con la Mejora Continua del desempeño ambiental, ocupando como herramienta la prevención de la contaminación.
c) La empresa promoverá el uso eficiente de la energía y la reducción del uso de recursos naturales a través del empleo de productos y subproductos industriales y otros. Como materias primas y medios de energía alternativos como la energía Fotovoltaica.
d) La empresa evaluará los Impactos Ambientales en nuestro proyectos e inversiones.

e) La empresa revisará periódicamente la Gestión Ambiental, el cumplimiento de su Política de Medio Ambiente y su adecuación en el tiempo. Junto con los objetivos, controles y mediciones periódicas del desempeño.

f) La empresa involucrará a su personal en la implementación y mantenimiento de esta Política de Medio Ambiente. Asegurando que todos los niveles jerárquicos de empresa reciban la formación adecuada, para cumplir con sus obligaciones y responsabilidades medio ambientales.

g) La empresa comprometerá gradualmente a sus contratistas y proveedores, para que su desempeño ambiental sea coherente con los lineamientos de esta política en las actividades y servicios que presten a la organización.

El cumplimiento exitoso de estos principios y compromisos implica el aporte de todos los estándares de una organización, siendo cualquier administración responsable por su divulgación y promoción.

Gestión ambiental: Las normas ISO 14.001 (normas que regulan el medio ambiente), son aquellas que la empresa en formación tiene, para contar con requisitos claros, y contar con la preocupación del uso de recursos, con el fin principal de cumplir con la normativa, a continuación, se presentan los objetivos:

a. Conocer los sistemas de gestión ambiental ISO 14.001
b. Determinar su aplicación en el sector industrial que le corresponde a la empresa en formación.
c. Relación hombre naturaleza
    - Dominación
    - Integración armónica del medio ambiente
d. Integración de la temática ambiental a:
    - La vida ciudadana
    - Gestión empresarial
    - Modelos productivos
    - Gobiernos
e. Los procesos productivos serán amigables con el medio ambiente; Estos procesos son relativos al cuidado de materiales que no presenten un determinado daño al ambiente y conductas del personal.
f. Sistemas de gestión ambiental según ISO 14.001, este sistema se propondrá en las oficinas de la empresa en formación, mediante diferentes modelos de ejecución diaria de labores de reciclaje. El sistema de gestión ambiental ISO 14.001 es el organismo que regirá la empresa en formación, este trata principalmente de ser un organismo de estandarización internacional. El cual

tiene la siguiente política ambiental, esta normativa debe cumplir y contener a lo menos lo siguiente:

- Ser apropiada a la organización.
- Considerar la naturaleza y el alcance de las actividades, productos y servicios.
- Compromiso con el mejoramiento continuo y prevención de la contaminación.
- Cumplir la legislación ambiental aplicable y otros compromisos.
- Ser referencia, para fijar objetivos y metas ambientales.
- Analizarse periódicamente.
- Ponerse a disposición del público
- Evolución del ámbito medio ambiental: El ámbito medio ambiental se agrava día a día, por lo que realizar un tema evolutivo referente a las pautas de reglamentación y a los logros en cuanto a esto es de vital importancia, para la ISO 14.001:
- Cumplir con la legislación: Evitar multas de los estamentos medioambientales.
- Tratar los residuos: minimizar el impacto.
- Producción más limpia: Optimizar los procesos productivos, para evitar fugas de energía y disminuir la generación de residuos.
- Buenas relaciones con la comunidad.
- Mejorar continuamente esquemas en base a la administración, satisfaciendo o realizando prácticas sencillas de reciclaje de útiles de oficina, así como también carteles alusivos en las dependencias, y luego de establecer ciertas conductas acordes al cuidado del medio ambiente, realizando auditorías internas, para controlar de alguna manera que se realicen todas ellas conformes a la reglamentación interna de la empresa.
- Permite la negociación con distintos países con productos competitivos, en igualdad de condiciones.
- Rompe barreras impuestas por los mercados a los productos nacionales.
- Lograr un orden interno y mejoras en los procesos productivos.

CAPÍTULO 3: LA INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

3.1 DISEÑO DE LA PLANTA

Es importante mencionar en este capítulo, que la empresa en formación no será una planta industrial, siendo esta una empresa de ingeniería eléctrica, donde inicialmente sus oficinas, bodegas e instalaciones de faena, serán arrendadas, por lo que no se requiere de un diseño de una planta propiamente tal.

No obstante, lo indicado anteriormente, en este capítulo se tratarán los temas propios referidos a la ingeniería básica de una planta fotovoltaica, según el caso base indicado en el capítulo 2.

3.1.1 Diseño, cálculo y selección de equipos principales

Considerando la envergadura de los proyectos FV a desarrollar, la empresa en formación contará con instalaciones de faena en terreno, las cuales se encontrarán en cada uno de los sitios donde se realice la implementación de los proyectos Fotovoltaicos. Estas instalaciones de faena contarán con oficinas de Administración de Obra, Operaciones, Prevención de Riesgos y Taller, este último, para la confección o armado de las estructuras de soporte de paneles fotovoltaicos.

Visto lo anterior se definirán y seleccionarán los equipos principales, que se utilizarán, para la construcción de las plantas fotovoltaicas.

3.1.1.1 Herramientas de taller

Tanto la bodega principal de equipos y materiales, así como las instalaciones de faena en obra, contarán con un pequeño taller de armado o confección de las estructuras que soportarán los arreglos fotovoltaicos, donde se deberán considerar los siguientes equipos y herramientas:

3.1.1.2 Equipos y herramientas de taller

Considerando que las labores que se desarrollarán en este taller que se ubicará en la bodega, como en los respectivos talleres en obra son labores básicas de cortes y terminaciones, tanto en perfiles de Acero Galvanizado, como en perfiles de Aluminio o Metalcom, este taller deberá contar con equipos y herramientas básicas de medición, corte y perforación, así como herramientas, para realizar las terminaciones en los distintos tipos de perfiles sobre los cuales se trabajará, tales como herramientas desbaste, lijado y pulido,

así como herramientas, para el pintado de estructuras o remate de cortes con galvanizado en frio.

Se muestran los principales equipos y herramientas menores del taller, para armado de estructuras de soporte, para arreglos fotovoltaicos, las cuales se muestran a continuación en las figuras 3-1 y 3-2:

Figura 3-1 Taladro y tronzadora de banco

Fuente: Página web www.demaquinasyherramientas.com

Figura 3-2 Compresor y accesorios de pintura

Fuente: Página web www.demaquinasyherramientas.com

También el taller deberá contar con herramientas, para el armado y desarmado de estructuras, generalmente estas son herramientas son del tipo manual, así como también mesones o bancos de trabajo, un listado básico de estas herramientas se presenta a continuación en la tabla 3-1:

Tabla 3-1 Herramientas menores de taller

Descripción herramienta	Cantidad
Taladro manual	1
Esmeril angular	1
Soldadora Indura 160A	1
Niveles de gota	2
Escuadras y reglas	2
Huinchas de medir	2
Prensa de banco	1
Juego de destornilladores	2
Juego de dados 164 piezas	2
Juego de alicates	2
Juego de llaves punta y corona	2
Cajas de herramientas	2

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Diseño del sistema de tuberías (redes de cañerías)

Como se indicó anteriormente la empresa en formación no será una planta industrial asociada a procesos productivos, por lo que no aplicaría el diseño de un sistema de tuberías, más aún ya que sus oficinas centrales, bodega e instalaciones de faena serán arrendadas en sus primeros años.

No obstante, lo anterior las plantas fotovoltaicas cuentan con canalizaciones eléctricas, las cuales dimensionaremos como una solución estandarizada, donde se dimensionarán las canalizaciones según las siguientes consideraciones indicadas en las tablas No 8.16 y 8.19 contenidas en la norma eléctrica chilena NCh 4/2003, las cuales se presentas a continuación como las tablas 3-2 y3-3:

Tabla 3-2 % de Sección transversal de tubería ocupada por conductores

Tabla Nº 8.16
Porcentaje de Sección Transversal de la Tubería ocupada por los Conductores

Número de conductores	1	2	3 ó más
Porcentaje ocupado	50	31	35

Fuente: Norma eléctrica chilena NCh 4/2003

Tabla 3-3 Dimensiones y % de ocupación transversal

Tabla Nº 8.19
Dimensiones y Porcentajes de Sección Transversal
para los Distintos Tipos de Ductos

Diámetro nominal			Diámetro interno	Sección transversal	50% Sección transversal	31% Sección transversal	35% Sección transversal
Tipo de ducto							
t.p.p. t.p.r. c.a.g.	t.a. t.a.g. t.p.f.	t.a.	[mm]	[mm^2]	[mm^2]	[mm^2]	[mm^2]
	++ ½"		11,70	107,51	53,76	33,33	37,63
+ ½"			12,00	113,10	56,55	35,06	39,59
+ 16 mm			13,40	141,03	70,52	43,72	49,32
	5/8"		13,88	151,31	75,65	46,91	52,96
+ ½"			15,76	195,08	97,54	60,47	68,28
	¾"		17,08	228,32	114,16	70,78	79,91
¾"			20,96	345,94	172,52	106,96	120,70
	1"		23,00	415,48	207,74	128,80	145,42
1"			26,64	557,39	278,70	172,79	195,09
	1 ¼"		29,35	976,56	338,28	209,73	236,80
1 ¼"			35,08	1000,90	483,52	299,62	338,28
	1 ½"		35,70	1316,40	500,45	310,30	350,34
1 ½"			40,94	1839,85	658,20	408,08	460,74
	2"		48,40				643,95
		50 mm	50,00				687,23
2"			52,48				757,09
2 ½"			62,68				1079,98
		75 mm	75,00				1546,22
3"			77,92				1669,00
3 ½"			90,10				2231,56
+ 4"			97,80				2618,54

Fuente: Norma eléctrica chilena NCh 4/2003

(+) Estos seis valores corresponden a tubería de polietileno, tubería de PVC y tubo de acero galvanizado de pared gruesa, respectivamente. Los restantes valores corresponden a tubo de acero galvanizado pared gruesa, no existiendo diferencias notorias entre los distintos tipos.

(++) Estos valores corresponde a tubo plástico flexible, las otras medidas de este tipo de tubería se consideran equivalentes a las del tubo de acero.

Importante: Los valores que aparecen en la tabla 3-3 corresponden a las dimensiones más usuales de las tuberías que se ofrecen en el mercado y son solo referenciales y no deben entenderse como valores de norma, para la fabricación de tuberías.

Las abreviaturas utilizadas tienen los significados siguientes:

a) **t.p.p.** tubo plástico de polietileno.
b) **t.p.f.** tubo plástico flexible.
c) **t.p** tubo de PVC.
d) **t.a.g.** tubo de acero galvanizado.

e) **t.a.** tubo de acero barnizado.

f) **c.a.g.** cañería de acero galvanizado.

Tomando en consideración, para ello los calibres de los cables que se utilizarán en cada una de las secciones de las plantas FV, según lo indicado anteriormente en el numeral 2.3.2, Proceso Diseño Planta Fotovoltaica Letra G, tabla 2-22 Determinación de conductores, según se indica en la tabla 3-4:

Tabla 3-4 Determinación de conductores en plantas FV

❖ Cables de conexión entre paneles 4 mm^2 a 6 mm^2
❖ Cables de conexión entre paneles y reguladores 16 mm^2 a 18 mm^2
❖ Cables de conexión entre reguladores y baterías 16 mm^2 a 35 mm^2
❖ Cables de conexión entre baterías e inversor mínimo 35 mm^2

Fuente: Calculadora de Secciones de Cables (www.monsolar.com)

Dimensionamiento de canalización, para cables calibre 4 mm^2 hasta 6 mm^2, según tabla, para un par de cables de 4 o 6 mm^2, se podrá utilizar una tubería de acero galvanizado ++ ½” o una cañería de acero galvanizado + ½”, ya que la suma de las secciones transversales de los conductores de 4 y 6 mm^2 no superan los 33,33 mm^2 y los 35,06 mm^2 respectivamente.

Dimensionamiento de canalización, para cables calibre 16 mm2 hasta 18 mm2, según tabla, para un par de cables de 16 o 18 mm^2, se podrá utilizar una tubería de acero galvanizado ++ ½” o una cañería de acero galvanizado + 16 mm, ya la suma de las secciones transversales de los conductores de 16 y 18 mm2 no superan los 33,33 mm2 y los 43,72 mm2 respectivamente.

Dimensionamiento de canalización, para cables calibre 35 mm2, según tabla, para un par de cables de 35 mm^2, se podrá utilizar una tubería de acero galvanizado ¾”, ya que la suma de las secciones transversales de los conductores de 35 mm2 no superan los 70,78 mm^2.

3.1.3 Diseño del sistema de potencia (redes eléctricas)

Como se indicó anteriormente la empresa en formación no será una planta industrial asociada a procesos productivos, por lo que no aplicaría el diseño de un sistema

de tuberías, más aún ya que sus oficinas centrales, bodega e instalaciones de faena serán arrendadas en sus primeros años.

No obstante, este numeral tratará sobre la energía y el comportamiento fotovoltaico, para lo en esta sección de este estudio de prefactibilidad, nos apoyaremos en el documento "Manual para el Dimensionamiento y Evaluación de un Arreglo Fotovoltaico Monofásico a Nivel Residencial en Chile" confeccionado por el Ingeniero Civil Mecánico (USM) señor Pedro Lillo Paniagua.

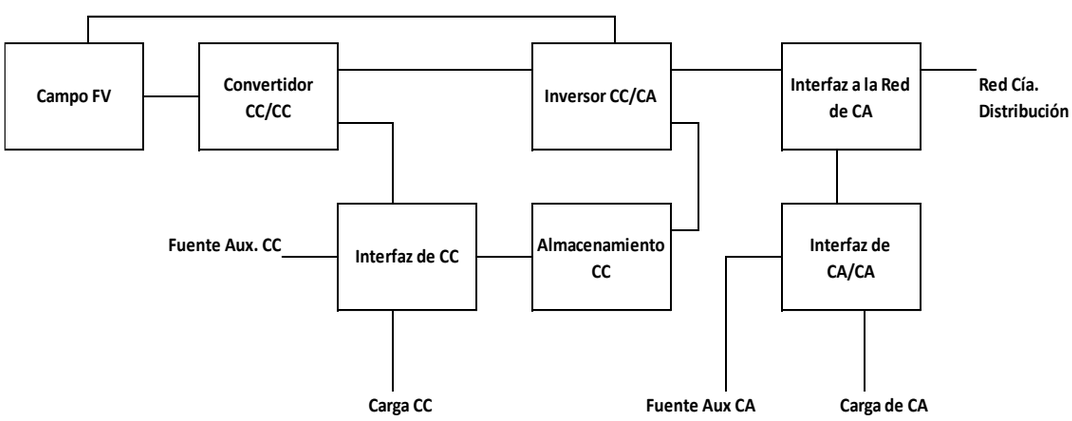
Como se indica en este manual, entendiendo la naturaleza de los fenómenos y conceptos que se indican más adelante, podremos introducirnos concretamente en el diseño y funcionamiento de un sistema de generación de energía eléctrica en base a paneles FV fotovoltaicos.

3.1.3.1 Componentes de un arreglo fotovoltaico

Un arreglo fotovoltaico es básicamente un conjunto de paneles fotovoltaicos conectados en serie y paralelo. Sin embargo, para poder transformar la energía solar en energía eléctrica fotovoltaica de una manera eficiente, se hace necesario la utilización de otros componentes conectados a este arreglo fotovoltaico, en particular porque un arreglo de paneles fotovoltaicos produce voltaje y corriente continua (C.C) al sistema.

Se muestra un diagrama donde se observan cada uno de los componentes de un sistema fotovoltaico y su interacción en el sistema, lo anterior se presenta a continuación en la figura 3-3:

Figura 3-3 Diagrama de flujo de Potencia de un Sistema Fotovoltaico (FV).



Fuente: Manual para el Dimensionamiento y Evaluación de un Arreglo Fotovoltaico Monofásico a Nivel Residencial en Chile", Pedro Lillo Paniagua Ingeniero Civil Mecánico (USM)

Campo FV: El campo fotovoltaico consiste en al menos un (1) panel solar o más paneles solares dependiendo de la potencia final del sistema, el cual convierte la radiación solar en energía eléctrica continua (CC[18]).

Convertidor CC/CC: Desde el área fotovoltaica, se ingresa a la sección de control y monitoreo del sistema FV donde se puede encontrar elementos como el "Convertidor C.C/C.C". Este equipo es en esencia un regulador de carga, este es un equipo electrónico el cual permite controlar la cantidad de corriente que generan los paneles FV hacia la interfaz de CC o inversor. Su principal tarea es proteger al sistema de sobrecargas y administrar la alimentación.

Interfaz de CC: La interfaz de corriente continua es un equipo el cual puede alimentar una carga en CC, también la interfaz de CC puede ser vinculada a una fuente auxiliar de C.C, un sistema de almacenamiento de C.C, así como a consumos de C.C (ej. Iluminación LED en C.C.

Almacenamiento de CC: En un arreglo fotovoltaico el almacenamiento de la corriente continua corresponderá principalmente al banco de baterías. Las baterías son un sistema de acumulación de energía el cual es capaz de alimentar fuentes de consumo de energía en horas donde no existe radiación solar.

Inversor de CC/CA: Cuando se requiera energizar consumos CA[19], así como también se desea conectar la planta fotovoltaica directamente a la red eléctrica de distribución, se hace necesario la instalación de un inversor de C.C./C.A., algunos de estos inversores vienen integrado el regulador de carga. El inversor recibe la corriente continua desde el campo fotovoltaico directamente o desde el convertidor de CC, donde luego este equipo la transforma en corriente alterna.

Interfaz de CA/CA: Es aquel elemento que recibe la CA apta, para el consumo de la mayoría de los equipos existentes en un inmueble, como podría ser un tablero de distribución de energía eléctrica. Además, esta interfaz de CA/CA podría estar conectada a una fuente auxiliar de CA, como es un motor generador, para la cual se debe contar con un TTA[20] o manual.

Interfaz a la red de CA: Este es el equipo o medidor bidireccional, el cual puede ser provisto por el cliente o la empresa de distribución eléctrica, para la venta directa inyectando la corriente a la red. Además, esta interfaz a la red CA, por defecto está conectada a la red de energía eléctrica de la empresa de distribución eléctrica.

---

[18] CC: Corriente continua.
[19] CA: Corriente alterna.
[20] TTA: Tablero de transferencia automática.

3.1.3.2 Sistemas interconectado y autónomo

Una vez definidos los componentes de un arreglo FV, el emplazamiento del sistema FV suele determinar el tipo de conexión de la planta fotovoltaica, siendo estas dos: sistema FV autónomo (OFF-GRID) y sistema interconectado (ON-GRID).

Sistema FV autónomo (OFF-GRID): Se dice que un sistema FV o planta fotovoltaica es del tipo autónomo, cuando el sistema o la planta FV está desconectada de la red de distribución eléctrica. Este tipo de sistema poseen un panel FV fotovoltaico, un regulador de carga y un banco baterías. Dependiendo del tipo de consumo a energizar se puede tener un inversor. Este tipo de sistemas son habitualmente utilizados, para alimentar satélites, equipos de telecomunicaciones, sistemas de bombeo de agua, viviendas sin acceso a la red eléctrica y otros sistemas de consumo de energía eléctrica.

Sistema FV Interconectado (ON-GRID): Por otro lado, se dice que un sistema FV o planta fotovoltaica del tipo interconectado se encuentra conectada con una fuente auxiliar, normalmente la red de energía eléctrica provista por una empresa distribuidora de energía eléctrica, y en conjunto alimentan las fuentes de consumo, ya sea esta sea domiciliaria, comercial o industrial. Debe tener por lo menos un panel FV fotovoltaico o arreglo FV y un inversor. El sistema interconectado no necesita baterías ya que en horas donde no existe irradiancia solar, o es insuficiente, la red eléctrica de distribución provee la energía eléctrica al consumo o alguna fuente auxiliar como un grupo motor generador.

Un sistema conectado a la red eléctrica implicara siempre un menor costo de inversión que un sistema autónomo, no obstante, en lugares que por condiciones ambientales o geográficas sea imposible la conexión a la red eléctrica, lo que haría viable un sistema autónomo. Es importante tener en consideración que un arreglo interconectado debe tener un medidor Bidireccional el cual cuantificará la cantidad de energía suministrada a la empresa distribuidora y viceversa. Este medidor bidireccional puede ser del tipo monofásico o trifásico.

3.1.3.3 Dimensionamiento de un arreglo fotovoltaico

Antes de dimensionar un arreglo fotovoltaico, debemos tener en claro que tipo y cantidad de potencia se requiere alimentar, ya sea que esta se encuentre en un cliente residencial, comercial o industrial, para lo cual como indicamos en el capítulo 2, debemos tener primero superada la etapa del estudio de factibilidad, la cual responderá a las preguntas ¿Quién es el verdadero propietario del inmueble? ¿Cuál es la potencia conectada

del inmueble? ¿Existen espacio suficiente y una orientación apropiada, para un arreglo FV? y ¿Cuenta el inmueble con instalaciones eléctricas según norma NCh 4/2003?

Una vez aprobada la factibilidad de implementar un sistema fotovoltaico, se deben determinar los parámetros de localización del sistema FV, lo anterior en orden de conocer cuál es la radiación solar máxima en el sitio de la instalación, para esto se debe conocer su latitud y longitud, para conocer dicha ubicación podemos recurrir a una de las fuentes más conocida, la cual es el Explorador Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile.

Como se indicó en el capítulo 2, para el diseño e implementación de una planta fotovoltaica, se tomará como proyecto o caso base, la evaluación de una planta fotovoltaica de 30 KW, la cual atenderá los servicios comunes de una subestación eléctrica de media tensión, ubicada en la región de Arica y Parinacota.

Para el cálculo del arreglo fotovoltaico consideraremos la utilización del programa “Explorador Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile”.

Se presenta a continuación en forma resumida, la información del recurso solar basada en modelación numérica de la transferencia de radiación solar en la atmosfera y en datos satelitales de alta resolución, para la posición del emplazamiento de la nueva Subestación Eléctrica, cuyas coordenadas se presentan a continuación en la tabla 3-5:

Tabla 3-5 Coordenadas de localización sitio de la instalación

Latitud	-27,4879	Longitud	-70,3881	Altura	748 msnm

A su vez, al explorador solar se le ingresan las siguientes características del arreglo fotovoltaico, la información a ingresar fue extraída de las fichas técnicas del panel solar y de inversor a considerar:

a) Características del Arreglo:

- Capacidad Instalada: 30 kW
- Coeficiente de Temperatura del panel (%/°C): -0,37

b) Características de la Instalación:

- Tipo de arreglo: Fijo inclinado
- Tipo de Montaje: Estructura aislada

- Inclinación (°): 27°
- Azimut (°): -11°

c) Parámetros:

- Capacidad del inversor (kW): 30
- Eficiencia del Inversor (%): 96
- Factor de Pérdidas del sistema fotovoltaico (%):19,7

Es importante mencionar que se considerará la utilización de un panel fotovoltaico de 330 W y un inversor de tensión con una potencia de 36 KW, con una potencia requerida de 30.000 W, se considera un arreglo de paneles fijos inclinados, los cuales se encontrarán instalados en una estructura aislada a nivel de piso.

El arreglo de paneles contará con una inclinación de 27° respecto al piso cota 0,0 considerando que la instalación se encuentra a 748 msnm, quedando el arreglo de paneles solares mirando hacia el norte de la instalación con un azimut de -11° respecto al eje norte sur de la misma localización.

Una vez ingresados todos los datos anteriores al explorador solar de la Universidad de Chile, este explorador nos entregó los siguientes resultados:

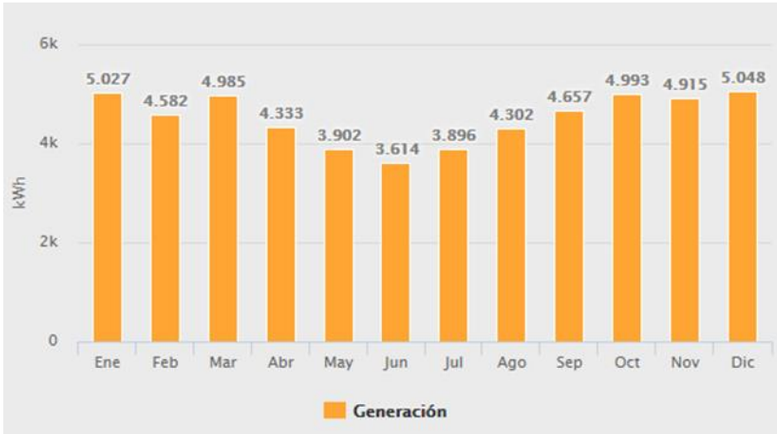
- Energía diaria: 148,64 kWh
- Energía anual: 54.253 kWh
- Factor de Planta: 20,0 %

Para un mayor entendimiento de la información que se presentará, es importante mencionar que la potencia es aquella energía eléctrica generada, transferida o usada en la unidad de tiempo. Se mide en kW (kilowatt).

A sí como la energía es el producto de la potencia eléctrica expresada en kW por el tiempo expresado en horas (h). Se mide en kilowatts-hora (kWh).

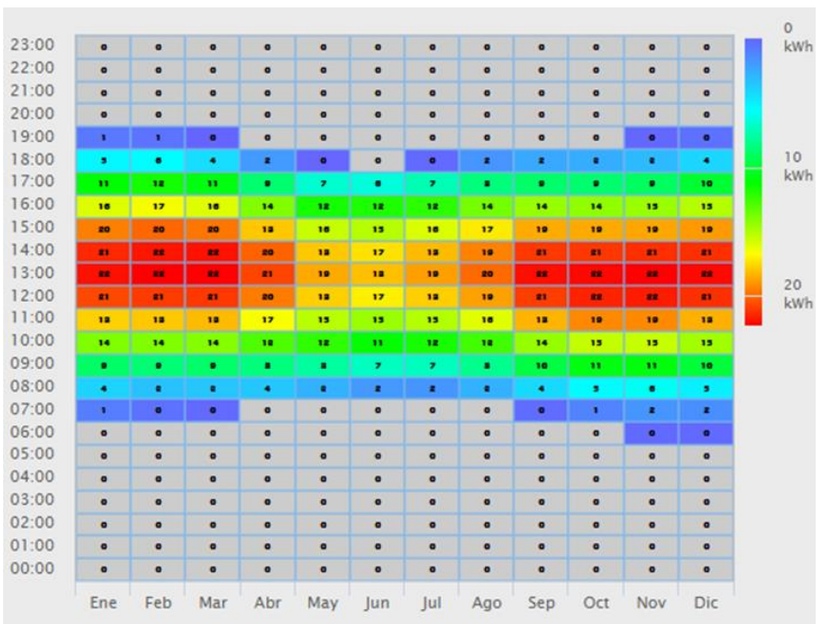
En el siguiente gráfico 3-1 señala el promedio mensual de radiación diaria incidente en un plano horizontal y plano inclinado de la instalación:

Gráfico 3-1 Generación de energía anual en KWh



Fuente: Explorador solar (Universidad de Chile)

Tabla 3-6 Ciclo diario-mensual de generación fotovoltaica



Fuente: Explorador solar (Universidad de Chile)

Para el diseño de un sistema o planta fotovoltaica, el explorador solar de la Universidad de Chile entrega una serie de otros gráficos y tablas, que en nuestro caso de estudio solo mencionaremos, los cuales se deberán tomar en cuenta al momento de diseñar un sistema o planta fotovoltaica, los cuales por un tema de espacio solo mencionaremos y enumeraremos a continuación:

1. Gráfico: Frecuencia de sombras por topografía
2. Gráfico Ciclo anual frecuencia de nubes

3. Gráfico Ciclo diario frecuencia de nubes
4. Gráfico Frecuencia anual ciclo de nubes
5. Tabla Ciclo diario-mensual de nubosidad
6. Gráfico ciclo anual Temperatura ambiental
7. Gráfico ciclo diario temperatura ambiental
8. Gráfico ciclo interanual temperatura ambiental
9. Tabla ciclo diario-mensual de temperatura
10. Gráfico ciclo anual velocidad del viento
11. Gráfico Ciclo diario velocidad del viento
12. Tabla ciclo diario-mensual velocidad del viento

Una vez analizados, todos los cuadros que muestra el Explorador Solar, podemos calcular la potencia anual aproximada, que podría desarrollar el arreglo fotovoltaico en la localización señalada, donde debemos considerar al menos unos noventa y un (91) paneles solares, lo cual nos daría 30.030 kW, lo anterior se presenta a continuación en la tabla 2-32:

Tabla 2-32 Cálculo de potencia anual (MWh)

Descripción	Cantidad	Unidad
Demanda máxima estimada	30.000	W
Potencia por paneles	330	W
Número de paneles	91	
Tipo de paneles		
Energía del sol promedio día	5.739	W
Rendimiento panel	16,97	%
Superficie por panel	1,94	m^2
Energía día	171,97	kWh
Energía mensual	5.159	kWh
Energía anual	61.909	kWh
	62	MWh

Fuente: Elaboración propia

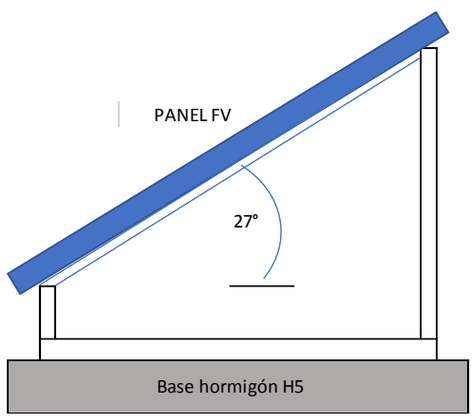
A su vez es importante tener en cuenta, para el emplazamiento de un arreglo fotovoltaico a instalar en nuestro país, se debe tener en cuenta que Chile se encuentra en el hemisferio Sur del continente americano y que la tierra gira alrededor del sol de tal manera, que el sol la mayor parte del año se encontraría al norte del territorio nacional, lo anterior es válido, para una gran parte de nuestro país.

Dicho lo anterior, los paneles fotovoltaicos deberían inicialmente tener una orientación hacia el norte de nuestro país, con un grado de inclinación igual al de la latitud

en el cual se encuentra el emplazamiento de los paneles FV, que en nuestro caso serían 27°, respecto al grado de desviación con que estos paneles mirarán hacia el lado norte (azimut eje norte Sur), en el caso de este estudio serán -11°, para la determinación más precisa de los grados de inclinación y azimut del arreglo fotovoltaico.

Por lo que en nuestro caso los paneles se inclinarían 27° respecto al nivel de piso terminado (NPT), correspondiente a la base de hormigón que sustentará la estructura metálica que soportan los paneles solares, lo cual se muestra a continuación en la figura 3-1:

Figura 3-1 Inclinación arreglo de paneles solares



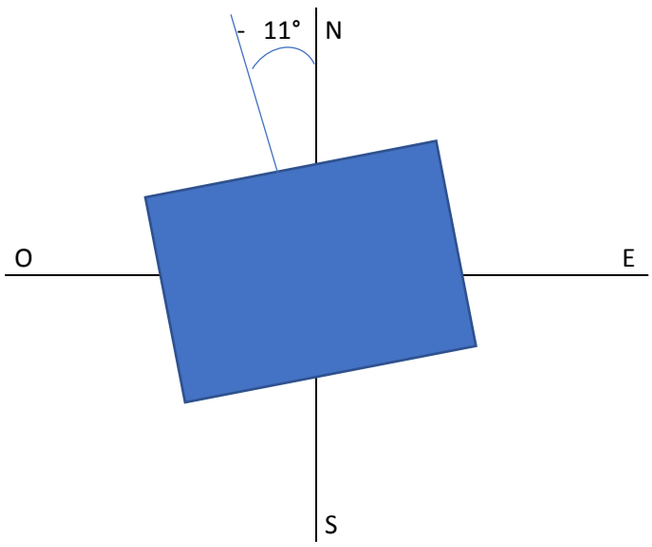
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la base de hormigón que soportará la el arreglo FV señalado en la figura 3-1, considerando que un panel FV promedio no supera los 25 Kg y que cada estructura metálica, para un panel solar promedio, no supera los 10,8 Kg, ambos como máximo 35,8 Kg, será suficiente una base de hormigón grado H5, equivalente a una resistencia especificada de ruptura a la compresión de 50Kg/cm^2, a la cual se le deberá agregar una armadura de acero estriado de al menos 10 mm de diámetro.

Respecto a su orientación norte y a la ubicación del sistema fotovoltaico, el arreglo de paneles fotovoltaico deberá contar con una desviación acimutal que permita una mayor cantidad de tiempo de radiación perpendicular en los paneles fotovoltaicos, que en el caso de estudio serían -11°.

- Azimut ψ [°]: Es aquel ángulo medido entre el norte y la proyección de un punto en el plano horizontal (Sol), ya sea este en dirección horaria o antihoraria (dependiendo si es negativo o positivo).

Figura 3-2 Desviación acimutal del arreglo fotovoltaico



Fuente: Elaboración Propia.

3.1.4 Diseño de las obras civiles y estructuras

Las principales obras civiles y estructuras de arreglos de paneles solares se resumen cuatro, tales como:

a) Estructuras soportantes a piso.

b) Estructuras soportantes en techos.

c) Estructuras soportantes en postes.

d) Estructuras soportantes especiales.

Actualmente las soluciones de soporte, para arreglos de paneles solares se encuentran estandarizadas por la industria, por lo que en particular se presentará la solución estructural delo caso base, el cual es un arreglo fotovoltaico que se instalará a piso, donde presentaremos la solución de la empresa fabricante española SUNFER, donde estas estructuras son preferentemente metálicas, según se detalla a continuación:

Soporte Inclinado para Terreno

Soporte inclinado para terreno, compuesto por una (1) fila de tres (3) paneles FV fotovoltaicos de 72 células, instalados de manera vertical, el largo de los pilares dependerá de las eventuales sombras naturales o artificiales existentes en el sitio de la instalación, lo cual se muestra a continuación en la figura 3-4:

Figura 3-4 Soporte inclinado para terreno

Fuente: Catálogo SUNFER C.2020 (https://www.sunfer-energy.com)

Es importante mencionar que toda estructura de soporte de paneles solares deberá contar en cada uno de sus pilares con un dado de hormigón con su respectivo cimiento y sobre cimiento, que le permita soportar la estructura del arreglo solar y particularmente los vientos máximos que se registrado en el sitio de la instalación.

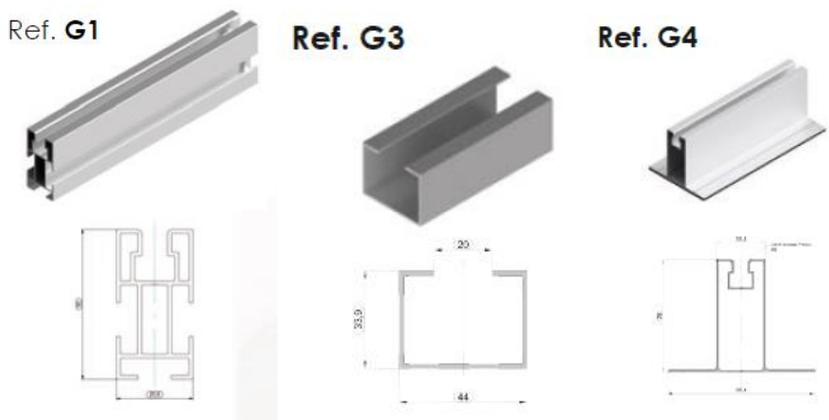
El perfil de soporte G1, es aquel perfil soportan directamente los paneles solares por medio de los soportes laterales e intermedios, los accesorios mostrados en la figura 3-5 son de izquierda a derecha soporte de panel lateral, soporte de panel intermedio, soporte de extensión y soporte riostra:

Figura 3-5 Accesorios soporte inclinado para terreno

Fuente: Catálogo SUNFER C.2020 (https://www.sunfer-energy.com)

Los perfiles que se muestran en la figura 3-6, son de izquierda a derecha unión para perfil G1 y arriostramiento de perfiles estructurales G3 y G4.

Figura 3-6 Perfil G1soprte panel, perfil estructural G3 y G4



Fuente: Catálogo SUNFER C.2020 (https://www.sunfer-energy.com)

3.1.5 Sistema de instrumentación y control de procesos

Dependiendo de la envergadura del proyecto fotovoltaico, en lo particular en proyectos en inmuebles comerciales o industriales, se hace recomendable la instalación de un "Equipo analizador de red eléctrica", este equipo está diseñado, para el cálculo y la medida de las variables eléctricas de una red eléctrica, tales como tensión, corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia, energía, componentes armónicos y otros, en la producción y distribución de energía en baja, media y alta tensión.

Este equipo está capacitado para la medida monofásica, bifásica, o trifásica y puede ser usado en sistemas de dos, tres y cuatro hilos y sistemas TN, TT e IT. Hay cuatro interfaces en el equipo, para paneles FV adicionales usados en orden de extender sus funciones, lo anterior se muestra a continuación en la figura 3-7:

Figura 3-7 Imagen referencial equipo analizador de red eléctrica

Fuente: https://www.rhona.cl/producto/9303/analizador-de-red.html)

El debido análisis de las variables que nos entrega el analizador de red nos permitirá verificar la cantidad y calidad de la energía producida.

3.2 DOCUMENTOS DEL PROYECTO

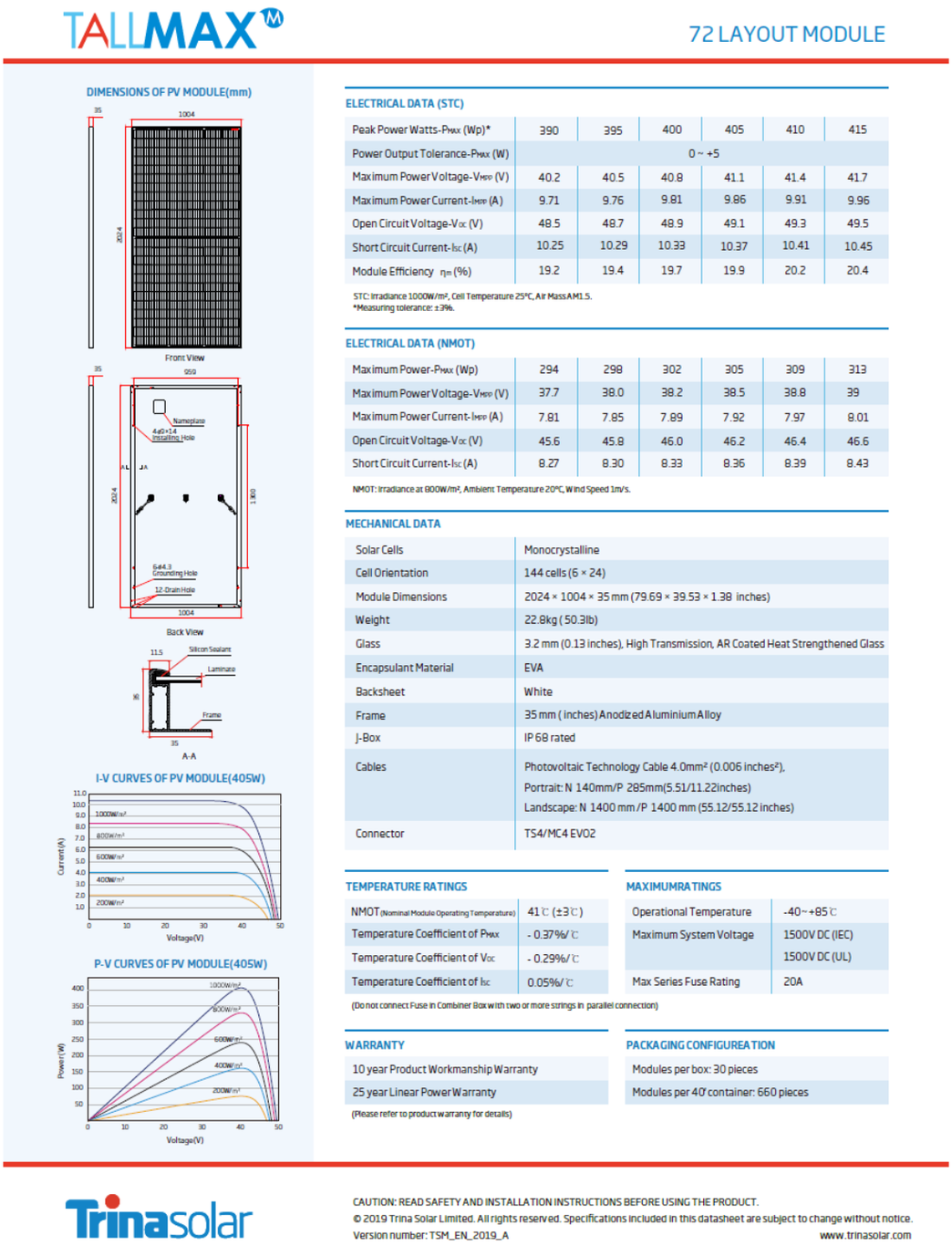
3.2.1 Planos generales de las instalaciones

Este estudio de prefactibilidad se apoyará en los productos de la marca TRINA SOLAR, por lo que las informaciones contenidas en esta sección están extraídas de sus manuales de instalación, donde por lo específica de la información, esta no se ha alterado mayormente entregándose esta información en el presente estudio de prefactibilidad de manera textual, lo que se presenta a continuación en la figura 3-8:

Figura 3-8 Imagen ficha técnica panel 390-425W Trina Solar, página 1 de 2

Fuente: https://www.trinasolar.com

Figura 3-9 Imagen ficha técnica 390-400W Trina Solar, página 2 de 2



TALLMAX™

72 LAYOUT MODULE

DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

Front View

Back View

A-A

I-V CURVES OF PV MODULE(405W)

P-V CURVES OF PV MODULE(405W)

ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	390	395	400	405	410	415
Power Output Tolerance-P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	40.2	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	9.71	9.76	9.81	9.86	9.91	9.96
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	48.5	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	10.25	10.29	10.33	10.37	10.41	10.45
Module Efficiency η_m (%)	19.2	19.4	19.7	19.9	20.2	20.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Maximum Power-P_{MAX} (Wp)	294	298	302	305	309	313
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	37.7	38.0	38.2	38.5	38.8	39
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	7.81	7.85	7.89	7.92	7.97	8.01
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	45.6	45.8	46.0	46.2	46.4	46.6
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	8.27	8.30	8.33	8.36	8.39	8.43

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2024 × 1004 × 35 mm (79.69 × 39.53 × 1.38 inches)
Weight	22.8kg (50.3lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: N 140mm/P 285mm(5.51/11.22inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	TS4/MC4 EVO2

TEMPERATURE RATINGS

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	41℃ (±3℃)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.37%/℃
Temperature Coefficient of V_{OC}	- 0.29%/℃
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.05%/℃

MAXIMUMRATINGS

Operational Temperature	-40~+85℃
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	20A

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

WARRANTY

10 year Product Workmanship Warranty

25 year Linear Power Warranty

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box: 30 pieces

Modules per 40' container: 660 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2019 Trina Solar Limited. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
Version number: TSM_EN_2019_A
www.trinasolar.com

Fuente: https://www. Trinasolar.cl

3.2.2 Especificaciones o bases técnicas

Para la instalación de los sistemas FV o plantas FV, la empresa en formación deberá tener en consideración las siguientes especificaciones y consideraciones técnicas de instalación necesarias, para el correcto funcionamiento y operación los sistemas y plantas fotovoltaicas en su conjunto, tanto en forma eléctrica como estructural.

3.2.2.1 Consideraciones y medidas de seguridad en su instalación

Toda vez que los paneles FV fotovoltaicos estén expuestos a la radiación solar, estos pueden generar voltajes de corriente continua, los cuales pueden ser letales. Por lo que evite el contacto con partes eléctricamente activas en los paneles FV, donde se realizar la aislación de los circuitos que se encuentran energizados antes de realizar o interrumpir cualquier conexión eléctrica de los referidos paneles FV.

Solo personal autorizado y certificado debe acceder o realizar trabajos sobre los paneles FV o el sistema FV, quienes deberán utilizar siempre guantes y zapatos de seguridad aislantes, los cuales deberán soportar una tensión de trabajo de al menos 1.500 Voltios de corriente continua.

Al realizar tareas en las conexiones eléctricas FV, el personal no deberá portar joyas, relojes, collares, se deben utilizar herramientas con el debido aislamiento, el personal técnico deberá vestir todos los elementos EPP[21] requeridos en orden de disminuir el riesgo de descarga eléctrica.

Nunca los técnicos deben pararse sobre las caras delantera o trasera de los paneles fotovoltaicos, tampoco se deberán pisar, dañar o arañar, ya que los paneles deteriorados o rotos no pueden ser reparados, y el contacto con cualquier superficie de un panel FV puede dar lugar a una descarga eléctrica. No utilice paneles fotovoltaicos con el vidrio de las células fotovoltaicas roto o con el sustrato rasgado.

No desmonte los paneles fotovoltaicos de sus armaduras de aluminio, ni retire ninguna pieza de éstos, siempre proteja los contactos de los conectores contra la corrosión, la humedad excesiva y la suciedad. Se debe asegurar que todos los conectores están libres de corrosión y limpios antes de realizar la conexión.

Nunca se debe instalar, desmontar ni manipular paneles FV cuando éstos estén mojados ni en periodos con vientos fuertes, se debe asegurar que todas las conexiones se han ejecutaron de forma segura, las cuales no deben quedar con partes energizadas expuestas. Cualquier parte expuesta que no se encuentre debidamente asilada puede generar un arco eléctrico capaz de generar riesgo de incendio y/o descargas eléctricas, que deterioren el panel fotovoltaico.

La polaridad de cada panel FV o cadena de paneles FV, no debe estar invertida con respecto al resto de los paneles FV o de las cadenas de paneles FV. Nunca se debe concentrar artificialmente luz solar sobre los paneles fotovoltaicos.

---

[21] EPP: Elementos de protección personal.

Los paneles FV o paneles fotovoltaicos están certificados, para su funcionamiento en instalaciones de clase “A” con tensiones inferiores a 1.000 V o 1.500 V de corriente continua, lo anterior dependiendo del tipo de panel fotovoltaico, estos voltajes en ningún caso deberán ser superados por los arreglos FV.

NUNCA se debe utilizar agua, para la extinción de incendios de origen eléctrico en los paneles fotovoltaicos. NO camine sobre los paneles FV.

Para evitar la generación de arcos y descargas eléctricas, nunca desconecte los paneles FV que se encuentren en carga o utilización. De ser necesario, cubra la superficie del panel FV con una cubierta opaca.

Para determinar los valores nominales de tensión de los componentes, los límites de corriente del cableado y del resto de los equipos del sistema fotovoltaico, los valores de ISC y de VOC marcados en los paneles FV se deben multiplicar por un factor de 1,25 veces su valor.

Para determinar los límites de corriente de los conductores de un sistema FV, el amperaje del fusible y el tamaño de los elementos de control es probable que el panel FV produzca más energía, o corriente que la nominal en condiciones estándares de prueba. Por lo que el valor ISC marcado en los paneles FV se debe multiplicar por un factor de 1,25 al momento de su dimensionamiento, lo anterior deberá estar acorde con la norma eléctrica chilena NCh 4/2003, para comprobar cuándo puede aplicarse un factor adicional multiplicativo de 1,25 o más.

Para acoplar un dispositivo de puesta a tierra o de una conexión equipotencial, la conexión debe realizarse respetando las instrucciones del fabricante, no obstante, se utilizarán materiales de puesta a tierra habituales, tales como: tuercas, pernos, arandelas de estrella, arandelas partidas de bloqueo, arandelas planas y similares.

3.2.2.2 Especificaciones de montaje

Los paneles fotovoltaicos se montarán sobre las estructuras metálicas que los soportará, por medio de tornillos M8 resistentes a la corrosión, colocados en los orificios de montaje de la parte trasera del panel FV, o mediante grapas diseñadas, para tal fin.

Independientemente del método de fijación utilizado, la instalación final de los paneles FV debe garantizar lo siguiente:

a) Se debe dejar un espacio de al menos 115 mm entre los marcos de los paneles FV y la superficie de la pared o del tejado, de no ser así se pueden afectar a la homologación de UL o a la calificación de la clase de incendio.

b) Se debe dejar una distancia mínima entre los paneles FV la cual debe ser de 10 milímetros.

c) El montaje no debe bloquear las perforaciones de drenaje del panel FV.

d) Los paneles FV no deberán ser sometidos a cargas de viento o de nieve que superen las cargas máximas permitidas, tampoco deberán ser sometidas a esfuerzos excesivos causados por la expansión térmica de las estructuras de soporte.

Montaje con tornillos

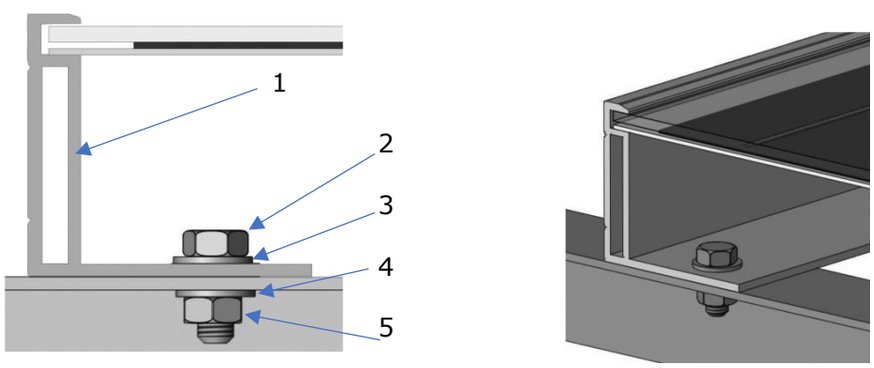
El marco de cada panel FV cuenta con cuatro (4) perforaciones de 9 mm de diámetro y 12 mm de largo, para su montaje situados, para optimizar la capacidad de carga, los cuales sirven, para asegurar los paneles a la estructura de soporte.

a) Para maximizar la durabilidad del montaje, se recomienda el uso de tornillos de acero inoxidable, protegidos contra la corrosión.

b) Sujete el panel FV en cada punto de fijación mediante un tornillo M8, una arandela plana, una arandela de resorte y una tuerca, tal como se muestra en la Figura 3-3, y apriete el tornillo con una llave de torque con 16 a 20 N·m.

c) Todas las partes en contacto con el marco deben utilizar arandelas planas de acero inoxidable, con un espesor mínimo de 1,8 mm y un diámetro externo de 20 a 24 milímetros.

Figura 3-3 Instalado mediante el método de fijación con tornillos



Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

1. Marco de aluminio

2. Tornillo de acero inoxidable M8
3. Arandela plana de acero inoxidable
4. Arandela de presión de acero inoxidable
5. Tuerca hexagonal de acero inoxidable

Montaje con grapas:

Se deben utilizar grapas que cuenten con una arandela de EPDM u otro material aislante, así como de un tornillo de fijación M6 como mínimo, la grapa debe sobresalir del marco del panel FV al menos 7 mm, pero no más de 10 mm., use al menos 4 grapas, para fijar los paneles FV a los rieles de montaje, las grapas de los paneles no deben tocar el vidrio delantero y no deben deformar el marco.

Asegúrese de que las grapas de los paneles FV no deberá producir efectos de sombra, no se debe modificar el marco del panel FV en ninguna circunstancia.

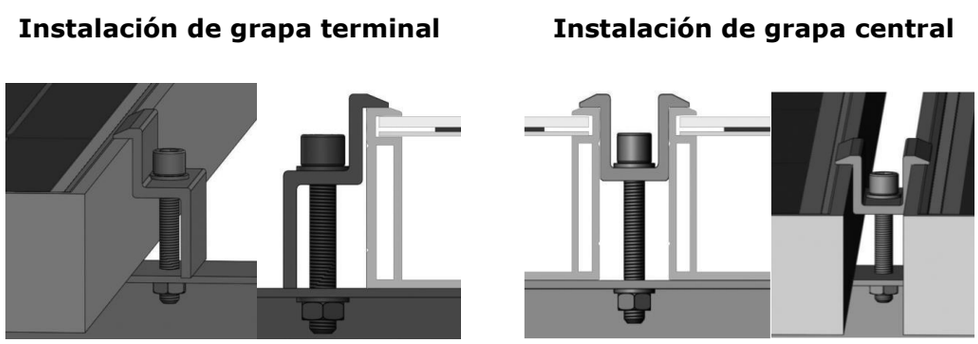
Si utilizará el método de montaje con grapas, utilice al menos cuatro grapas por panel FV; deben fijarse dos grapas en cada lado largo del panel FV (orientación vertical), o en cada lado corto del panel FV (orientación horizontal). Utilice grapas adicionales en sus costados, en función de que las cargas de viento y de nieve de la zona, sean capaces de soportar las cargas, lo anterior se muestra en la figura 3-4.

Debe utilizarse una herramienta de torque según la norma de diseño mecánico adecuada, para el tornillo usado por el cliente, por ejemplo:

M6 = 9 N · m

M8 = 16-20 N · m

Figura 3-4 Instalación mediante el método de fijación con grapas



Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

3.2.2.3 Consideraciones del entorno de instalación

Los paneles FV cristalinos pueden permanecer instalados en las siguientes condiciones durante más de 25 años.

Condiciones ambientales de utilización:

a) Temperatura ambiente: -40 °C a +50 °C.

b) Temperatura de funcionamiento: -40 °C a +85 °C.

c) Temperatura de almacenamiento: -20°C a +50°C.

d) Humedad: < 85 % HR

e) Presión de carga mecánica*: 5.400 Pa (550 kg/m²) como máx. sobre la cara frontal (nieve); 2.400 Pa sobre la cara trasera (viento trasero).

3.2.2.4 Selección del emplazamiento

Los paneles FV pueden ser montados horizontal o verticalmente; no obstante, el impacto de la sombra generada por la suciedad sobre las células solares puede minimizarse optando por la orientación horizontal del panel FV.

Se recomienda instalar el panel FV con una inclinación, para maximizar la producción de energía. Se recomienda utilizar un ángulo igual a la latitud mirando al ecuador. No obstante, siempre se debe diseñar según las condiciones locales, para obtener el ángulo óptimo.

Cuando instale paneles FV solares sobre un tejado, deje siempre un área segura de trabajo entre el borde del tejado y el borde exterior del sistema fotovoltaico.

Para instalaciones residenciales sobre suelo, los paneles FV deberán ser instalados siguiendo la normativa aplicable, por ejemplo, cercando el lugar.

Coloque los paneles FV de forma que se minimicen las posibilidades de sombreado en cualquier momento del día.

Evite usar un método de montaje que bloquee los orificios de drenaje del marco del panel FV, no instale paneles fotovoltaicos en una ubicación en la que vayan a estar inmersos en agua o continuamente expuestos a ésta por aspersores, fuentes, etc.,

3.2.2.5 Especificaciones de puesta a tierra

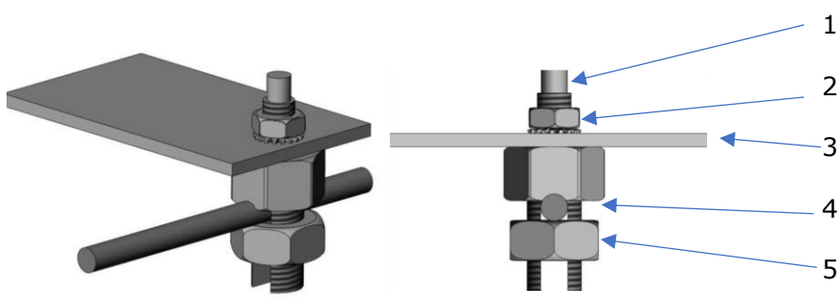
En conformidad con la norma eléctrica chilena NCh 4/2003, todos los marcos y bastidores de montaje de los paneles FV, deben ponerse a tierra adecuadamente.

El o los marco/s de los paneles FV y todos los elementos estructurales metálicos, mediante la utilización de un conductor de conexión a tierra, se consigue puenteando de forma continua. El conductor o cinta de conexión a tierra puede ser de aluminio, de cobre, de aleación de cobre o de cualquier otro material admitido, para su uso como conductor eléctrico en los respectivos códigos eléctricos nacionales. El conductor de conexión debe conectarse a tierra mediante un electrodo de conexión a tierra adecuado.

Los paneles FV se pueden instalar utilizando dispositivos de otros fabricantes, para la conexión a tierra de sus marcos metálicos. Los dispositivos han de instalarse de conformidad con las instrucciones especificadas por el fabricante del dispositivo de conexión a tierra.

También recomendamos utilizar los siguientes métodos para la instalación de tierra según la norma UL, según se muestra en la figura 3-5:

Figura 3-5 Método 1: Perno de puesta a tierra Tyco núm. 2058729-1



Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

1. Perno y ranura de hilo
2. Tuerca hexagonal de arandela de montaje
3. Marco de aluminio
4. Cable de 0,04 a 0,16 cm2
5. Tuerca hexagonal.

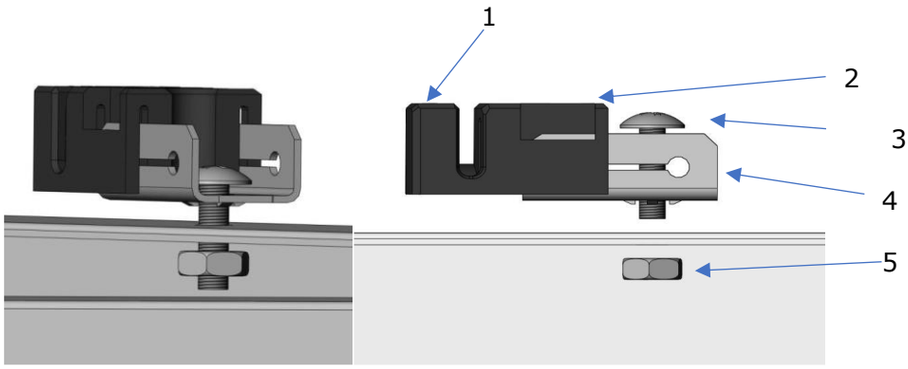
Los materiales de puesta a tierra de Tyco se sirven en un paquete que incluye el perno - y la tuerca hexagonal de montaje y puesta a tierra.

El contacto eléctrico se realiza penetrando el revestimiento anodizado del marco de aluminio y apretando la tuerca hexagonal de montaje (incluye arandela de estrella) al par adecuado de 3 N * m.

Se debe seleccionar el calibre del hilo de puesta a tierra (6 a 12 AWG de cobre desnudo macizo) e instalarse debajo del perno de conexión del hilo.

El perno de conexión del hilo debe apretarse con una llave de torque adecuada de 5 N·m., como se muestra en la figura 3-6:

Figura 3-6 Método 2: Perno de puesta a tierra Tyco núm. 1954381-2



(No aplicable para paneles FV de la serie TRINAMOUNT)

Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

1. Ranura de hilo (disponible para cable de 0,04 a 0,16 cm2)

2. Corredera 2. Perno 4. Base 5. Tuerca.

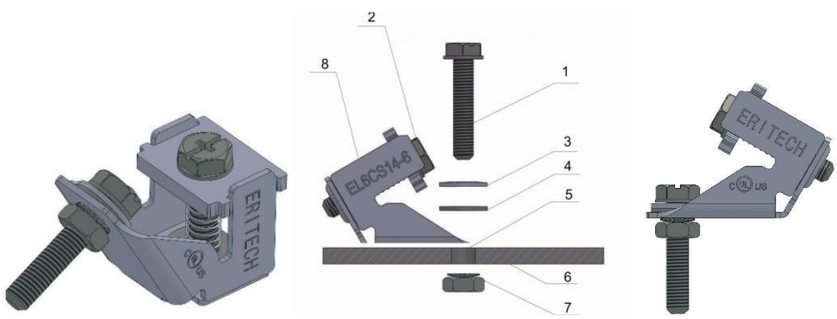
El contacto eléctrico se realiza penetrando el revestimiento anodizado del marco de aluminio y apretando la tuerca hexagonal de montaje (incluye arandela de estrella) al par adecuado de 3 N·m.

Se debe seleccionar el calibre del hilo de puesta a tierra (6 a 12 AWG de cobre desnudo macizo) e instalarse debajo del perno de conexión del hilo.

El perno de conexión del hilo debe apretarse al par adecuado de 5 N·m.

El perno de conexión a tierra de Tyco solamente está calificado para utilizarse con hilo de cobre desnudo macizo de 6 a 12 AWG.

Figura 3-7 Método 3: Perno de puesta a tierra ERICO núm. EL6CS14-6



Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

1. Perno de máquina A
2. Perno de máquina B
3. Arandela Belleville
4. Arandela plana
5. Hueco de orificio para perno de máquina núm. 10 [M5]
6. Marco de aluminio
7. Tuerca hexagonal de máquina con arandela de seguridad
8. Perno de puesta a tierra.

3.2.2.6 Especificaciones de cableado de los paneles FV

Todo el cableado debe realizarse a cargo de instaladores calificados y de conformidad con los códigos y las normativas vigentes.

Los paneles FV pueden conectarse en serie para incrementar la tensión de funcionamiento; para ello, se introduce el conector positivo de un panel FV en la toma hembra negativa del siguiente. Antes de conectar los paneles FV, asegúrese siempre de que los contactos están libres de corrosión, limpios y secos.

El producto puede sufrir daños irreparables si una cadena de paneles FV se conecta a otra con la polaridad invertida. Verifique siempre la tensión y la polaridad de cada cadena de paneles FV antes de efectuar una conexión en paralelo. Si detecta polaridad inversa o una diferencia de más de 10 V entre las cadenas, revise la configuración de la cadena antes de efectuar la conexión.

Los paneles FV deben contar con cables de cobre trenzados con una sección transversal de 4 mm² y están clasificados para soportar 1.000 V de corriente continua, 90 °C y son resistentes a la luz ultravioleta o 1.500 V de corriente continua, 90 °C y resistentes a la luz ultravioleta, según sea el caso. El resto de los cables utilizados para conectar el sistema de corriente continua deben tener, como mínimo, dichas características. Se recomienda que todos los cables se hallen alojados en conductos apropiados y alejados de zonas propensas a acumular agua.

La tensión máxima del sistema debe ser inferior a la tensión máxima certificada de cada panel 1.000 V de valor típico o 1.500 V, según sea el caso, o bien a la tensión máxima de entrada del inversor y de los demás dispositivos eléctricos instalados en el sistema. Para garantizar que esto sea así, se debe calcular la tensión del circuito abierto de la cadena de paneles FV partiendo de la temperatura ambiente más baja estimada para el emplazamiento en cuestión. Esto puede hacerse mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 3-1 Cálculo tensión máxima de entrada del inversor

$$\text{Tensión máx. del sistema} \geq N \times Voc \times [1 + TCvoc \times (Tmin-25)]$$

Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

Donde:

N: Número de paneles FV en serie.

Voc: Tensión del circuito abierto de cada panel FV (consulte la etiqueta del producto o la ficha técnica).

TCvoc: Coeficiente térmico de la tensión en circuito abierto del panel FV (consulte la ficha técnica).

Tmin: Temperatura ambiente mínima

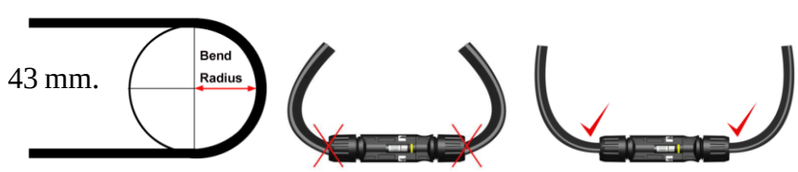
Cada panel FV tiene dos cables de salida resistentes a la luz solar y a una temperatura de 90 °C de tipo estándar terminados cada uno en terminales de conexión rápida. El tipo y calibre del cable de conexión es de 1000 V nominales o 1.500 V y 12 AWG. Este cable es adecuado, para aplicaciones en las que esté expuesto directamente a los rayos del sol. Es necesario que todo el cableado y las conexiones eléctricas cumplan con los códigos eléctricos nacionales correspondientes.

Los diámetros exteriores mínimos y máximos del cable son 5 y 7 mm.

Para conexiones de campo, utilice cableado de cobre de al menos 4 mm2 con aislamiento para un mínimo de 90 °C y resistencia a la luz solar con aislamiento, y diseñados como cables fotovoltaicos.

El radio mínimo de curvatura de los cables debe ser de 43 mm., según se muestra en la figura 3-8:

Figura 3-8 Radio de curva y disposición de cables



Tendido de cables incorrecto Tendido de cables correcto

Fuente: Manual de instalación TSM_IEC_IM_Sept_2015_RevB Trina Solar

3.2.2.7 Especificaciones de fusibles

Cuando se instalen fusibles, su clasificación deberá corresponder con la tensión máxima de corriente continua y deberán conectarse en cada uno de los polos sin puesta a tierra del conjunto (si el sistema no cuenta con puesta a tierra, los fusibles deberían conectarse tanto en los polos positivos como en los negativos).

La clasificación máxima de un fusible conectado en serie con una cadena de paneles FV es normalmente de 15 A, aunque la clasificación específica real del panel FV puede consultarse en la etiqueta y en la ficha técnica del producto.

La clasificación del fusible deberá corresponder con la corriente inversa máxima que un panel FV puede soportar (cuando una cadena queda a la sombra, esta cargará a las restantes cadenas de paneles FV paralelas y circulará la corriente) y, por tanto, afecta al número de cadenas en paralelo.

3.2.2.8 Especificaciones de configuración eléctrica

Los sistemas (eléctricos) fotovoltaicos funcionan automáticamente. El conjunto solar genera corriente eléctrica continua cada vez que la irradiancia solar incide sobre él. De forma similar, el inversor se enciende de forma automática desde el momento en el que recibe del conjunto solar energía suficiente para inyectarla eficientemente a la red.

Precaución:

Los paneles FV funcionan con voltajes de corriente continua potencialmente letales, capaces de provocar descargas eléctricas graves, arcos voltaicos y riesgos de incendio. Aunque algunos paneles FV solares fabricados por Trina Solar están certificados para funcionar con hasta 1.000 V de corriente continua o de 1.500V de corriente continua, según sea el tipo de panel, consulte siempre la etiqueta del panel FV para confirmar la clasificación real de su producto antes de realizar cualquier conexión.

Utilice siempre un elemento aislante (conmutador de corriente continua) con la clasificación adecuada para interrumpir el flujo eléctrico antes de desconectar los conectores.

3.2.2.9 Selección y compatibilidad de los inversores

Cuando se instalan en sistemas regulados por los estándares IEC, los paneles FV Trina Solar no requieren normalmente conexión eléctrica a tierra y, por tanto, pueden funcionar juntos tanto con inversores de aislamiento galvánico (con transformador) como con inversores sin transformador.

Algunas veces se observa degradación inducida por potencial (PID) en los paneles FV fotovoltaicos debido a la existencia simultánea de humedad, temperatura y tensión elevadas. El efecto PID tiende a provocar degradación en las condiciones siguientes:

a) Instalaciones en climas cálidos y húmedos.

b) Instalación en zonas húmedas cerca de una fuente de humedad continua.

Para reducir el riesgo de PID, aconsejamos encarecidamente que los paneles FV incluyan la tecnología Anti-PID de Trina Solar, la cual se puede aplicar a cualquiera de los productos de la marca. Otra solución es utilizar un inversor que incluya un transformador, así como una puesta a tierra adecuada en el polo negativo del sistema fotovoltaico.

Para garantizar un funcionamiento adecuado del panel FV en tensión positiva, elija inversores con transformadores de aislamiento en zonas cálidas y húmedas (litorales, humedales, etc.)

3.2.3 Bases administrativas del proyecto.

La presente metodología está destinada a regular la presentación a propuestas en base a la evaluación de las bases administrativas de cada una de las propuestas que a la empresa en formación se le solicite participar.

3.2.3.1 Propuesta económica

Las propuestas económicas se emitirán con una validez máxima de 30 (treinta) días corridos, contados desde la fecha de entrega de la oferta señalada en las respectivas Bases Administrativas del cliente.

Para la presentación de la propuesta económica se deberá cumplir con las siguientes consideraciones:

La propuesta económica deberá contener el valor a suma alzada que presenta, por los servicios EPC que compromete la propuesta, expresados en unidades de fomento en aquellos valores de mano de obra, materiales y gastos generales, incluidos los impuestos legales correspondientes. Los precios deberán incluir reajuste si corresponde, dependiendo del periodo de ejecución de los servicios.

Al formular la propuesta económica, se deberá considerar un precio de oferta señalando el monto en números, así como también se señalará el monto en palabras, incluyendo todo tipo de impuestos.

La propuesta económica deberá ser entregada antes de la fecha de cierre de la propuesta señalada en las Bases Administrativas entregadas por el cliente.

Es importante que se constate la entrega de la propuesta, a través de un documento escrito que indique el día, hora y a quien se le entregó la propuesta económica.

3.2.3.2 Boleta de garantía por seriedad de la oferta

Acompañado a la propuesta económica se podrá presentar una garantía de seriedad de la oferta, si así lo requieren las Bases Administrativas entregadas por el cliente, por un valor indicado en las mismas bases administrativas.

Esta boleta se restituirá en el caso de no ser adjudicada nuestra propuesta económica o se haya declarado desierta la misma. En el caso de que nuestra propuesta económica sea seleccionada en segundo lugar y si lo establecen las bases de licitación, la boleta en garantía será devuelta una vez se haya suscrito el contrato con el oferente adjudicado por dicha propuesta.

Asimismo, en el caso que nuestra propuesta sea la adjudicada nuestra boleta en garantía será devuelta una vez que se suscriba el contrato correspondiente y efectúe la entrega de la garantía de fiel cumplimiento del contrato.

En atención a la garantía de fiel cumplimiento del contrato, esta boleta en garantía por fiel cumplimiento se evaluará y cuantificará de tal manera que se ajuste a lo señalado en las bases administrativas del cliente, según el monto total de adjudicación del contrato el cual deberá estar indicado claramente en la oferta técnica que presente la empresa en formación.

3.2.3.3 Consultas y aclaraciones

En el caso que la empresa en formación tenga consultas o requiera aclaraciones referentes a las Bases Administrativas entregadas por el cliente, estas deberán formularse a través de un medio escrito ya sea mediante una carta certificado o por correo electrónico, dependiendo de los medios de comunicación que establezcan las mismas bases administrativas, objeto del llamado a propuesta.

3.2.3.4 Proceso de evaluación y adjudicación

De contener las Bases Administrativas entregadas por el cliente un proceso de evaluación y adjudicación de la propuesta económica, se deberá tener especial cuidado con el cumplimiento de los criterios y subcriterios de evaluación y adjudicación de la propuesta económica.

Se le dará una especial atención a los puntajes con los cuales se evaluará la propuesta económica, teniendo una especial preocupación por obtener el mayor puntaje de evaluación y clasificación en la propuesta económica a entregar.

3.2.3.5 Contrato

En el eventual caso de que la propuesta económica de la empresa en formación sea aceptada y con el fin de suscribir el contrato correspondiente, se deberá presentar la documentación pertinente que hayan sido requeridas por las BALI[22] entregadas por el cliente, y de conformidad a lo señalado en la carta de notificación de adjudicación de la propuesta.

3.2.3.6 Documentación legal para suscripción del contrato

Se deberá contar con una copia legalizada de la constitución de la empresa en formación (actualizada con todas las modificaciones realizadas a la fecha).

Se deberá contar con una copia de los documentos autorizados ante Notario en los que conste la personería de quien represente legalmente a la empresa, más un certificado de vigencia de este documento con una antigüedad no superior a 30 días contados desde la fecha de apertura de las propuestas económicas.

Se deberá contar con una copia legalizada de RUT de la empresa en formación.

Se deberá contar con una copia del RUT de la persona facultada, para suscribir los contratos, el representante legal de la empresa en formación o de quien ella le haya delegado dicha responsabilidad.

Se incluirán como parte del contrato, anexos las Bases Técnicas y las Bases Administrativas del llamado a propuesta, las cuales formarán parte integrante del contrato.

---

[22] BALI: Bases administrativas.

3.2.3.7 Forma de pago

Se deberá establecer con el cliente una forma de pago de los servicios que se prestarán, los cuales serán mediante estados de pago mensuales, los cuales incluirán el pago de materiales y equipos entregados en obra, obras ejecutadas y recibidas por el cliente y gastos generales.

3.2.4 Memorias de cálculos.

A continuación, se entregan los cálculos de cada una de las plantas fotovoltaicas estandarizadas consideradas en el numeral "2.1.1.7 Determinación de productos", con las cuales contará la empresa en formación, para su comercialización:

Para el cálculo de los arreglos fotovoltaicos tomaremos las siguientes consideraciones, donde una de las principales será el valor promedio diario entre los años 2004 y el año 2016, en un plano inclinado igual a la latitud del sitio de la instalación la cual consideraremos en la comuna de Maipú, para lo cual ingresaremos las consideraciones que se señalarán más adelante en la aplicación Web del Explorador Solar[23] de la Universidad de Chile, donde nos apoyaremos en su reporte emitido según las consideraciones antes señaladas:

3.2.4.1 Sitio

En la tabla 3-7 se muestran las características topográficas del sitio escogido, ingresadas en orden de determinar la ubicación del sitio de la instalación.

Tabla 3-7 Coordenadas sitio de la instalación

Nombre	Maipú
Latitud	33.5096 °S
Longitud	70.7562 °O
Elevación	485 m.s.n.m

Fuente: Reporte generación eléctrica fotovoltaica Explorador Solar

[23] El sitio Web del Explorador Solar permite de manera fácil y rápida estimar generación horaria, mensual y anual de un sistema fotovoltaico, usando datos que el usuario puede encontrar en las fichas técnicas de los equipos y paneles de un sistema fotovoltaico.

3.2.4.2 Características del arreglo fotovoltaico

Las características particulares del sistema fotovoltaico solicitadas por el explorador solar e ingresadas por el usuario, para la simulación de la generación de energía fotovoltaica en el sitio de la instalación, así como los resultados de esta simulación se presentan a continuación en la tabla 3-8:

Tabla 3-8 Características del sistema fotovoltaico

Configuración	Fijo Inclinado
Montaje	Open rack cell glassback
Inclinación	27°
Azimut	-9°
Coef. temperatura	-0.37 %/°C
Eficiencia del inversor	96,0 %
Pérdidas	14 %

Fuente: Reporte Explorador Solar Univ. De Chile

3.2.4.3 Variabilidad de la radiación año a año

A continuación, en la tabla 3-9 se muestra la variabilidad de la radiación solar en un periodo de tiempo correspondiente entre los años 2004 y 2016, el cual nos entregará el valor promedio diario entre los años 2004 y el año 2016, en un plano inclinado igual a la latitud seleccionada del sitio.

Tabla 3-9 Radiación incidente con inclinación igual a la latitud del sitio.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Directa	4.38	4.13	4.43	4.55	4.69	4.38	5.27	5.29	4.66	4.6	4.47	4.36	4.09
Difusa	1.11	1.12	1.03	1.05	1.0	1.1	0.96	0.95	1.04	1.11	1.1	1.13	1.17
Suelo	0.11	0.1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.1
Global	5.6	5.35	5.57	5.71	5.8	5.59	6.35	6.36	5.81	5.82	5.68	5.6	5.36

Fuente: Reporte generación eléctrica fotovoltaica Explorador Solar.

Con la tabla 3-9 obtenemos el promedio diario de radiación entre los años 2004 y 2016, el cual es de 5.750 W/m^2/día siendo este valor con el calcularemos los arreglos fotovoltaicos, para lo cual utilizaremos paneles solares marca Trina Solar, según se indica en la tabla 3-10.

Tabla 3-10 Datos eléctricos paneles 390 – 415 W

ELECTRICAL DATA (STC)						
Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	390	395	400	405	410	415
Power Output Tolerance-P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	40.2	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	9.71	9.76	9.81	9.86	9.91	9.96
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	48.5	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	10.25	10.29	10.33	10.37	10.41	10.45
Module Efficiency η_m (%)	19.2	19.4	19.7	19.9	20.2	20.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

Fuente: https://www.trinasolar.com

A continuación, en las tablas 3-11 y 3-12 se entrega el cálculo de la energía que producirán los arreglos de paneles fotovoltaicos, para plantas de 1kW a 300kW:

Tabla 3-11 Cálculo arreglos fotovoltaicos 1kW a 20kW

Variables de cálculo	Unidad	Planta 1kW	Planta 2kW	Planta 3kW	Planta 5kW	Planta 8kW	Planta 10kW	Planta 20kW
Demanda máxima requerida	W	1.000	2.000	3.000	5.000	8.000	10.000	20.000
Potencia por panel FV	W	390	390	390	390	390	390	390
Número de paneles requeridos	c/u	3,0	6,0	8,0	13,0	21,0	26,0	52,0
Energía del sol promedio día	W/m^2/día	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750
Rendimiento del panel	%	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20
Superficie por panel (0,99x1,96)	m^2	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Promedio energía diaria	kWh	6,73	13,46	17,95	29,16	47,11	58,33	116,66
Energía mensual	kWh-mes	201,91	403,82	538,42	874,94	1.413,36	1.749,88	3.499,76
Energía anual	kWh-año	2.423	4.846	6.461	10.499	16.960	20.999	41.997
	MWh-anual	2,4	4,8	6,5	10,5	17,0	21,0	42,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-12 Cálculo arreglos fotovoltaicos 40kW a 300kW

Variables de cálculo	Unidad	Planta 40kW	Planta 60kW	Planta 75kW	Planta 100kW	Planta 150kW	Planta 200kW	Planta 250kW	Planta 300kW
Demanda máxima requerida	W	40.000	60.000	75.000	100.000	150.000	200.000	250.000	300.000
Potencia por panel FV	W	390	390	390	390	390	390	390	390
Número de paneles requeridos	c/u	103,0	154,0	193,0	257,0	385,0	513,0	642,0	770,0
Energía del sol promedio día	W/m^2/día	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750
Rendimiento del panel	%	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20
Superficie por panel (0,99x1,96)	m^2	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Promedio energía diaria	kWh	231,07	345,49	432,98	576,56	863,72	1.150,88	1.440,28	1.727,44
Energía mensual	kWh-mes	6.932,21	10.364,67	12.989,48	17.296,88	25.911,66	34.526,45	43.208,54	51.823,33
Energía anual	kWh-año	83.187	124.376	155.874	207.563	310.940	414.317	518.502	621.880
	MWh-anual	83,2	124,4	155,9	207,6	310,9	414,3	518,5	621,9

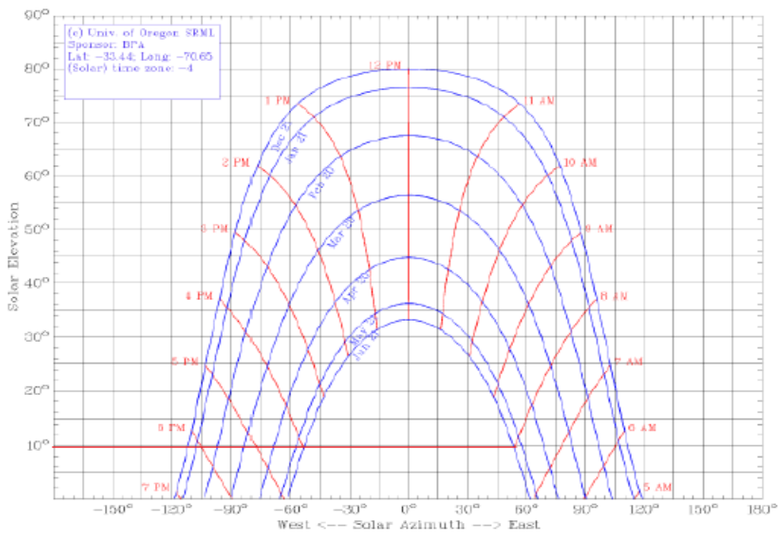
Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.4 Cálculo superficie requerida y distancia entre paneles FV

A continuación, se muestran los pasos a seguir, para el dimensionamiento de la superficie requerida y distancia entre paneles FV. Primero es necesario indagar en la carta solar respectiva de la región de interés con el fin de obtener la altura solar en el horario de interés (rango), desde ahora, ventana solar.

Como se indica en el gráfico 3-4 correspondiente a la carta solar, para Santiago de Chile, acorde a un estudio realizado por la Universidad de Oregón (EEUU)[24]. Donde si tomamos nuestra ventana solar como el horario (solar) entre 8 am y 4 pm, se obtiene una H de 10° respectiva a nuestro horario crítico durante el peor día del año, 21 de junio. Es decir, la mayor proyección de sombra.

Gráfico 3-2 Elevación solar según azimut solar oeste – este



Fuente: Sun path chart program (Solardat de la Universidad de Oregon)

A partir de la altura solar mínima para nuestra localidad, se procede a calcular el largo de la proyección mediante la ecuación 3-2.

Ecuación 3-2 Distancia mínima entre filas de paneles FV.

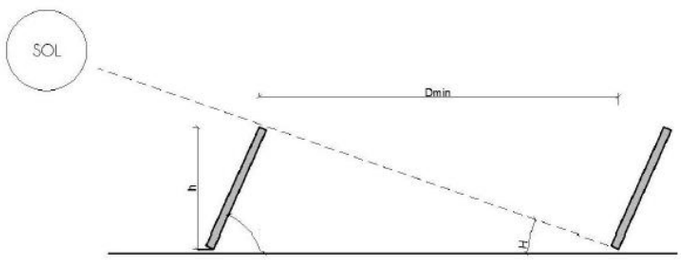
$$Dmin[m]=h/\tan(H)$$

Fuente: Ken Gardner. (2009, diciembre). Calculating Inter-Row Spacing. Energy Trust.

[24] Para acceder a esta base de datos se debe ingresar a: http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html.

Como puede apreciar en la figura 3-10, se requiere la altura h la cual se puede calcular por simple trigonometría considerando el largo del panel FV y el ángulo de inclinación de este mismo respecto al NPT[25] 27°, entonces la altura h sería 0,91 m y por la ecuación 3-2 la distancia mínima sería 5,15 m en su altura más desfavorable y de 1,2 m.

Figura 3-10 Disposición de alturas y distancia mínima según ángulo solar



Fuente: Ken Gardner. (2009, December). Calculating Inter-Row Spacing. Energy Trust.

Sin embargo, como fue mencionado con anterioridad, es necesario corregir este valor en función al azimut evaluado en los extremos de nuestra ventana solar. Para nuestro ejemplo, 60°, lo anterior se muestra en la ecuación 3-3:

Ecuación 3-3 Distancia mínima corregida

$$Dmin*[m]=Dmin\times\cos(\psi)$$

Fuente: Ken Gardner. (2009, December). Calculating Inter-Row Spacing. Energy Trust

Ingresados los nuevos valores a la fórmula, esta nos da que la distancia mínima sería de 2,83 m con la elevación más desfavorable y de 0,6 m con la elevación más favorable, respecto a lo anterior es importante aclarar que la distancia recomendada, para dejar entre las filas de los arreglos fotovoltaicos es la distancia mínima en la condición más desfavorable de elevación solar.

[25] Nivel de piso terminado o nivelado.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

4.1 EVALUACIÓN FINANCIERA

El éxito de la empresa en formación dependerá en gran medida de una adecuada evaluación, donde se deberán evaluar de la manera más cercana o real sus diferentes variables financieras como: costos, gastos, riesgos, beneficios, así como sus recursos humanos y materiales, necesarios en orden de llevar en adelante un proyecto rentable como sustentable.

La evaluación financiera de un proyecto deberá considerar distintas situaciones en las cuales se puede localizar un proyecto de inversión, dicho sea de paso, la evaluación financiera deberá situar al proyecto en diferentes escenarios hipotéticos, con el objetivo someterlo diferentes consideraciones financieras en orden de ver cuál sería el escenario más atractivo, para un eventual inversionista.

A su vez esta evaluación financiera, determinará la tasa de descuento del proyecto, moneda, impuestos y horizonte del proyecto, también se preocupará de las fuentes y costos de financiamiento. Realizará un análisis financiero en orden de obtener el VAN, TIR y el PRI del proyecto, realizando un resumen de las inversiones o reinversiones y depreciaciones de sus activos fijos al final del proyecto.

4.1.1 Consideraciones económicas

A continuación, se establecerán las principales consideraciones económicas, con las cuales se evaluará el proyecto en general.

4.1.1.1 Tasa de descuento.

La tasa de descuento es el costo de capital que se aplica, para determinar el valor presente de un pago futuro, en general la tasa de descuento es un valor muy utilizado al momento de evaluar proyectos de inversión. Este valor nos indica cuánto vale ahora el dinero que recibiremos en una fecha posterior.

Es importante mencionar que la tasa de interés sirve, para aumentar el valor (o añadir intereses) en el dinero presente. La tasa de descuento, por el contrario, resta valor al dinero futuro cuando este dinero se traslada al presente, a menos que sea negativa. En caso de que la tasa de descuento fuera negativa, se entendería que, contrario a lo que indica la teoría, el dinero futuro vale más que el actual.

4.1.1.2 Tipos de financiamientos

En este caso la empresa en formación se financiará con recursos propios y con recursos ajenos, mediante un préstamo bancario. Por lo que se deberá calcular el costo medio ponderado entre los recursos propios (URQCOM Ltda.) y recursos ajenos (Banco Santander/CORFO), lo que significa la media del costo de los dos tipos de financiación ponderada por el volumen de cada uno de los tipos de financiación. Es decir, será el "costo de capital" identificado como Costo Medio Ponderado de Capital (CMPC) o (WACC) por sus siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital.

En el caso de existir sólo deuda (D) y patrimonio (E) en una empresa (es decir en el caso más simple), el CMPC se define como:

Ecuación 4-1 Obtención del WACC

$$WACC = K_e \frac{E}{E+D} + K_d(1-T)\frac{D}{E+D}$$

Fuente: Ross, Stephen A.; Westerfield, Randolph W. y Jaffe, Jeffrey F. (2012). Finanzas Corporativas. 9ª Edición. México: McGraw-Hill.

Donde:

WACC: Costo Medio Ponderado del Capital (Weighted Averange Costo f Capital).

Ke: Tasa de coste de oportunidad de los accionistas. Generalmente se utiliza el método del CAPM (capital asset pricing model) para obtenerla.

E: Monto de Equity o Capital aportado por los accionistas.

D: Monto de Deuda financiera contraída.

Kd: Tasa de Coste de la deuda financiera.

T: Tasa de Impuestos corporativos, a las utilidades de las empresas.

El término (1 – T) se conoce como «escudo fiscal» o, en inglés tax shield.

Para calcular de forma correcta esta tasa de descuento se debe utilizar el valor de mercado del capital de los accionistas y de la deuda (en oposición al valor contable).

4.1.1.3 Cálculo tasa de costo de oportunidad de los accionistas (Ke)

Para calcular la tasa de costo de oportunidad de los accionistas, utilizaremos el método CAPM (Capital Asset Pricing Model) o modelo de valoración de activos

financieros, que relaciona linealmente el riesgo del mercado con el proyecto de estudio. La Fórmula 4-2, representa el desarrollo del método CAPM.

Ecuación 4-2 Formula Obtención Tasa de Descuento

$$\mathbf{Ke} = \boldsymbol{Rf} + \boldsymbol{\beta}\ (\boldsymbol{Rm} - \boldsymbol{Rf})$$

Fuente: Ross, Stephen A.; Westerfield, Randolph W. y Jaffe, Jeffrey F. (2012). Finanzas Corporativas. 9ª Edición. México: McGraw-Hill.

Donde,

$\boldsymbol{Rf}$ = Es aquella tasa libre de riesgo. En el caso de Chile se utilizan los valores de bonos entregados por el "Banco Central" de Chile, para el cálculo de este proyecto se utilizará un valor correspondiente a 9,4%.

$\boldsymbol{Rm}$ = Es el indicador de rentabilidad del índice del mercado. El parámetro más aproximado, para la estimación de la rentabilidad esperada del mercado de un país específico está determinado por el rendimiento accionario de la bolsa (En el caso de Chile IGPA).

$$Rm = IGPA - IPC\ anual$$

$$Rm = 12{,}8\% - 2{,}3\%$$

$$Rm = 10{,}5\ \%$$

$\boldsymbol{\beta}$ = Beta de la inversión o riesgo de la industria. Para el proyecto, el coeficiente a utilizar corresponde a "Engineering/Construction", el cual tiene un valor de $\boldsymbol{\beta}$ = 1,27%.

Con los datos establecidos y ya reconocidos, se calcula la tasa costo de oportunidad (TCO) acorde a la ecuación 4-2.

$$\text{Ke} = 9{,}4 + 1{,}27\ (10{,}5 - 9{,}4)$$

$$Tasa\ \text{costo de oportunidad (Ke)} = 11{,}73\%$$

4.1.1.4 Cálculo tasa de descuento

Una vez obtenida la tasa de costo de oportunidad por medio de la ecuación 4-2, ahora se cuenta con los siguientes valores, para calcular la tasa de descuento (WACC), según la ecuación 4-1:

Donde:

Ke: 11,73%.

E: $ 40.000.000 (pesos chilenos).

D: $ 32.624.827 (pesos chilenos)

Kd: 11,04 % anual (interés bancario crédito).

T: 27%. Impuesto 1° categoría.

Ingresando estos valores y resolviendo con la ecuación 4-1 antes señalada, obtenemos el siguiente resultado, el cual estableceremos como la tasa de descuento ponderada del proyecto:

$$WACC = K_e \frac{E}{E+D} + K_d(1-T)\frac{D}{E+D}$$

WACC = 0,1173 * 40.000.000/ (40.000.000+32.624.827) + 0,1104*(1-0,27) *(32.624.827/ (40.000.000+32.624.827)

Tasa de descuento = 10,08%

4.1.1.5 Horizonte del proyecto

La empresa en formación contará con un tiempo de horizonte de 10 años, considerando que ella asumirá créditos, que se utilizarán como capital de trabajo e inversión (deuda bancarizada), correspondiente a dos créditos a mediano plazo de 5 años, donde terminado este periodo, se realizará una reevaluación general del proyecto, en orden de considerar una eventual reinversión en activos fijos, como terreno y oficinas propias, para el negocio.

4.1.1.6 Moneda

Para la evaluación financiera de la empresa en formación, se considera la utilización de la moneda nacional peso chileno (CL$) y la unidad de fomento (UF) valorizada en CL$ 29.061,89 pesos, valor correspondiente al día 09 de enero de 2021.

4.1.1.7 Impuestos

El impuesto a considerar será acorde a la legislación vigente, tributación que se aplicara a la retan de un ejercicio anual. El impuesto de primera categoría grava las rentas de bienes raíces, prestaciones de servicios, empresas comerciales, industriales, mineras, etc., que en la actualidad es del 27%, según lo indicado en la página del servicio de impuestos internos.

A contar del año tributario 2018, correspondiente al año comercial 2017, la tasa general del Impuesto de Primera Categoría (IPC) a aplicar a cualquiera renta clasificada en dicha categoría, será de un 25%; dado que las tasas de 25,5% y 27%, solo se aplican a los contribuyentes sujetos al Régimen Tributario establecido en la letra B) del artículo 14 de la LIR a la base de la renta retirada o distribuida, para la aplicación de los Impuestos Global Complementario o Adicional, con imputación o deducción parcial del crédito por Impuesto de Primera Categoría, lo cual se indica a continuación en la tabla 4-1:

Tabla 4-1 Impuesto a la renta de primera categoría

Año Tributario	Año Comercial	Tasa	Circular SII
2002	2001	15%	N° 44, 24.09.1993
2003	2002	16%	N° 95, 20.12.2001
2004	2003	16,5%	N° 95, 20.12.2001
2005 al 2011	2004 al 2010	17%	N° 95, 20.12.2001
2012 al 2014	2011 al 2013	20%	N° 63 30.09.2010 N° 48 19.10.2012
2015	2014	21%	N° 52, 10.10.2014
2016	2015	22,5%	N° 52, 10.10.2014
2017	2016	24%	N° 52, 10.10.2014
2018 y sgtes.	2017 y sgtes.	25%	N° 52, 10.10.2014
2018	2017	25,5%	N° 52, 10.10.2014
2019 y sgtes.	2018 y sgtes.	27%	N° 52, 10.10.2014

Fuente: https://www.sii.cl

El impuesto de primera categoría se aplica sobre la base de las utilidades percibidas o devengadas en el caso de empresas que declaren su renta efectiva determinada mediante contabilidad completa, simplificada, planillas o contratos.

4.1.2 Fuentes y costos del financiamiento

La empresa en formación tendrá dos vías de financiamiento, una de ellas por medio de capital propio, el cual se destinará como capital de trabajo y la segunda será por medio de financiamiento vía un préstamo, el cual se destinará a las inversiones en activos fijos.

4.1.2.1 Financiamiento

Respecto al financiamiento propio, se considera un monto de $ 40.000.000 de pesos, los cuales serán descontados del capital de trabajo estimado, por lo que se deberá tomar un crédito por el restante monto el cual asciende a la suma de $ 15.772.391 de pesos, a continuación, en la tabla 4-2, se muestra el desarrollo de dicho crédito:

Tabla 4-2 Desarrollo crédito capital de trabajo

Crédito Capital de trabajo	15.772.391	Interes anual	11,04%	Periodo	5	años
	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Totales**
Deuda	18.565.093	15.586.461	12.278.988	8.606.370	4.528.295	25.141.092
Cuota	5.028.218	5.028.218	5.028.218	5.028.218	5.028.218	25.141.092
Interes	2.049.586	1.720.745	1.355.600	950.143	499.924	6.575.999
Amortizacion	2.978.632	3.307.473	3.672.618	4.078.075	4.528.295	18.565.093

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Para el financiamiento del capital de inversión, se solicitará un crédito por el monto total de la inversión, a continuación, en la tabla 4-3, se muestra el desarrollo de dicho crédito:

Tabla 4-3 Desarrollo crédito de inversión activos fijos

Credito Inversiones	11.944.034	Interes anual	11,04%	Periodo	5	años
	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Totales**
Deuda	14.059.734	11.803.953	9.299.135	6.517.784	3.429.372	19.039.876
Cuota anual	3.807.975	3.807.975	3.807.975	3.807.975	3.807.975	19.039.876
Interes	1.552.195	1.303.156	1.026.624	719.563	378.603	4.980.142
Amortizacion	2.255.781	2.504.819	2.781.351	3.088.412	3.429.372	14.059.734

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Respecto a la compra de materiales, es importante mencionar que la empresa en formación ya cuenta con crédito entregados por sus proveedores de 30, 60 y hasta 90 días, por lo que el tiempo de vigencia de estos créditos le da el tiempo suficiente a la empresa en formación, para pagar y restituir dicha capacidad de crédito.

4.1.3 Indicadores económicos (VAN, TIR y PRI)

Para la evaluación de factibilidad de la empresa en formación, se deberán tomar en consideración la comparación de algunos indicadores de decisión, las cuales son utilizados, para la toma de decisión de cuando un proyecto de inversión debe llevarse a cabo o no, estos indicadores de decisión son el valor actual neto (VAN), el periodo de recuperación de la inversión (PRI) y la tasa interna de retorno (TIR).

4.1.3.1 Cálculo del VAN y la TIR

Para calcular el valor actual neto del proyecto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), además de las fórmulas, para llevar a cabo su cálculo. Debemos tener presente que tanto el VAN, como la TIR, son los indicadores más utilizados, para valorar la viabilidad económica de una inversión.

Por tanto, resulta vital conocer su valor ya que esto se va a traducir en aceptar o rechazar proyecto en evaluación. Es por este motivo que, en este numeral, nos vamos a centrar en la manera de realizar dicho cálculo.

Para saber cómo calcular el VAN y la TIR con Excel, primero partimos de la fórmula del VAN, como se muestra en la ecuación 4-3:

Ecuación 4-3 Formula cálculo del valor actual neto

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k_{TIR})} + \frac{Q_2}{(1+k_{TIR})^2} + \frac{Q_3}{(1+k_{TIR})^3} + \cdots + \frac{Q_n}{(1+k_{TIR})^n} = 0$$

Fuente: Ross, Stephen A.; Westerfield, Randolph W. y Jaffe, Jeffrey F. (2012). Finanzas Corporativas. 9ª Edición. México: McGraw-Hill.

Donde:

a) **A** es el valor del desembolso inicial de la inversión

b) **Q1, Q2**, …, Qn representa los flujos de caja.

c) **n** representa el número de momentos temporales en que se divide el período global considerado de la duración del proyecto.

d) **k_{TIR}** es la tasa de descuento que representa la TIR.

Considerando que se cuenta con el monto total de la inversión (capital de trabajo+ capital de inversión), así como de los montos anuales que se desembolsaran en los dos tipos de capital como se muestra en la tabla 4-4, podemos calcular también el VAN.

Tabla 4-4 Desarrollo flujos netos de efectivo (FNE)

Año del Proyecto					
0	1	2	3	4	5
Inversiones	FNE 1	FNE 2	FNE 3	FNE 4	FNE 5
-67.716.425	25.482.084	28.516.173	31.613.978	33.745.570	37.053.933

Año del Proyecto				
6	7	8	9	10
FNE 6	FNE 7	FNE 8	FNE 9	FNE 10
47.058.518	50.424.850	53.861.875	57.291.994	136.904.046

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos)

Realizado el cálculo con la ecuación 4-3 y considerando una tasa de descuento de 10,08% tenemos que el valor actual neto (VAN) del proyecto en evaluación es de:

VAN = $ 202.269.190 pesos

Con la misma información obtenida de la tabla 4-4, podemos calcular la tasa interna de retorno (TIR), utilizando la ecuación 4-5 que se muestra a continuación:

Ecuación 4-5 Cálculo de la tasa interna de retorno

$$TIR = \sum_{T=0}^{n} \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Fuente: Ross, Stephen A.; Westerfield, Randolph W. y Jaffe, Jeffrey F. (2012). Finanzas Corporativas. 9ª Edición. México: McGraw-Hill.

Donde:

a) **Fn**: Es el flujo de caja en el periodo n.

b) **n:** Es el número de períodos.

c) **i:** Es el valor de la inversión inicial.

Realizado el cálculo con la ecuación 4-5 y considerando una tasa de retorno del 10,08% tenemos que la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto en evaluación es de:

TIR = 47,37 %

4.1.3.2 Criterio de selección de proyectos según la TIR

Considerando que el criterio, para calcular el VAN del proyecto, fue considerar la tasa de descuento de 10,08% como el $\mathbf{K_{TIR}}$ en la ecuación 4-3 será entonces "k" la tasa de descuento de flujos elegida, para el cálculo del VAN:

Entonces:

Si la tasa interna de retorno TIR > k, indica que el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que se obtuvo es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

Si la tasa interna de retorno TIR = k, el proyecto estaría en una situación similar a la que se producía cuando el VAN sea igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

Si la tasa interna de retorno TIR < k, el proyecto debe rechazarse. Ya que no se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

Visto lo anterior y considerando los resultados obtenidos, podemos decir que el proyecto de inversión debe ser aprobado, ya que:

47,37 % (TIR) > 10,08 % (TD)

TIR > k

Por lo que el proyecto sería aceptado.

4.1.3.3 Cálculo del PRI

Para calcular el PRI, se considerarán los valores indicados en la tabla 4-4, el cual muestra el desarrollo de los flujos netos de efectivo (FNE), donde se aprecia que, en el periodo 3 se supera el monto de la inversión, y sumatoria es de:

FNE1+FNE2+FNE3 > Inversión

$ 25.482.084 + $ 28.516.173 + 31.613.978 > $ 67.716.425

(valores expresados en pesos chilenos)

Considerando que valor obtenido sumados los tres primeros periodos es mayor al monto de la inversión inicial, $ 67.716.425 de pesos. Quiere esto decir que el periodo de recuperación de la inversión se encuentra entre los periodos 2 y 3.

En este caso y según el desarrollo de flujos netos efectivos, para determinar el PRI con mayor exactitud, se deberán seguir los siguientes pasos:

a) Se realiza la suma de los periodos (1+2+3), el cual es de $ 67.716.425.-

b) Se realiza la suma de los periodos (1+2), el cual es de $ 53.998.257.-

c) Se le resta a la suma de los periodos (1+2+3) los periodos (1+2): obteniendo el valor no recuperado $ 67.716.425 – $ 53.998.257 = $ 13.718.168.-

d) Se toma y se divide el valor no recuperado en el periodo 3 entre el valor total del periodo 3, donde $ 13.718.168 / $ 31.613.978 = 0,43

e) Luego se suma al periodo anterior al de la recuperación de la inversión (2) el valor calculado en el paso anterior (0.43), donde 2 + 0,43 = 2.43 periodos.

Por lo tanto, para este proyecto, el periodo de recuperación de la inversión, de acuerdo con sus flujos netos de efectivo es:

Periodo de recuperación de la inversión = 2,43 períodos.

4.1.4 Resumen de inversiones y/o Tabla de reinversiones

Para dimensionar el monto necesario, para el capital de inversión, se ha tomado en consideración la compra del mobiliario, para implementar las oficinas, así como de los equipos y herramientas necesarios, para la correcta instalación de los sistemas fotovoltaicos, según se detalla a continuación en la tabla 4-4:

Tabla 4-4 Tabla detalle de activos fijos requeridos

Inversiones	Cant	Unitario $	Sub total
Muebles de Oficina			
Escritorio c/biblioteca	4	150.000	600.000
Mesa sala reuniones	1	260.000	260.000
Silla escritorio	8	70.000	560.000
Banqueta Ofice	1	60.000	60.000
Mesa impresora	3	50.000	150.000
Art. Escritorio	1	109.200	109.200
			1.739.200
Equipamiento TI			
Central telefónica	1	380.000	380.000
Notebook	4	500.000	2.000.000
Impresoras Scaner A	1	180.000	180.000
Impresoras Scaner B	2	115.000	230.000
Data show + telón	1	500.000	500.000
			3.290.000
Kitchener			
Frigobar	1	150.000	150.000
Microondas	1	85.000	85.000
Hervidor de agua	1	18.000	18.000
Cafetera Oster	1	15.000	15.000
Mueble de cocina	1	70.000	70.000
			338.000
Herramientas			
Taladro	3	39.990	119.970
Esmeril angular	3	47.990	143.970
Grupo generador gasolina	3	354.990	1.064.970
Soldadora Indura 160A inverter	3	329.990	989.970
Rotomartillo	3	83.590	250.770
Pistola calor	3	35.990	107.970
Caja herramientas c/ruedas	3	34.990	104.970
Cinturon para herramientas	12	20.690	248.280
Huincha Robust	4	4.190	16.760
Prensa de banco	4	69.990	279.960
Sierra circular	4	69.990	279.960
Hingleteadora 10"	4	369.990	1.479.960
Escalera articulada 16 peldaños	4	67.990	271.960
Juego 6 destornilladores	12	10.990	131.880
Juego de dados 164 piezas	4	149.990	599.960
			6.091.310
Inversiones			**11.458.510**

Fuente: Elaboración Propia (valores expresados en pesos chilenos).

Como se aprecia en la tabla 4-2, el monto del capital de inversión del proyecto asciende a $ 11.458.510 pesos, no se ha considerado la compra de vehículos, ya que se cuenta con este tipo de activos.

Capital de Inversión = $ 11.458.510 pesos

4.1.5 Capital de trabajo

Para la determinación del capital de trabajo se ha considerado, un monto igual al 40% de los gastos del proyecto en el año 0, más un 2,1 % del mismo gasto general a contar

del año 1 en adelante, como se muestra a continuación, lo anterior nos permitirá avanzar los primeros 5 meses sin ingresos, dentro de los cuales la empresa debería, por medio del negocio, autofinanciarse, lo anterior se muestra en la tabla 4-5:

Tabla 4-5 Desarrollo capital de trabajo

	Año					
Kt = 40% de los gastos	0	1	2	3	4	5
Venta Anual		139.430.978	139.430.978	139.430.978	139.430.978	139.430.978
Kt	55.772.391	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966
Rec KT						

Año				
6	7	8	9	10
135.665.046	135.665.046	135.665.046	135.665.046	139.430.978
2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
				81.808.508

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

4.1.6 Depreciaciones

Considerando que el proyecto en lo personal requiere de una alta inversión y tendrá grandes egresos al comienzo del proyecto, se solicitará una depreciación acelerada de 3 años, por lo que respecto a la compra de activos fijos se considera la siguiente depreciación, la cual se muestra en la tabla 4-6:

Tabla 4-6 Desarrollo depreciación acelerada de activos fijos

Inversiones	Cant	Unitario $	Sub total	Depreciación	Valor residual
Muebles de Oficina					
Escritorio c/biblioteca	4	150.000	600.000	200.000	180.000
Mesa sala reuniones	1	260.000	260.000	86.667	78.000
Silla escritorio	8	70.000	560.000	186.667	168.000
Banqueta Ofice	1	60.000	60.000	20.000	18.000
Mesa impresora	3	50.000	150.000	50.000	45.000
Art. Escritorio	1	109.200	109.200	36.400	32.760
			1.739.200		
Equipamiento TI					
Central telefónica	1	380.000	380.000	126.667	114.000
Notebook	4	500.000	2.000.000	666.667	600.000
Impresoras Scaner A	1	180.000	180.000	60.000	54.000
Impresoras Scaner B	2	115.000	230.000	76.667	69.000
Data show + telón	1	500.000	500.000	166.667	150.000
			3.290.000		
Frigobar	1	150.000	150.000	50.000	45.000
Microondas	1	85.000	85.000	28.333	25.500
Hervidor de agua	1	18.000	18.000	6.000	5.400
Cafetera Oster	1	15.000	15.000	5.000	4.500
Mueble de cocina	1	70.000	70.000	23.333	21.000
			338.000		

Herramientas					
Taladro	3	39.990	119.970	39.990	35.991
Esmeril angular	3	47.990	143.970	47.990	43.191
Grupo generador gasolina	3	354.990	1.064.970	354.990	319.491
Soldadora Indura 160A inverter	3	329.990	989.970	329.990	296.991
Rotomartillo	3	83.590	250.770	83.590	75.231
Pistola calor	3	35.990	107.970	35.990	32.391
Caja herramientas c/ruedas	3	34.990	104.970	34.990	31.491
Cinturon para herramientas	12	20.690	248.280	82.760	74.484
Huincha Robust	4	4.190	16.760	5.587	5.028
Prensa de banco	4	69.990	279.960	93.320	83.988
Sierra circular	4	69.990	279.960	93.320	83.988
Hingleteadora 10"	4	369.990	1.479.960	493.320	443.988
Escalera articulada 16 peldaños	4	67.990	271.960	90.653	81.588
Juego 6 destornilladores	12	10.990	131.880	43.960	39.564
Juego de dados 164 piezas	4	149.990	599.960	199.987	179.988
			6.091.310		
Inversiones			**11.458.510**	**3.819.503**	**3.437.553**

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

4.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Esta evaluación económica, determinará el flujo de caja puro, según el porcentaje de participación de mercado, con la cual la empresa en formación se considere capaz de abarcar, lo que a su vez determinará el nivel de la inversión a realizar.

A su vez, también determinará distintos flujos de caja con financiamiento del 25%, 50% y 75%, donde se realizará un resumen y análisis de los indicadores económicos, también se analizará la sensibilidad y riesgo del proyecto.

4.2.1 Flujo de caja puro

Tabla 4-7 Flujo de caja puro

	Año del Proyecto					
Descripción	0	1	2	3	4	5
Ingreso por Venta		576.181.599	588.281.412	600.635.322	613.248.664	626.126.886
Gastos comerciales		42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110
Gastos Operacionales		40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819
Gastos Adm., Ventas y Finanzas		55.309.950	55.309.950	55.309.950	55.309.950	55.309.950
Gastos Fijos Oficina y Bodega		22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200
Gastos		160.413.079	160.413.079	160.413.079	160.413.079	160.413.079
Costos Materiales y G. Grales.		374.518.039	382.382.918	390.412.959	398.611.631	406.982.476
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503		
GOP por venta de activos						
Imprevistos		3.745.180	3.823.829	3.904.130	3.986.116	4.069.825
UAI		33.685.796	37.842.082	42.085.650	50.237.837	54.661.506
Impuesto		9.095.165	10.217.362	11.363.126	13.564.216	14.758.607
UDI		24.590.631	27.624.720	30.722.525	36.673.621	39.902.899
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503		
GOP por venta de activos						
FCOP		28.410.135	31.444.223	34.542.028	36.673.621	39.902.899
Inversiones	11.944.034					
kt	55.772.391	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966
Recuperación kt						
Venta de Activos						
	Inversiones	FNE 1	FNE 2	FNE 3	FNE 4	FNE 5
	-67.716.425	25.482.084	28.516.173	31.613.978	33.745.570	37.053.933

Año del Proyecto				
6	7	8	9	10
639.275.550	652.700.337	666.407.044	680.401.592	694.690.025
42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110
40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819
46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607	55.309.950
22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200
151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736	160.413.079
415.529.108	424.255.219	433.164.579	442.261.035	451.548.516
				3.437.553
4.155.291	4.242.552	4.331.646	4.422.610	4.515.485
68.366.416	72.977.830	77.686.084	82.493.211	74.775.391
18.458.932	19.704.014	20.975.243	22.273.167	20.189.356
49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	54.586.036
				3.437.553
49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	54.586.036
2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
				78.880.457
				3.437.553
FNE 6	FNE 7	FNE 8	FNE 9	FNE 10
47.058.518	50.424.850	53.861.875	57.291.994	136.904.046

VAN	$202.269.190
TIR	47,37%
PRI	2,43
Tasa de descuento	10,08%
Impuesto 1a categoría	27,00%
Margen de contribución	35%

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

La tabla 4-8 representa el flujo puro del proyecto en evaluación, el cual cuenta con una financiación del 100% de los egresos correspondientes a los capitales de trabajo e inversión

4.2.2 Flujos de caja financiado (25%, 50% y 75%)

A continuación, se presentarán tres flujos de caja, los cuales contarán con un financiamiento del 25%, 50% y 75% del total de las inversiones necesarias (capital de trabajo y activos fijos), tomando como base lo establecido en el flujo de cajo puro.

4.2.2.1 Financiamiento bancario 100%

Tabla 4-8 Financiamiento bancario 100% inversión

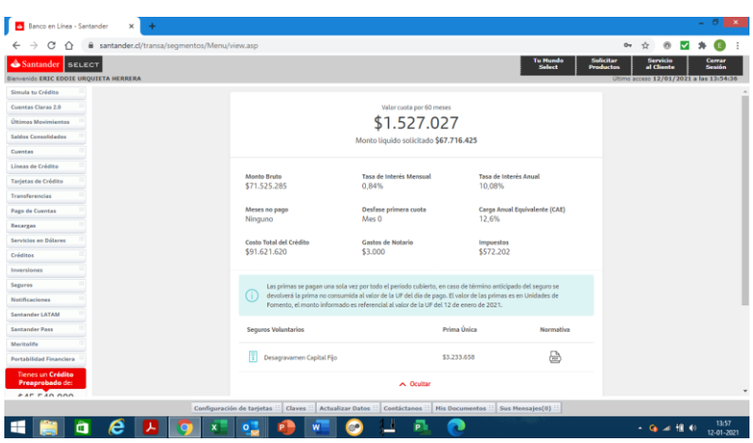
Crédito Bancario	100%
Monto liquido	67.716.425
Impuestos	572.202
Gastos notaria	3.000
Desgravamen	3.233.658
Monto bruto	**71.525.285**

VAN	**$179.620.949**
TIR	40,52%
PRI	3,08
Tasa de descuento	10,08%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Momto bruto 100%	**71.525.285**	**Interes anual**	10,08%	**Periodo**	**5**	años
	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Totales**
Monto liquido	**67.716.425**	56.217.929	43.560.384	29.626.959	14.289.044	**91.621.560**
Cuota + desgrav. + imp.	18.324.312	18.324.312	18.324.312	18.324.312	18.324.312	91.621.560
Interes	6.825.816	5.666.767	4.390.887	2.986.397	1.440.336	21.310.203
Amortizacion	11.498.496	12.657.545	13.933.425	15.337.915	16.883.976	70.311.357

Fuente: Crédito Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

Imagen 4-1 Imagen simulación crédito 100% inversión



Fuente: Página web Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

4.2.2.2 Financiamiento bancario 75%

Tabla 4-9 Financiamiento bancario 75% inversión

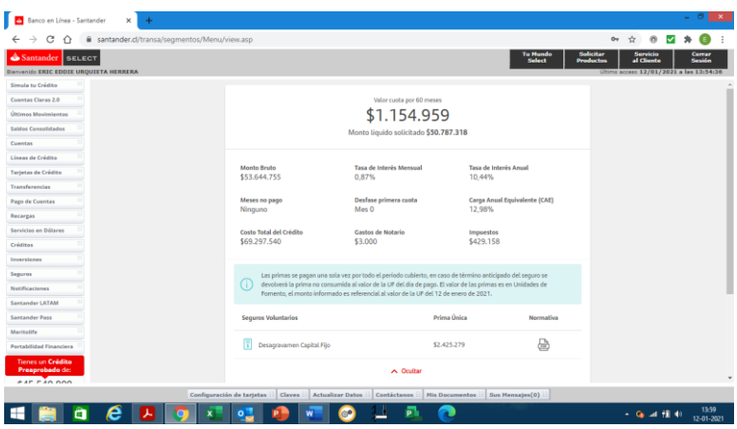
Crédito Bancario	75%
Monto liquido	50.787.318
Impuestos	429.158
Gastos notaria	3.000
Desgravamen	2.425.279
Monto bruto	**53.644.755**

VAN	**$198.499.941**
TIR	55,52%
PRI	2,13
Tasa de descuento	10,44%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Monto bruto 75%	**53.644.755**	**Interes anual**	10,44%	**Periodo**	**5**	años
	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Totales**
Monto liquido	**50.787.318**	42.230.018	32.779.336	22.342.003	10.815.012	**69.297.480**
Cuota + desgrav. + imp.	13.859.496	13.859.496	13.859.496	13.859.496	13.859.496	69.297.480
Interes	5.302.196	4.408.814	3.422.163	2.332.505	1.129.087	16.594.765
Amortizacion	8.557.300	9.450.682	10.437.333	11.526.991	12.730.409	52.702.715

Fuente: Crédito Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

Imagen 4-2 Imagen simulación crédito 75% inversión



Fuente: Página web Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

4.2.2.3 Financiamiento bancario 50%

Tabla 4-10 Financiamiento bancario 50% inversión

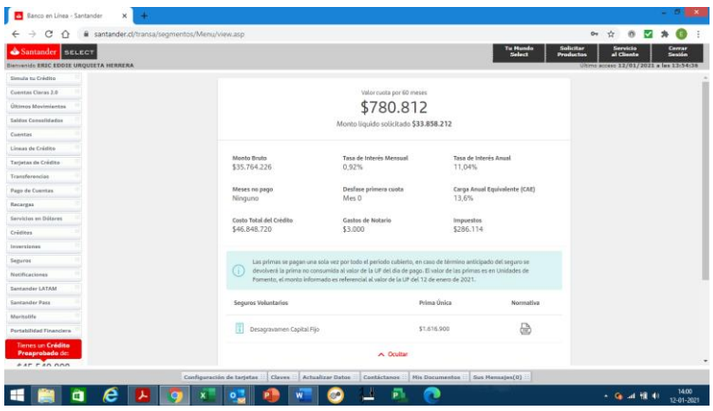
Crédito Bancario	50%
Monto liquido	33.858.212
Impuestos	286.114
Gastos notaria	3.000
Desgravamen	1.616.900
Monto bruto	**35.764.226**

VAN	**$214.538.096**
TIR	85,89%
PRI	1,30
Tasa de descuento	11,04%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Monto bruto 50%	35.764.226	Interes anual	11,04%	Periodo	5	años
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Totales
Deuda	33.858.212	28.023.265	21.579.150	14.462.270	6.602.387	46.848.720
Cuota anual	9.369.744	9.369.744	9.369.744	9.369.744	9.369.744	46.848.720
Interes	3.534.797	2.925.629	2.252.863	1.509.861	689.289	10.912.440
Amortizacion	5.834.947	6.444.115	7.116.881	7.859.883	8.680.455	35.936.280

Fuente: Crédito Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

Imagen 4-3 Imagen simulación crédito 50% inversión



Fuente: Página web Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

4.2.2.4 Financiamiento bancario 25%

Tabla 4-11 Financiamiento bancario 25% inversión

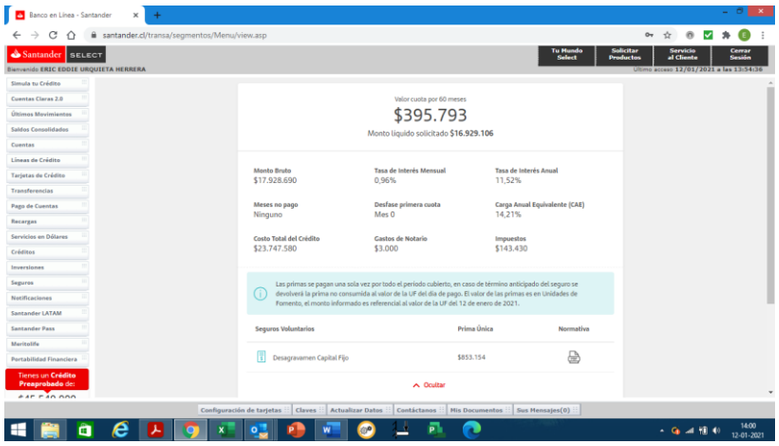
Crédito Bancario	25%
Monto liquido	16.929.106
Impuestos	143.430
Gastos notaria	3.000
Desgravamen	853.154
Monto bruto	**17.928.690**

VAN	$232.931.476
TIR	179,61%
PRI	0,59
Tasa de descuento	11,52%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Crédito 25% Inversión	17.928.690	Interes anual	11,52%	Periodo	5	años
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Totales
Deuda	16.929.106	13.946.989	10.653.538	7.016.252	2.999.233	23.747.580
Cuota anual	4.749.516	4.749.516	4.749.516	4.749.516	4.749.516	23.747.580
Interes	1.767.399	1.456.066	1.112.229	732.497	313.120	5.381.310
Amortizacion	2.982.117	3.293.450	3.637.286	4.017.019	4.436.396	18.366.269

Fuente: Crédito Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

Imagen 4-4 Imagen simulación crédito 25% inversión



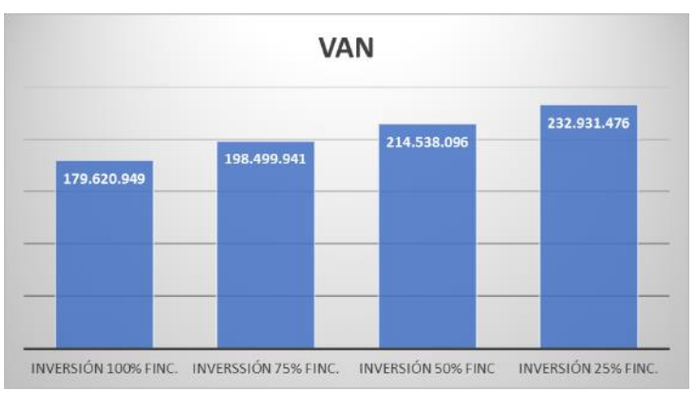
Fuente: Página web Banco Santander (valores expresados en pesos chilenos).

4.2.3. Resumen y análisis indicadores económicos

Al analizar el gráfico 4-1 correspondiente al valor actual neto (VAN), que se obtiene con los cinco tipos de financiamiento 100%, 75%, 50% y 25%, podemos ver que:

Podemos ver en el gráfico 4-1, que a un menor financiamiento (endeudamiento) del monto total de la inversión, el valor actual neto de la inversión VAN que se obtiene es *mayor* durante el mismo período de evaluación de la inversión (10 años).

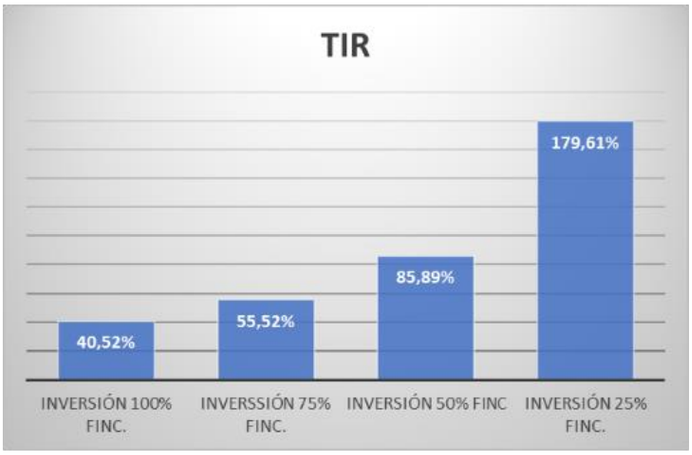
Gráfico 4-1 Valor actual neto VAN según % de financiamiento



Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

También podemos apreciar en el gráfico 4-2, que con un menor financiamiento bancario (endeudamiento), la tasa interna de retorno de la inversión TIR es mayor durante el mismo periodo de evaluación del proyecto (10 años).

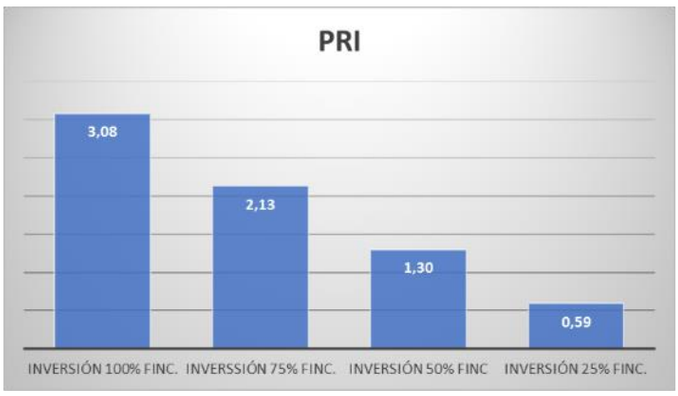
Gráfico 4-2 Tasa Internas de retorno TIR según % financiamiento



Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

A su vez, podemos ver en el gráfico 4-3 que a un menor financiamiento bancario (endeudamiento), el periodo de retorno de la inversión PRI disminuye durante igual periodo de evaluación del proyecto (10 años), por lo que la inversión de recupera antes con un menor financiamiento.

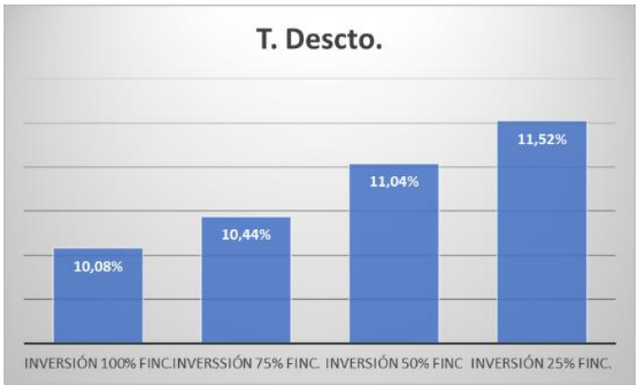
Gráfico 4-3 Periodos de retorno de la inversión PRI según % financiamiento



Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Al observar el gráfico 4-4, podemos ver también que con un menor financiamiento (endeudamiento) la tasa de descuento TD es mayor durante el mismo periodo de evaluación del proyecto (10 años).

Gráfico 4-4 Tasas de descuentos TD según % financiamiento



Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

4.2.3 Análisis de sensibilidad (gráficos y determinación punto de corte)

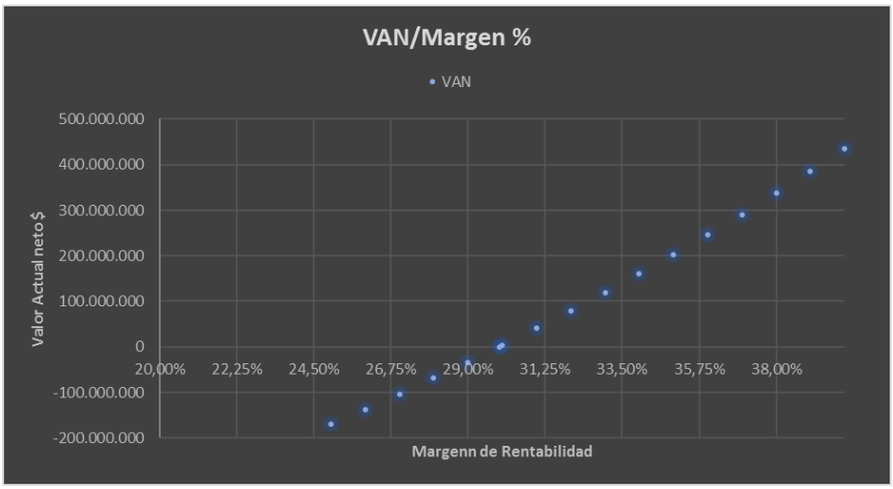
Para realizar la evaluación de la sensibilidad del proyecto, tomaremos en consideración el margen de rentabilidad general del negocio, en orden de determinar el mínimo margen necesario, para dar rentabilidades positivas al negocio durante su periodo de evaluación, para lo cual se fue variando el margen de rentabilidad de venta de los sistemas fotovoltaicos desde un 23% hasta un 40%, obteniéndose la tabla 4-13, como se muestra a continuación:

Tabla 4-12 Tabla VAN v/s margen de rentabilidad

Margen directo	Margen Empresa	VAN	TIR
33,3%	25,00%	-169.367.917	-18,69%
35,1%	26,00%	-136.724.117	-13,06%
37,0%	27,00%	-103.185.967	-7,38%
38,9%	28,00%	-68.716.201	-1,58%
40,8%	29,00%	-33.275.456	4,40%
42,7%	29,91%	0	10,08%
42,9%	30,00%	3.177.882	10,63%
44,9%	31,00%	40.687.839	17,17%
47,1%	32,00%	79.301.029	24,07%
49,3%	33,00%	119.066.852	31,39%
51,5%	34,00%	160.037.700	39,15%
53,8%	35,00%	202.269.190	47,37%
56,3%	36,00%	245.820.413	56,06%
58,7%	37,00%	290.754.215	65,22%
61,3%	38,00%	337.137.495	74,83%
63,9%	39,00%	385.041.537	84,91%
66,7%	40,00%	434.542.382	95,44%

Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Gráfico 4-5 Desarrollo VAN v/s margen de rentabilidad



Fuente: Elaboración propia (valores expresados en pesos chilenos).

Vista la tabla y el gráfico de VAN v/s margen de rentabilidad, se puede apreciar que el margen de rentabilidad muestra un desempeño positivo de la inversión a contar de un 29,91 % en adelante, siendo un margen de rentabilidad de 35% el margen que le permite a la empresa contar con un margen de contribución, para capitalizarse y realizar inversiones a futuro, adquiriendo oficinas propias que bajarían los gastos de arriendo.

4.2.4 Análisis de riesgo

Un plan de negocios debe prever, entre otros elementos cruciales, para el desarrollo de la empresa, un análisis de riesgo. No obstante, no siempre es posible prever todos los acontecimientos y eventos que generarán desvíos en la empresa en formación, pero la precaución en estos casos puede ayudar a evitar sorpresas desagradables.

Los riesgos de todo negocio son factores que se pueden generar en el ambiente externo o interno de la empresa en formación y que al generarse puede hacer que la empresa no logre sus objetivos. Un riesgo del negocio puede afectar la continuidad de una empresa.

Muchas empresas no han definido un Sistema de Control Interno, el cual este dirigido a la administración de los riesgos propios al negocio, lo que no les permite responder de forma adecuada ante la materialización de dichos riesgos.

Una de las tareas del área de administración y finanzas de la empresa en formación, será la de identificar los riesgos significativos del negocio con una alta probabilidad de ocurrencia con impacto significativo, que puedan impedir que la empresa logre sus objetivos.

Identificados los riesgos significativos del negocio el área de administración y finanzas de la empresa en formación deberá definir las posibles respuestas a los riesgos, donde las respuestas al riesgo pueden ser:

a) Asumir el impacto y aceptar el riesgo.

b) Implementar controles e intentar reducir el riesgo.

c) Utilizar seguros y transferir el riesgo.

d) Retirase del ambiente que le genera el riesgo y evitar el riesgo.

El personal de contabilidad y finanzas deberá colaborar con la tarea de la administración de la empresa en relación con la identificación de riesgos del negocio, que sean elevados y también deberá apoyar con la evaluación de las acciones que se tomarán la empresa en formación, para reducirlos como una forma de crear y proteger valor en sus clientes.

Visto lo anteriormente expuesto, debemos tener en cuenta que los riesgos significativos de todo negocio que llegan a materializarse potencialmente pueden afectar de manera importante las finanzas de la empresa.

El área de administración y finanzas, así como la gerencia de la empresa en formación, deberán tener en consideración al menos los siguientes tipos de riesgos, presentes en el mercado, para el tipo negocio:

4.2.4.1 Aparición de nuevos competidores, aumento de la oferta.

El aumento de nuevos competidores en el mercado generará la disminución de las ventas, lo anterior debido a la mayor oferta o competencia, lo cual puede generar un aumento de inventario, el cual con el tiempo se puede transformar en obsoleto, dañado o de lenta rotación.

Este riesgo se puede materializar de la siguiente forma:

- A través de tratados de libre comercio.

Este tipo de tratados a nivel país, facilitan la entrada de nuevos competidores en el mercado aumentando la oferta de los mismos productos y servicio, normalmente con precios más bajos debido a la economía de escala que aplican estos nuevos competidores.

- La importación de productos asiáticos.

Los productos asiáticos son atractivos, para los clientes, por ser productos de bajo costo, donde los clientes los compran generalmente con una visión de corto plazo.

- Las marcas propias.

Se refieren a los productos que son fabricados esencialmente el mercado asiático por las grandes empresas, las cuales colocan a estos productos su marca propia, donde estos productos son comercializados a un valor menor al de mercado.

Ventaja de las marcas propias:

No obstante, lo anterior en el futuro, la empresa en formación puede adoptar esta misma estrategia, fabricando sus subproductos e insumos necesarios, para la construcción de plantas fotovoltaicas en el mercado asiático, siendo estos de menor costo ahorrando gastos en publicidad y promoción de los mismos productos que se comercializan en el mercado local.

4.2.4.2 Productos sustitutos

Los productos sustitutos son aquellos que realizan las mismas funciones del producto que ofrece la empresa, los cuales cubren las mismas necesidades a un precio menor, a veces con un rendimiento y calidad superior. El ingreso de productos sustitutos disminuye las ventas, lo cual genera inventario obsoleto, dañado o de lenta rotación. Ejemplos:

- Generación de energía eólica.
- Generación de energía térmica.
- Generación de energía por medio de hidrogeno.

4.2.4.3 Dependencia de los ingresos en pocos clientes

Contar con una cartera reducida de clientes concentra, genera la concentración de los ingresos en algunos clientes, lo cual es un alto riesgo y un error común que comenten las empresas y en algunos casos en uno o dos clientes, la forma en que se puede materializar este riesgo es:

- La pérdida del cliente con la mayor facturación de ingresos.

La pérdida de este tipo de clientes se genera normalmente cuando los clientes deciden reemplazar a la empresa por otro competidor en el mercado, generando una disminución significativa de las ventas, generando pérdidas en la empresa al recibir menos ingresos.

4.2.4.4 Problemas financieros del cliente

Esto ocurre cuando los clientes enfrentan problemas financieros al interior de sus empresas, los cuales los pueden llevar a una insolvencia económica o a la quiebra, lo cual se transforma en una facturación impaga y de difícil recuperación, reduciendo los ingresos de la empresa y generando gastos de cobranza inesperados.

4.2.4.5 Ausencia de Control Interno Efectivo de Riesgos

El no contar la empresa en formación con medidas efectivas de control de riesgos, la empresa puede caer en un alto grado de vulnerabilidad, en la medida que estos se materialicen, tales como la malversación de sus ingresos, por lo que la empresa requerirá tomar medidas de control, tales como:

- La empresa deberá velar de manera permanente su ambiente externo, debido a que puede ser alcanzada por avances tecnológicos, eventos políticos, sociales, crisis económicas o eventos ambientales de manera significativa.
- La empresa deberá velar su área industrial, debido a la empresa podría ser alcanzada de forma significativa por la entrada de productos innovadores, productos sustitutos, nuevos competidores, otros.
- La empresa deberá generar al interior de sus procesos una debida separación de funciones, que le permitan evitar la comisión de fraudes en sus procesos administrativos y contables.
- La empresa será capaz de responder ante los riesgos que se presenten, debido a que estos generarían pérdidas en la empresa.
- La empresa deberá tener un nivel efectivo de comunicación interna, el no contar con una comunicación efectiva podría generar que la empresa en formación no logre cumplir con sus objetivos propuestos.

4.2.4.6 Estrategias generadoras de riesgos

En ocasiones las estrategias generadas por las empresas en orden de lograr sus objetivos propuestos podrían promover riesgos por sobre exigencias al interior de la empresa en formación, este tipo de riesgos se pueden materializar por medio de campañas de ventas agresivas que estresen la producción o el despacho de productos y servicios.

También puede poner en riesgo a la empresa, una excesiva diversificación de productos y servicios, que impida a la empresa cumplir con la producción de los productos o servicios ofertados.

La empresa puede verse enfrentada a clientes con un alto poder de compra, lo cual conlleva un alto poder de negociación, donde este tipo de clientes puede imponer precios de venta, descuentos, condiciones de venta, servicios adicionales, devoluciones en ventas, mayor calidad y características de los productos, forma de pago, calidad de los productos, etc.

"Una vida sin riesgo es una vida gris, pero una vida sin control probablemente será una vida corta". Bertrand Russell[26]

[26] Bertrand Arthur William Russell (Trellech, Monmouthshire; 18 de mayo de 1872-Penrhyndeudraeth, Gwynedd, 2 de febrero de 1970) fue un filósofo, matemático, lógico y escritor británico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Durante la evaluación del presente estudio de prefactibilidad técnica y económica, para la creación de una empresa de ingeniería fotovoltaica, bajo los modelos EPC y ESPC(ESCO), se ha logrado determinar los servicios que la empresa desarrollará, para su comercialización, se ha determinado también el sector de la industria y su mercado objetivo.

Así como también, este estudio ha definido las principales características de la empresa en formación, como su ubicación, estructura organizacional, gastos y costos de operación, determinando sus proyecciones económicas e indicadores como el VAN, TIR, y PRI, los cuales en su análisis nos indican que la empresa será rentable, en la medida que se sigan todas las consideraciones utilizadas en su evaluación.

A su vez, el estudio realizado, nos indica en su análisis con una inversión mixta de capitales del orden de un 44% de financiamiento bancario y un 56% de financiamiento propio, se obtiene un flujo de caja con un valor actual neto (VAN) de $ 270.074.317 de pesos, con una tasa interna de retorno (TIR) de 59,82%, el cual al ser comparado con la tasa de descuento (TD)[27] calculada 10,08 %, esta comparación nos indica que al ser el TIR mayor a la tasa de descuento el negocio es rentable y se debe aprobar.

59,82% (TIR) > 10,08 % (TD)

Con los valores antes mencionado, se obtiene un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 1,85 años. Respecto a lo anterior y debido a los altos gastos y costos que demanda el negocio, para mantener estos indicadores en los valores señalados, el margen de rentabilidad debe ser de un 35% en todos sus productos, aplicando este margen de contribución a los costos de las plantas fotovoltaicas obtenemos un precio de venta de $ 1.378.417 pesos por KW, contra un precio de mercado de $ 1.700.000 pesos por KW, lo cual nos hace competitivos.

Sumado a estos indicadores, también es importante mencionar que la empresa durante su horizonte de vida evaluado se encontrará en un mercado (EE) aún en crecimiento y con una buena demanda hasta el año 2039, debido al plan estratégico que lleva adelante Chile relacionado con la eficiencia energética, mediante la energía renovables no convencionales (ERNC) como es la energía fotovoltaica.

No obstante, lo anterior, se hace recomendable que a pesar de que los estudios técnico, económico y financiero son viables, es también importante no despreocupar la estrategia de comercialización de los servicios, que la empresa desea llevar adelante, para

[27] Tasa de descuento calculada.

lo cual se recomienda contar con una robusta campaña de cobertura comercial, lo cual se debería realizar antes de las actividades de implementación de la empresa, en orden de establecer los contactos comerciales necesarios, que en el corto plazo puedan dar movilidad al negocio y permitan implementar con tranquilidad la futura empresa.

También el estudio final de esta prefactibilidad nos enseña que, antes de comenzar las actividades técnicas y de comercialización del negocio, se debe implementar una estructura reducida de RRHH, activos fijos, así como de recursos materiales, en orden de no generar una carga excesiva de gastos, que acorten el horizonte de despegue del proyecto. Por lo que antes de implementar las actividades técnicas y como se indicó anteriormente, se debe realizar una robusta campaña de cobertura de comercialización, dirigida a los principales clientes objetivos del negocio, en la cual se deberá prospectar dichos clientes, la cual estará destinada a evaluar la mayor cantidad de proyectos de licitaciones públicas como privadas, concentrando los esfuerzos en aquel 20% de los clientes que generarán los proyectos a realizar.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN.

- Modelo de Negocio ESCO. Para la generación de energía fotovoltaica para autoconsumo e inyección de excedentes de energía conforme a la legislación chilena. Programa de energías renovables y eficiencia energética, GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Por encargo de: Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania.

- El Modelo de Negocio ESCO y los Contratos de Servicios Energéticos por Desempeño, GUÍA F.: Banco Interamericano de Desarrollo. Serie sobre Eficiencia Energética. El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño. Autores: Arnaldo Vieira de Carvalho, Laura Natalia Rojas (Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC, EEUU, Stephanie Nour, Amandine Gal, Vincent Dufresne, Pierre Langlois, Marie Couture-Roy, y Sébastien Flamand (Econoler Incorporated, Canadá).

- Informe Definitivo Previsión de Demanda Eléctrica 2019-2039: Sistema Eléctrico Nacional y Sistemas Medianos, Comisión Nacional de Energía Chile.

- Informe de precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución, comercializados en Chile a noviembre de 2016, informe basado en los sistemas adjudicados mediante el Programa de Techos Solares Públicos (PTSP), desarrollado por el ministerio de energía de Chile (MINENERGIA) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, GIZ).

- Modelo de Negocio ESCO: Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto “Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor” implementado por el Ministerio de Energía de Chile y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania.

- Estudio de Mercado de Eficiencia Energética junio 2019: Metodología para la implementación de medidas de eficiencia energética bajo el modelo de

financiamiento ESCO, desarrollado por la ANESCO Chile a.g., Autores: Sebastian Cepeda, Benjamín Vergara, Constanza Alfaro, Francisca Gómez.

- Coordinador Eléctrico Nacional; Gerencia de planificación de la Transmisión; Proyección de demanda eléctrica nacional 2019 – 2039; https://www.coordinador.cl

- Anexo Técnico Sistemas de Medición, Monitoreo y Control; agosto de 2019; Comisión Nacional de Energía, https://www.cne.cl.

- Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD; Julio 2019; Comisión Nacional de Energía.

- Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamientos de Generación; septiembre de 2019; Comisión Nacional de Energía.

- Norma técnica de Seguridad y Calidad de Servicio; septiembre de 2020: Comisión Nacional de Energía.

- Finanzas Corporativas. 9ª Edición. México: McGraw-Hill Ross, Stephen A.; Westerfield, Randolph W. y Jaffe, Jeffrey F. (2012),

- AIGUASOL; Programa de formación y Difusión Tecnológica en Energía Solar térmica.

- Generadoras de Chile**:** Sitio Web https://www.generadoras.cl

- Factor Energía: Sitio Web https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-es-un-inversor-solar/

- Folleto TSM400DE(II) y Manual TRINA SOLAR; www.trinasolar.com

- Revista Electro Industria: http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc

ANEXOS.

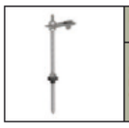
ANEXO A: GLOSARIO TÉCNICO

FV:	Fotovoltaico.
I [W/m2]:	Irradiancia sobre superficie de estudio.
PINC [W]:	Potencia incidente sobre superficie de estudio.
A [m2]:	Área o superficie de estudio.
$\emptyset$ [°]:	Latitud de la ubicación.
ψ [°]:	Azimut de la ubicación.
β [°]:	Inclinación de panel FV respecto a una superficie horizontal.
H [°]:	Elevación solar.
T [h]:	Tiempo en horas.
GRD [Wh/m2]:	Suma diaria de radiación global.
GRM [Wh/m2]:	Suma mensual de radiación global.
GRA [Wh/m2]:	Suma anual de radiación global.
HRM [Wh/m2]:	Suma mensual de radiación respecto al plano horizontal.
FR [-]:	Factor de radiación.
VOC [V]:	Voltaje de circuito abierto en un arreglo FV.
ISC [A]:	Corriente de corto circuito en un arreglo FV.
ηM [%]:	Eficiencia del panel FV.
AM [m2]:	Área del panel FV.
PM [W]:	Potencia teórica del panel FV.
EM [Wh]:	Energía eléctrica que entrega un arreglo o panel FV. Un subíndice adicional de D, M, A hace referencia a día, mes y año respectivamente.
PT [W]:	Potencia perdida por aumento de temperatura en el panel FV.
PTC [%/K]:	Coeficiente de pérdida por variación en temperatura.
TM [°C]:	Temperatura del panel FV.
TN [°C]:	Temperatura nominal del panel FV (STC).
TA [°C]:	Temperatura ambiental.

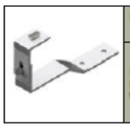
ET [Wh]:	Energía eléctrica perdida por el aumento de temperatura en el panel FV. Un subíndice adicional de D, M, A hace referencia a día, mes y año respectivamente.
PE [W]:	Potencia efectiva del panel FV, considera pérdidas por temperatura.
P'E [W]:	Potencia efectiva del arreglo, considera pérdidas por temperatura.
EE [Wh]:	Energía eléctrica efectiva del panel FV, considera pérdidas por temperatura. Un subíndice adicional de D, M, A hace referencia a día, mes y año respectivamente.
E'E [Wh]:	Energía eléctrica efectiva del arreglo, considera pérdidas por temperatura. Un subíndice adicional de D, M, A hace referencia a día, mes y año respectivamente.
VV:	Velocidad del viento sobre el área de estudio.
U [W/m2ΔT]:	Factor de pérdida termal en donde UC es una constante y UV es un factor proporcional a la velocidad del viento VV.
EC [Wh]:	Consumo de energía eléctrica.
CAC [Wh]:	Consumo energético de corriente alterna.
CDC [Wh]	Consumo energético de corriente directa.
ηIN [%]:	Eficiencia del inversor.
V' [V]:	Voltaje de un arreglo de paneles FV.
I' [A]:	Corriente de un arreglo de paneles FV.
PIN [W]:	Potencia entregada por el inversor.
EIN [Wh]:	Energía eléctrica entregada por el inversor. Un subíndice adicional de D, M, A hace referencia a día, mes y año respectivamente.
SM [m2]:	Superficie mínima para un arreglo FV.
DMIN [m]:	Distancia mínima entre filas de paneles FV.
k [-]:	Factor de seguridad producto de las pérdidas en componentes y diferencia de parámetros. Se recomienda 1,15 para sistemas autónomo.
PRC:	Potencia entregada por el regulador de carga.
ERC:	Energía eléctrica entregada por el regulador de carga
ηRC [%]:	Eficiencia del regulador de carga.

CC [Ah]:	Capacidad de carga eléctrica a abastecer.
kb [-]:	Factor de seguridad producto de las perdidas en componentes y diferencia de parámetros. Se recomienda utilizar 1.1 o 1.2.
VBB [V]:	Voltaje del banco de baterías.
IBB [A]:	Corriente del banco de baterías.
DOD [%]:	Profundidad de descarga aplicada al banco de baterías.
CU [Ah]:	Capacidad útil del banco de baterías, una vez aplicado DOD.
TD [h]:	Tiempo de descarga del banco de baterías.
SM [m]:	Superficie mínima para un arreglo FV.
DMIN [m]:	Distancia mínima entre filas de paneles FV.
D*MIN [m]:	Distancia mínima corregida por azimut entre filas de paneles FV.
h [m]:	Altura proyectada vertical de un panel FV o fila.
S [m]:	Grosor del cableado eléctrico para corriente continua.
Π [CLP]:	Beneficio entregado por un arreglo fotovoltaico.
PI [$/kWh]:	Precio de inyección de energía a la red eléctrica.
PMO [$/kWh]:	Precio monómico de la energía eléctrica.
DH [días]:	Días hábiles en los que se utilizan las fuentes de consumo sobre un mes.
ENC [kWh]:	Energía mensual generada en los meses donde no hay consumo directo (carga).
EC [kWh]:	Energía mensual generada en los meses donde existe consumo directo (carga).
ηA [%]:	Eficiencia anual del panel FV.
I [%]:	Tasa de retorno, representa la ganancia sobre la inversión.
Pay back [año]:	Periodo de retorno de la inversión.
LCOE [$/kWh]:	Costo nivelado de la energía, independiente de la tecnología aplicada.
EI [kWh]:	Suma de energía eléctrica anual inyectada.
EAC [kWh]:	Suma de energía eléctrica anual auto consumida

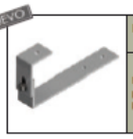
ANEXO B: ACCESORIOS SISTEMAS FOTOVOLTAICO



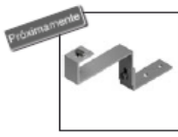
Ref. S01	Uds Caja	Volumen peso
Fijación a madera o hormigón con taco químico	25 uds	280x165x105 6,51 Kg



Ref. S02	Uds Caja	Volumen peso
Fijación salvatejas para cubiertas de teja	20 uds	400x200x200 7,98 Kg



Ref. S02.1	Uds Caja	Volumen peso
Fijación salvatejas para cubiertas de pizarra/teja plana	20 uds	400x200x200 7,98 Kg



Ref. S02.3	Uds Caja	Volumen peso
Fijación salvatejas para cubiertas de teja árabe	20 uds	400x200x200 7,98 Kg

Ref. S02.2	Uds Caja	Volumen peso
Fijación salvatejas con abrazabiga	10 uds	400x200x200 11,00 Kg

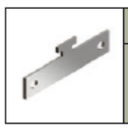
Ref. S02.2a	Uds Caja	Volumen peso
Accesorio salvatejas atornillado	10 uds	400x200x200 5,70 Kg

Ref. S02.2b	Uds Caja	Volumen peso
Accesorio salvatejas para abrazaviga	10 uds	400x200x200 5,00 Kg

Fijaciones para cubiertas de teja

Ref. S01.1	Uds Caja	Volumen peso
Fijación directa a acero	10 uds	260x100x60 6,41 Kg

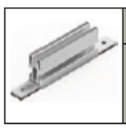
Ref. S03	Uds Caja	Volumen peso
Fijación para cubierta metálica con anclaje a correas	25 uds	200x200x200 3,46 Kg
	Incluye junta de estanqueidad	



Ref. S04	Uds Caja	Volumen peso
Fijación para cubierta metálica anclaje a chapa, anclaje al lateral de la greca	150 uds	200x200x200 4,50 Kg
	Incluye junta de estanqueidad y tornillería	

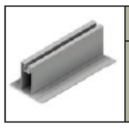
Ref. S05	Uds Caja	Volumen peso
Fijación para chapa simple anclaje a chapa, anclaje sobre grecas	40 uds	400x200x200 9,37 Kg
	Incluye junta de estanqueidad y tornillería	

Ref. S05.1	Uds Caja	Volumen peso
Fijación a chapa	40 uds	400x400x200 20,40 Kg



Ref. S06	Uds Caja	Volumen peso
Fijación para cubierta metálica anclaje a chapa, anclaje sobre la greca	40 uds	400x200x200 5,54 Kg
	Incluye junta de estanqueidad y tornillería	

Fijaciones para cubiertas metálicas

	Ref. S07	Uds Caja	Volumen peso
	Fijación para chapa sándwich anclaje a chapa, anclaje en valle	40 uds	400x400x200 10,13 Kg
		Incluye junta de estanqueidad y tornillería	

	Ref. S07.1	Uds Caja	Volumen peso
NUEVO	Fijación pegada para chapa sándwich anclaje a chapa, anclaje en valle	40 uds	400x400x200 10,13 Kg
		Incluye cinta adhesiva	

Utilizar junto con imprimación (ver ficha técnica)

Fijación para soporte coplanar en cubierta de junta alzada		Uds	Volumen peso
NUEVO	Ref. S40	40 uds	400x200x200 9,20 Kg

	Ref. Bote de Imprimación 50 ml	Uds Caja	Volumen peso
NUEVO	Bote de imprimación para fijación pegada Aproximadamente 80 KHP*	1 ud	50 ml

* Se recomienda utilizarlo con pulverizador (ver ficha técnica)

Fijación para triángulo en cubierta de junta alzada		Uds	Volumen peso
NUEVO	Ref. S41	20 uds	400x200x200 8,80 Kg

	Ref. Bote de Imprimación 250 ml	Uds Caja	Volumen peso
NUEVO	Bote de imprimación para fijación pegada Aproximadamente 400 KHP*	1 ud	250 ml

* Se recomienda utilizarlo con pulverizador (ver ficha técnica)

Fijaciones para cubiertas metálicas

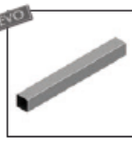
	Ref. S10	Uds Caja	Volumen peso
	Presor lateral para fijar paneles inicio y final de fila	50 uds	200x200x200 4,83 Kg

	Ref. S11	Uds Caja	Volumen peso
	Presor central para fijar paneles uno con otro	100 uds	200x200x200 4,58 Kg

	Ref. S12	Uds Caja	Volumen peso
	Presor para fijar paneles en horizontal	50 uds	400x200x200 7,88 Kg

	Ref. S13	Uds Caja	Volumen peso
NUEVO	Toma tierra	50 uds	180x100x60 0,30 Kg

	Ref. UG1	Uds Caja	Volumen peso
	Unión para perfil G1	25 uds	400x200x200 4,47 Kg

	Ref. UG3	Uds Caja	Volumen peso
NUEVO 	Unión para perfil G3	40 uds	400x200x200 5,00 Kg

	Ref. UG2/UG4	Uds Caja	Volumen peso
	Unión para perfil G2 y G4	40 uds	400x200x200 9,65 Kg

Accesorios

Triángulo para soporte abierto 08V para módulo 1650x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR08V	25 uds	1440x400x400 41,50 Kg

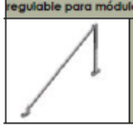
Triángulo para soporte abierto 09V para módulo 2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR09V	25 uds	1840x400x400 46,25 Kg

Triángulo para soporte abierto 09H para módulo 1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR09H	25 uds	1440x400x400 32,75 Kg

Triángulo para soporte cerrado 10Vpara módulo 1650x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR10V	25 uds	1410x370x370 56,50 Kg

Triángulo para soporte cerrado 11V para módulo 2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR11V	20 uds	1840x400x340 53,00 Kg

Triángulo para soporte cerrado 11H para módulo 1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR11H	25 uds	1440x400x340 44,50 Kg

Triángulo para soporte abierto 12V regulable para módulo 1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR12V	10 uds	1850x790x260 20,80 Kg

Triángulo para soporte cerrado 13V regulable para módulo 1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR13V	10 ud	1850x790x260 29,60Kg

Triángulos

Triángulo para soporte abierto 14V para módulo 1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
	Ref. TR14V	10 uds	1840x400x400 36,95 Kg

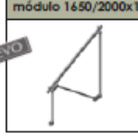
Triángulo para soporte abierto 14V Reg. para módulo1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
NUEVO	Ref. TR14.1V	10 uds	1840x400x400 38,58 Kg

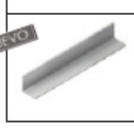
Triángulo para soporte abierto 19H para módulo 1650/2000x1050		Uds	Volumen peso
	Ref. TR19H	25 uds	1410x370x370 33,15 Kg

Triángulo para soporte cerrado 20H para módulo 1650/2000x1050		Uds	Volumen peso
	Ref. TR20H	25 uds	1410x370x370 45,55 Kg

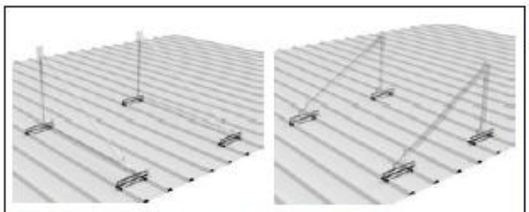
Triángulo compartido abierto 22V para módulos de todos los tamaños		Uds	Volumen peso
NUEVO	Ref. TR22V	20 uds	1410x370x370 47,00 Kg

Triángulo compartido abierto 22H para módulos de todos los tamaños		Uds	Volumen peso
NUEVO	Ref. TR22H	25 uds	1410x370x370 58,75 Kg

Triángulo abierto 40V para módulo 1650/2000x1000		Uds	Volumen peso
NUEVO 	Ref. TR40V	20 uds	1410x370x370 40,60 Kg

Arriostramientos para soportes inclinados		Uds Palet	Volumen peso
	Ref. S08 Valido para ref. del 8 al 13	10 uds	2000x25x50 9,20 Kg
	Ref. S08 .1 Valido para ref. del 19H y 20H	10 uds	1200x25x50 5,70 Kg
	Ref. S09 Valido para ref. 14V y 14.1V	10 uds	2000x25x50 12,30 Kg
NUEVO 	Ref. S08.2 Valido para ref. 22V	10 uds	1450x90x90 6,70 Kg
	Ref. S08.3 Valido para ref. 22H	10 uds	2100x90x90 10,30 Kg

Triángulos



Para distancias entre grecas ≤ 300 mm. (Triángulos no incluidos)

Referencia	Uds Caja	Volumen peso
Ref. S37	Kit para 2 triángulos	400x100x60 (2 cajas) 1,03 Kg

Para distancias entre grecas ≤ 500 mm. (Triángulos no incluidos)

Referencia	Uds Caja	Volumen peso
Ref. S38	Kit para 2 triángulos	1050x60x80 1,32 Kg

Para distancias entre grecas ≤ 1000 mm. (Triángulos no incluidos)

Referencia	Uds Caja	Volumen peso
Ref. S39	Kit para 2 triángulos	1050x60x80 2,24 Kg

Ref. S35	Uds Caja	Volumen peso
Tornillo para fijación de triángulo a perfil G3	50 uds	260x100x60 0,80 Kg

Triángulo abierto: 4 uds. Triángulo cerrado: 2 uds.

Ref. S36	Uds Caja	Volumen peso
Tornillo para fijación de triángulo a perfil G1,G2,G4,G5 y G6	100 uds	180x100x60 1,50 Kg

Triángulo abierto: 4 uds. Triángulo cerrado: 2 uds.

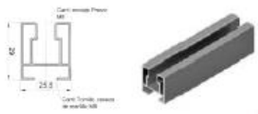
Ref. **G1**

Referencia	Uds Pallet	Volumen peso
G1- 1050	96 uds	1050x500x500 82,45 Kg
G1- 1150	96 uds	1150x500x500 90,50 Kg
G1 - 2100	96 uds	2100x500x500 164,91 Kg
G1 - 3150	96 uds	3150x500x500 247,36 Kg
G1 - 4200	96 uds	4200x500x500 329,82 Kg

Ref. **G2**

Referencia	Uds Pallet	Volumen peso
G2- 1050	48 uds	1050x500x500 58,98 Kg
G2 - 2100	48 uds	2100x500x500 112,95 Kg
G2 - 4200	48 uds	4200x500x500 220,91 Kg

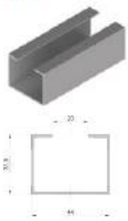
Ref. G6



Referencia	Uds Pallet	Volumen peso
G6 - 4200	155 uds	4200x500x500 356,50 Kg

Este perfil no dispone de uniones

Ref. G3



Referencia	Uds Pallet	Volumen peso
G3 - 2670	144 uds	2670x500x500 213,12 Kg
G3 - 5350	144 uds	5350x500x500 426,24 Kg

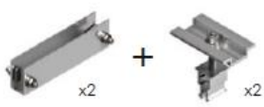
Perfil KHC no compatible con presores S10, S11 y S1

Ref. G4

Referencia	Uds Pallet	Volumen peso
G4 - 2100	48 uds	2100x500x500 112,95 Kg
G4 - 4200	48 uds	4200x500x500 220,91 Kg

Kits de unión

S15 - Kit unión



Referencia	Volumen peso
Ref. S15	260x100x60 0,60 Kg

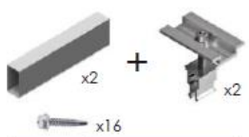
Kit de unión para soportes verticales, (excepto modelos 14V/15V/22V y 15V)

S16 - Kit unión

Referencia	Volumen peso
Ref. S16	1200x150x150 2,10 Kg

Kit de unión para soportes horizontales, (excepto modelos de fachada, poste, 19H/20H y 22H)

S17 - Kit unión



Referencia	Volumen peso
Ref. S17	260x100x60 0,80 Kg

Kit de unión para soportes Verticales modelos 14.V/14.1 y 15.V

Kit para 2 módulos

Kit para 2 módulos

Resultado de la unión de los dos kits módulos

Kits de ampliación para módulo de ancho de hasta 1060

Kit de ampliación para módulo de hasta 1060.

Las estructuras estándar son válidas para módulos de hasta 1000 mm en el caso de adquirir un módulo de mayor tamaño (hasta 1060) será necesario el kit de ampliación que se compone de 2 uniones + 2 perfiles de 200 mm para soportes coplanares, para soportes inclinados ya sea abierto o cerrado se compone de 2 uniones + 2 perfiles de 200 mm + un triángulo.

Kit ampliación coplanar

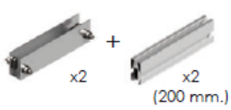
Kit ampliación inclinado

Referencia	Descipción	Soportes compatibles
Ref. S20	Ampliación para soportes coplanares de 1 a 6 módulos	01V,01.1V,02V,03V,04V
Ref. S21	Ampliación para soportes triángulares de 1,2,4,5 y 6 módulos	09V y 11V (excepto para 3 módulos)
Ref. S22	Ampliación para soportes triángulares abiertos para 3 módulos	09V - 3 módulos
Ref. S23	Ampliación para soportes triángulares cerrados para 3 módulos	11V - 3 módulos
Ref. S24	Ampliación para soportes triángulares abiertos regulables para 3 módulos	12V - 3 módulos
Ref. S25	Ampliación para soportes triángulares cerrados regulables para 3 módulos	13V - 3 módulo

56

Kits de ampliación de estructura para paneles de ancho superior a 1060 mm

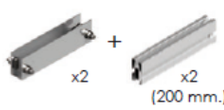
S20 - Kit ampliación



Kit de ampliación para coplanar.

Referencia	Volumen peso
Ref. S20	400x100x60 0,66 Kg

S21 - Kit ampliación



Kit de ampliación para soportes verticales 09V,11V, (excepto para 3 modulos y modelos 14.V/15.V)

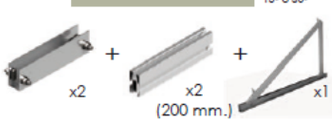
Referencia	Volumen peso
Ref. S21	400x100x60 0,66 Kg

S22 - Kit ampliación Especificar inclinación 15º o 30º

Kit de ampliación para soportes abiertos verticales, para 3 módulos para modelo 09V

Referencia	Volumen peso 30º
Ref. S22	400x100x60 2,51 Kg

S23 - Kit ampliación Especificar inclinación 15º o 30º



Kit de ampliación para soportes cerrados verticales, para 3 módulos para modelo 11V

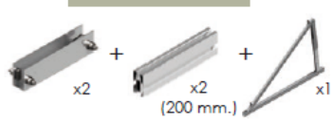
Referencia	Volumen peso 30º
Ref. S23	400x100x60 3,32 Kg

S24 - Kit ampliación

Kit de ampliación para soportes abiertos verticales regulables para 3 módulos para modelo 12V

Referencia	Volumen peso
Ref. S24	400x100x60 2,75 Kg

S25 - Kit ampliación



Kit de ampliación para soportes cerrados verticales regulables para 3 módulos para modelo 13V

Referencia	Volumen peso
Ref. S25	400x100x60 3,62 Kg

Kits de ampliación de estructura

ANEXO C: PLANILLAS DE SUELDOS RRHH

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO GERENTE

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	2.351.174
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**2.478.039**
Colación	22	días	55.660
Movilización	22	días	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**2.564.499**
Costo diario Ingresos rabajador			116.568
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			303.560
Pago ISAPRE			173.463
Total ISAPRE y AFP			**477.022**
Total Renta Afecta a Impuesto			**2.001.016**
Impuesto Único			72.608
Seguro Cesantía			14.868
Total Descuentos Legales			**564.499**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**2.000.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	22.302
Seguro de Cesantía	59.473
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	137.152
Indemnización Años de Servicio	213.708
Costo Administración	128.225
Sub-Total Costos	**575.204**
Costo Empresa Diario	26.146
Total Costo URQCOM	**3.139.703**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**3.139.703**
VALOR COSTO DIARIO	**142.714**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	3.139.703
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	142.714
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	17.839
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,62

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO INGENIERO JEFE

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	1.675.519
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**1.802.384**
Colación	22	días	55.660
Movilización	22	días	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**1.888.844**
Costo diario Ingresos rabajador			85.857
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			220.792
Pago ISAPRE			126.167
Total ISAPRE y AFP			**346.959**
Total Renta Afecta a Impuesto			**1.455.425**
Impuesto Único			31.070
Seguro Cesantía			10.814
Total Descuentos Legales			**388.843**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**1.500.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	16.221
Seguro de Cesantía	43.257
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	97.739
Indemnización Años de Servicio	157.404
Costo Administración	94.442
Sub-Total Costos	**423.407**
Costo Empresa Diario	19.246
Total Costo URQCOM	**2.312.251**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**2.312.251**
VALOR COSTO DIARIO	**105.102**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	2.312.251
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	105.102
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	13.138
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,46

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO CONTADOR

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	1.415.508
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**1.542.373**
Colación	22	días	55.660
Movilización	22	días	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**1.628.833**
Costo diario Ingresos rabajador			74.038
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			188.941
Pago ISAPRE			107.966
Total ISAPRE y AFP			**296.907**
Total Renta Afecta a Impuesto			**1.245.466**
Impuesto Único			22.672
Seguro Cesantía			9.254
Total Descuentos Legales			**328.833**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**1.300.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	13.881
Seguro de Cesantía	37.017
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	82.571
Indemnización Años de Servicio	135.736
Costo Administración	81.442
Sub-Total Costos	**364.991**
Costo Empresa Diario	16.591
Total Costo URQCOM	**1.993.824**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**1.993.824**
VALOR COSTO DIARIO	**90.628**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	1.993.824
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	90.628
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	11.329
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,39

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO INGENIERO

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	1.415.508
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**1.542.373**
Colación	22	dias	55.660
Movilización	22	dias	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**1.628.833**
Costo diario Ingresos rabajador			74.038
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			188.941
Pago ISAPRE			107.966
Total ISAPRE y AFP			**296.907**
Total Renta Afecta a Impuesto			**1.245.466**
Impuesto Único			22.672
Seguro Cesantía			9.254
Total Descuentos Legales			**328.833**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**1.300.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	13.881
Seguro de Cesantía	37.017
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	82.571
Indemnización Años de Servicio	135.736
Costo Administración	81.442
Sub-Total Costos	**364.991**
Costo Empresa Diario	16.591
Total Costo URQCOM	**1.993.824**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**1.993.824**
VALOR COSTO DIARIO	**90.628**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	1.993.824
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	90.628
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	11.329
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,39

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO PROYECTISTA

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	765.482
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**892.347**
Colación	22	dias	55.660
Movilización	22	dias	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**978.807**
Costo diario Ingresos rabajador			44.491
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			109.312
Pago ISAPRE			62.464
Total ISAPRE y AFP			**171.777**
Total Renta Afecta a Impuesto			**720.570**
Impuesto Único			1.676
Seguro Cesantía			5.354
Total Descuentos Legales			**178.807**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**800.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	8.031
Seguro de Cesantía	21.416
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	44.653
Indemnización Años de Servicio	81.567
Costo Administración	48.940
Sub-Total Costos	**218.952**
Costo Empresa Diario	9.952
Total Costo URQCOM	**1.197.759**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**1.197.759**
VALOR COSTO DIARIO	**54.444**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	1.197.759
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	54.444
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	6.805
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,24

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO TÉCNICO ELÉCTRICO

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	638.625
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**765.490**
Colación	22	dias	55.660
Movilización	22	dias	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**851.950**
Costo diario Ingresos rabajador			38.725
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			93.772
Pago ISAPRE			53.584
Total ISAPRE y AFP			**147.357**
Total Renta Afecta a Impuesto			**618.133**
Impuesto Único			0
Seguro Cesantía			4.593
Total Descuentos Legales			**151.950**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**700.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	6.889
Seguro de Cesantía	18.372
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	37.253
Indemnización Años de Servicio	70.996
Costo Administración	42.597
Sub-Total Costos	**190.451**
Costo Empresa Diario	8.657
Total Costo URQCOM	**1.042.401**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**1.042.401**
VALOR COSTO DIARIO	**47.382**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	1.042.401
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	47.382
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	5.923
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,21

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO SECRETARIA EJECUTIVA

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	389.093
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**515.958**
Colación	22	dias	55.660
Movilización	22	dias	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**602.418**
Costo diario Ingresos rabajador			27.383
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			63.205
Pago ISAPRE			36.117
Total ISAPRE y AFP			**99.322**
Total Renta Afecta a Impuesto			**416.636**
Impuesto Único			0
Seguro Cesantía			3.096
Total Descuentos Legales			**102.418**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**500.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	4.644
Seguro de Cesantía	12.383
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	22.697
Indemnización Años de Servicio	50.201
Costo Administración	30.121
Sub-Total Costos	**134.390**
Costo Empresa Diario	6.109
Total Costo URQCOM	**736.808**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**736.808**
VALOR COSTO DIARIO	**33.491**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	736.808
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	33.491
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	4.186
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,15

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO MAESTRO DE 1RA

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	513.859
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**640.724**
Colación	22	dias	55.660
Movilización	22	dias	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**727.184**
Costo diario Ingresos rabajador			33.054
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			78.489
Pago ISAPRE			44.851
Total ISAPRE y AFP			**123.339**
Total Renta Afecta a Impuesto			**517.384**
Impuesto Único			0
Seguro Cesantía			3.844
Total Descuentos Legales			**127.184**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**600.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	5.767
Seguro de Cesantía	15.377
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	29.975
Indemnización Años de Servicio	60.599
Costo Administración	36.359
Sub-Total Costos	**162.421**
Costo Empresa Diario	7.383
Total Costo URQCOM	**889.604**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**889.604**
VALOR COSTO DIARIO	**40.437**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	889.604
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	40.437
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	5.055
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,18

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO MAESTRO 2DA

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	389.093
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**515.958**
Colación	22	dias	55.660
Movilización	22	dias	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**602.418**
Costo diario Ingresos rabajador			27.383
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			63.205
Pago ISAPRE			36.117
Total ISAPRE y AFP			**99.322**
Total Renta Afecta a Impuesto			**416.636**
Impuesto Único			0
Seguro Cesantía			3.096
Total Descuentos Legales			**102.418**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**500.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	4.644
Seguro de Cesantía	12.383
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	22.697
Indemnización Años de Servicio	50.201
Costo Administración	30.121
Sub-Total Costos	**134.390**
Costo Empresa Diario	6.109
Total Costo URQCOM	**736.808**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**736.808**
VALOR COSTO DIARIO	**33.491**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	736.808
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	33.491
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	4.186
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,15

PLANILLA DE CÁLCULO JUNIOR AYUDANTE

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	326.710
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**453.575**
Colación	22	días	55.660
Movilización	22	días	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**540.035**
Costo diario Ingresos rabajador			24.547
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			55.563
Pago ISAPRE			31.750
Total ISAPREy AFP			**87.313**
Total Renta Afecta a Impuesto			**366.261**
Impuesto Único			0
Seguro Cesantía			2.721
Total Descuentos Legales			**90.035**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**450.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	4.082
Seguro de Cesantía	10.886
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	19.058
Indemnización Años de Servicio	45.003
Costo Administración	27.002
Sub-Total Costos	**120.375**
Costo Empresa Diario	5.472
Total Costo URQCOM	**660.409**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**660.409**
VALOR COSTO DIARIO	**30.019**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	660.409
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	30.019
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	3.752
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,13

PLANILLA DE CÁLCULO SUELDO ASEO Y SERVICIOS

PARÁMETROS

Tipo Contrato	2
Valor UF	28.687,80

1	Plazo Fijo (Obra)
2	Indefinido (Planta)

INGRESOS/EGRESOS TRABAJADOR

Descripción	Cantidad	Unidad	Sueldo
Sueldo Base	1	mes	326.710
Horas Extras/Bono	0	hrs	0
Gratificación	1	mes	126.865
Comisiones, premios			
Total Base Imponible			**453.575**
Colación	22	días	55.660
Movilización	22	días	30.800
Total Haberes No imponibles			**86.460**
Total Haberes			**540.035**
Costo diario Ingresos rabajador			24.547
Pago Fondo de Pensiones (AFP)			55.563
Pago ISAPRE			31.750
Total ISAPREy AFP			**87.313**
Total Renta Afecta a Impuesto			**366.261**
Impuesto Único			0
Seguro Cesantía			2.721
Total Descuentos Legales			**90.035**
Bienestar Trabajador			0
SUELDO LÍQUIDO A CANCELAR			**450.000**

COSTOS URQCOM LTDA.

Descripción	$
Mutual de Seguridad	4.082
Seguro de Cesantía	10.886
Seguro de Vida	14.344
Vacaciones Proporcionales	19.058
Indemnización Años de Servicio	45.003
Costo Administración	27.002
Sub-Total Costos	**120.375**
Costo Empresa Diario	5.472
Total Costo URQCOM	**660.409**
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0%
FACTOR DE DESVIACIÓN	0,00%
VALOR COSTO MENSUAL	**660.409**
VALOR COSTO DIARIO	**30.019**
BASE DE CÁLCULO DÍAS MES	22
VALOR VENTA MES EN PESOS	660.409
V. VENTA DIARIA PROYECTO PESOS	30.019
V. VENTA H.H. PROYECTO EN PESOS	3.752
V. VENTA H.H. PROYECTO EN UF	0,13

ANEXO C: PLANILAS GENERALES FLUJO DE CAJA PURO

Todos los valores monetarios señalados en estas planillas están expresados en pesos chilenos.

Demanda:

Mercado	Demanda anual de energía	73.234	GWh
	Demanda anual de potencia	8.360.046	KW
	Crecimiento	2,1%	Anual
	Participación	0,005%	Anual

	Año						Año					
Demanda KW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8.360.046		8.360.046	8.535.607	8.714.854	8.897.866	9.084.721	9.275.501	9.470.286	9.669.162	9.872.215	10.079.531	KW
Q		**418**	**427**	**436**	**445**	**454**	**464**	**474**	**483**	**494**	**504**	**KW**

Ingreso por venta:

					Año											
Productos	**Potencia KW**	**% de Venta**	**Sistemas FV**	**Precio Unit.**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
Sistema FV	4	35%	37	5.513.669		146	149	153	156	159	162	166	169	173	176	KW
Sistema FV	8	30%	16	11.027.339		125	128	131	133	136	139	142	145	148	151	KW
Sistema FV	12	20%	7	16.541.008		84	85	87	89	91	93	95	97	99	101	KW
Sistema FV	16	15%	4	22.054.678		63	64	65	67	68	70	71	73	74	76	KW
		100%	**63**			**418**	**427**	**436**	**445**	**454**	**464**	**474**	**483**	**494**	**504**	**KW**

			Año										
Producto	**Potencia**	**Contribución**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Sistema FV	4 KW	35%		201.663.560	205.898.494	210.222.363	214.637.032	219.144.410	223.746.443	228.445.118	233.242.465	238.140.557	243.141.509
Sistema FV	8 KW	35%		172.854.480	176.484.424	180.190.597	183.974.599	187.838.066	191.782.665	195.810.101	199.922.113	204.120.478	208.407.008
Sistema FV	12 KW	35%		115.236.320	117.656.282	120.127.064	122.649.733	125.225.377	127.855.110	130.540.067	133.281.409	136.080.318	138.938.005
Sistema FV	16 KW	35%		86.427.240	88.242.212	90.095.298	91.987.300	93.919.033	95.891.333	97.905.051	99.961.057	102.060.239	104.203.504
		35%		**576.181.599**	**588.281.412**	**600.635.322**	**613.248.664**	**626.126.886**	**639.275.550**	**652.700.337**	**666.407.044**	**680.401.592**	**694.690.025**

Gastos comerciales:

Valores expresados en pesos chilenos			Gasto		Año						Año				
Cargo RRHH	**Cant. RRHH**	**Liquido**	**Mensual**	**Anual**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Personal Área Comercial															
Jefe área comercial	1	1.500.000	2.312.251	27.747.007		27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007
Técnico M&V	1	800.000	1.197.759	14.373.103		14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103	14.373.103
						$ 42.120.110	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**	**$ 42.120.110**

Gastos operacionales:

Valores expresados en pesos chilenos			Gasto		Año						Año				
Cargo RRHH	**Cant. RRHH**		**Mensual**	**Anual**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Personal Área Iperaciones															
Jefe área Operaciones	1	1.500.000	2.312.251	27.747.007		27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007
Supervisor eléctrico	1	700.000	1.042.401	12.508.813		12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813	12.508.813
Totales						**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**	**$ 40.255.819**

Gastos Administración y finanzas:

Valores expresados en pesos chilenos			Gasto		Año						Año				
Cargo RRHH	**Cant. RRHH**	**Liquido**	**Mensual**	**Anual**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Personal Área Administración y Finanzas															
Jefe área Administración y finanzas	1	1.500.000	2.312.251	27.747.007		27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007	27.747.007
Secretaria	1	500.000	736.808	8.841.690		8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690	8.841.690
Junior	1	450.000	660.409	7.924.910		7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910	7.924.910
Financieros	3														
Prestamo Inversión	1		414.417	4.973.007		4.099.307	4.099.307	4.099.307	4.099.307	4.099.307	0	0	0	0	0
Prestamo Kt	1		313.828	3.765.933		5.089.037	5.089.037	5.089.037	5.089.037	5.089.037					
Comerciales															
Publicidad Web	1		44.000	528.000		528.000	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000
Factura Electronica	1		10.000	120.000		120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Anuncio en radio	1		80.000	960.000		960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000
Totales						**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**	**$ 55.309.950**	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**	**$ 46.121.607**

Gastos fijos

Valores expresados en pesos chilenos

GASTOS FIJOS	CANT.	MENSUAL	ANUAL	Año 0	1	2	3	4	5	Año 6	7	8	9	10
Administrativos														
Energía eléctrica	1	165.000	1.980.000		1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000	1.980.000
Agua	1	45.000	540.000		540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000
Retiro de basura	2	5.467	131.200		131.200	131.200	131.200	131.200	131.200	131.200	131.200	131.200	131.200	131.200
Combustible	2	147.000	3.528.000		3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000	3.528.000
Peaje	2	85.000	2.040.000		2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000	2.040.000
internet	1	35.000	420.000		420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000
Licencia Office365	5	10.000	600.000		600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Licencia Project	3	25.000	900.000		900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000
Licencia Autocad PRO	1	115.000	1.380.000		1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000	1.380.000
Licencia Autocad LT	2	28.000	672.000		672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000
Articulos oficina	1	58.000	696.000		696.000	696.000	696.000	696.000	696.000	696.000	696.000	696.000	696.000	696.000
Totales					**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**	**$ 12.887.200**

Costos de materiales y gastos generales en obra:

Valores expresados en pesos chilenos

Materia prima	Potencia KW	Material	M. Obra x Obra	Costo total KW	Año 0	1	2	3	4	5	Año 6	7	8	9	10
Sistema FV	4	2.253.458	1.531.282	946.185		138.427.620	141.334.601	144.302.627	147.332.982	150.426.975	153.585.941	156.811.246	160.104.282	163.466.472	166.899.268
Sistema FV	8	4.346.417	2.663.693	876.264		109.884.073	112.191.639	114.547.663	116.953.164	119.409.181	121.916.774	124.477.026	127.091.043	129.759.955	132.484.914
Sistema FV	12	6.473.785	3.808.722	856.876		73.256.049	74.794.426	76.365.109	77.968.776	79.606.121	81.277.849	82.984.684	84.727.362	86.506.637	88.323.276
Sistema FV	16	8.558.213	4.953.751	844.498		52.950.296	54.062.252	55.197.560	56.356.709	57.540.199	58.748.544	59.982.263	61.241.891	62.527.970	63.841.058
Totales						**$ 374.518.039**	**$ 382.382.918**	**$ 390.412.959**	**$ 398.611.631**	**$ 406.982.476**	**$ 415.529.108**	**$ 424.255.219**	**$ 433.164.579**	**$ 442.261.035**	**$ 451.548.516**

Costo Operacional x KW

Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	895.971	895.971	895.971	895.971	895.971	895.971	895.971	895.971	895.971	895.971

Imprevistos

Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	$ 3.745.180	$ 3.823.829	$ 3.904.130	$ 3.986.116	$ 4.069.825	$ 4.155.291	$ 4.242.552	$ 4.331.646	$ 4.422.610	$ 4.515.485

Flujo de caja 100% financiamiento bancario:

	Año del Proyecto						Año del Proyecto				
Descripción	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Ingreso por Venta		576.181.599	588.281.412	600.635.322	613.248.664	626.126.886	639.275.550	652.700.337	666.407.044	680.401.592	694.690.025
Gastos comerciales		42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110
Gastos Operacionales		40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819
Gastos Adm., Ventas y Finanzas		64.445.919	64.445.919	64.445.919	64.445.919	64.445.919	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607
Gastos Fijos Oficina y Bodega		22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200
Gastos		169.549.048	169.549.048	169.549.048	169.549.048	169.549.048	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736
Costos Materiales y G. Grales.		374.518.039	382.382.918	390.412.959	398.611.631	406.982.476	415.529.108	424.255.219	433.164.579	442.261.035	451.548.516
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
Imprevistos		3.745.180	3.823.829	3.904.130	3.986.116	4.069.825	4.155.291	4.242.552	4.331.646	4.422.610	4.515.485
UAI		24.549.828	28.706.114	32.949.682	41.101.868	45.525.538	68.366.416	72.977.830	77.686.084	82.493.211	83.963.735
Impuesto		6.628.454	7.750.651	8.896.414	11.097.504	12.291.895	18.458.932	19.704.014	20.975.243	22.273.167	22.670.208
UDI		17.921.375	20.955.463	24.053.268	30.004.364	33.233.643	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
FCOP		21.740.878	24.774.967	27.872.771	30.004.364	33.233.643	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Inversiones	11.944.034										
kt	55.772.391	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
Recuperación kt											78.880.457
Venta de Activos											3.437.553
	Inversiones	FNE 1	FNE 2	FNE 3	FNE 4	FNE 5	FNE 6	FNE 7	FNE 8	FNE 9	FNE 10
	-67.716.425	**18.812.827**	**21.846.916**	**24.944.721**	**27.076.313**	**30.384.677**	**47.058.518**	**50.424.850**	**53.861.875**	**57.291.994**	**143.611.537**

VAN	$179.620.949
TIR	40,52%
PRI	3,08
Tasa de descuento	10,08%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Flujo de caja 75% financiamiento bancario:

	Año del Proyecto						Año del Proyecto				
Descripción	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Ingreso por Venta		576.181.599	588.281.412	600.635.322	613.248.664	626.126.886	639.275.550	652.700.337	666.407.044	680.401.592	694.690.025
Gastos comerciales		42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110
Gastos Operacionales		40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819
Gastos Adm., Ventas y Finanzas		59.981.103	59.981.103	59.981.103	59.981.103	59.981.103	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607
Gastos Fijos Oficina y Bodega		22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200
Gastos		165.084.231	165.084.231	165.084.231	165.084.231	165.084.231	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736
Costos Materiales y G. Grales.		374.518.039	382.382.918	390.412.959	398.611.631	406.982.476	415.529.108	424.255.219	433.164.579	442.261.035	451.548.516
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
Imprevistos		3.745.180	3.823.829	3.904.130	3.986.116	4.069.825	4.155.291	4.242.552	4.331.646	4.422.610	4.515.485
UAI		29.014.644	33.170.930	37.414.498	45.566.685	49.990.354	68.366.416	72.977.830	77.686.084	82.493.211	83.963.735
Impuesto		7.833.954	8.956.151	10.101.915	12.303.005	13.497.396	18.458.932	19.704.014	20.975.243	22.273.167	22.670.208
UDI		21.180.690	24.214.779	27.312.584	33.263.680	36.492.958	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
FCOP		25.000.194	28.034.282	31.132.087	33.263.680	36.492.958	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Inversiones	8.958.026										
kt	41.829.294	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
Recuperación kt											64.937.360
Venta de Activos											3.437.553
	Inversiones	FNE 1	FNE 2	FNE 3	FNE 4	FNE 5	FNE 6	FNE 7	FNE 8	FNE 9	FNE 10
	-50.787.319	**22.072.143**	**25.106.232**	**28.204.037**	**30.335.629**	**33.643.992**	**47.058.518**	**50.424.850**	**53.861.875**	**57.291.994**	**129.668.439**

VAN	**$198.499.941**
TIR	55,52%
PRI	2,13
Tasa de descuento	10,44%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Flujo de caja 50% financiamiento bancario:

	Año del Proyecto						Año del Proyecto				
Descripción	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Ingreso por Venta		576.181.599	588.281.412	600.635.322	613.248.664	626.126.886	639.275.550	652.700.337	666.407.044	680.401.592	694.690.025
Gastos comerciales		42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110
Gastos Operacionales		40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819
Gastos Adm., Ventas y Finanzas		55.491.351	55.491.351	55.491.351	55.491.351	55.491.351	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607
Gastos Fijos Oficina y Bodega		22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200
Gastos		160.594.480	160.594.480	160.594.480	160.594.480	160.594.480	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736
Costos Materiales y G. Grales.		374.518.039	382.382.918	390.412.959	398.611.631	406.982.476	415.529.108	424.255.219	433.164.579	442.261.035	451.548.516
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
Imprevistos		3.745.180	3.823.829	3.904.130	3.986.116	4.069.825	4.155.291	4.242.552	4.331.646	4.422.610	4.515.485
UAI		33.504.396	37.660.682	41.904.250	50.056.436	54.480.106	68.366.416	72.977.830	77.686.084	82.493.211	83.963.735
Impuesto		9.046.187	10.168.384	11.314.148	13.515.238	14.709.629	18.458.932	19.704.014	20.975.243	22.273.167	22.670.208
UDI		24.458.209	27.492.298	30.590.103	36.541.199	39.770.477	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
FCOP		28.277.713	31.311.801	34.409.606	36.541.199	39.770.477	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Inversiones	5.972.017										
kt	27.886.196	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
Recuperación kt											50.994.262
Venta de Activos											3.437.553
	Inversiones	FNE 1	FNE 2	FNE 3	FNE 4	FNE 5	FNE 6	FNE 7	FNE 8	FNE 9	FNE 10
	-33.858.213	**25.349.662**	**28.383.751**	**31.481.555**	**33.613.148**	**36.921.511**	**47.058.518**	**50.424.850**	**53.861.875**	**57.291.994**	**115.725.341**

VAN	**$214.538.096**
TIR	85,89%
PRI	1,30
Tasa de descuento	11,04%
Impuesto 1a categoría	27,00%

Flujo de caja 25% financiamiento bancario:

	Año del Proyecto						Año del Proyecto				
Descripción	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Ingreso por Venta		576.181.599	588.281.412	600.635.322	613.248.664	626.126.886	639.275.550	652.700.337	666.407.044	680.401.592	694.690.025
Gastos comerciales		42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110	42.120.110
Gastos Operacionales		40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819	40.255.819
Gastos Adm., Ventas y Finanzas		50.871.123	50.871.123	50.871.123	50.871.123	50.871.123	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607	46.121.607
Gastos Fijos Oficina y Bodega		22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200	22.727.200
Gastos		155.974.251	155.974.251	155.974.251	155.974.251	155.974.251	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736	151.224.736
Costos Materiales y G. Grales.		374.518.039	382.382.918	390.412.959	398.611.631	406.982.476	415.529.108	424.255.219	433.164.579	442.261.035	451.548.516
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
Imprevistos		3.745.180	3.823.829	3.904.130	3.986.116	4.069.825	4.155.291	4.242.552	4.331.646	4.422.610	4.515.485
UAI		38.124.624	42.280.910	46.524.478	54.676.665	59.100.334	68.366.416	72.977.830	77.686.084	82.493.211	83.963.735
Impuesto		10.293.649	11.415.846	12.561.609	14.762.699	15.957.090	18.458.932	19.704.014	20.975.243	22.273.167	22.670.208
UDI		27.830.976	30.865.065	33.962.869	39.913.965	43.143.244	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Depreciaciones		3.819.503	3.819.503	3.819.503							
GOP por venta de activos											3.437.553
FCOP		31.650.479	34.684.568	37.782.372	39.913.965	43.143.244	49.907.484	53.273.816	56.710.841	60.220.044	61.293.527
Inversiones	2.986.009										
kt	13.943.098	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.928.051	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.848.966	2.928.051	0
Recuperación kt											37.051.164
Venta de Activos											3.437.553
	Inversiones	FNE 1	FNE 2	FNE 3	FNE 4	FNE 5	FNE 6	FNE 7	FNE 8	FNE 9	FNE 10
	-16.929.106	**28.722.429**	**31.756.517**	**34.854.322**	**36.985.915**	**40.294.278**	**47.058.518**	**50.424.850**	**53.861.875**	**57.291.994**	**101.782.243**

VAN	**$232.931.476**
TIR	179,61%
PRI	0,59
Tasa de descuento	11,52%
Impuesto 1a categoría	27,00%

ANEXO D: SIMULACIONES BANCARIAS

Simulación Crédito 100% Financiamiento

Simulación

Valor cuota por 60 meses

$1.527.026

Monto líquido solicitado **$67.716.425**

Monto Bruto $71.525.285	**Tasa de Interés Mensual** 0,84%	**Tasa de Interés Anual** 10,08%
Meses no pago Ninguno	**Desfase primera cuota** Mes 0	**Carga Anual Equivalente (CAE)** 12,6%
Costo Total del Crédito $91.621.560	**Gastos de Notario** $3.000	**Impuestos** $572.202

Las primas se pagan una sola vez por todo el período cubierto, en caso de término anticipado del seguro se devolverá la prima no consumida al valor de la UF del día de pago. El valor de las primas es en Unidades de Fomento, el monto informado es referencial al valor de la UF del 11 de enero de 2021.

Seguros Voluntarios	Prima Única	Normativa
Desagravamen Capital Fijo	$3.233.658	

Simulación Crédito 75% Financiamiento

Simulación

Valor cuota por 60 meses

$1.154.958

Monto líquido solicitado **$50.787.318**

Monto Bruto $53.644.755	**Tasa de Interés Mensual** 0,87%	**Tasa de Interés Anual** 10,44%
Meses no pago Ninguno	**Desfase primera cuota** Mes 0	**Carga Anual Equivalente (CAE)** 12,98%
Costo Total del Crédito $69.297.480	**Gastos de Notario** $3.000	**Impuestos** $429.158

Las primas se pagan una sola vez por todo el período cubierto, en caso de término anticipado del seguro se devolverá la prima no consumida al valor de la UF del día de pago. El valor de las primas es en Unidades de Fomento, el monto informado es referencial al valor de la UF del 11 de enero de 2021.

Seguros Voluntarios	Prima Única	Normativa
Desagravamen Capital Fijo	$2.425.279	

Simulación Crédito 50% Financiamiento

Simulación

Valor cuota por 60 meses

$780.812

Monto líquido solicitado **$33.858.212**

Monto Bruto $35.764.226	**Tasa de Interés Mensual** 0,92%	**Tasa de Interés Anual** 11,04%
Meses no pago Ninguno	**Desfase primera cuota** Mes 0	**Carga Anual Equivalente (CAE)** 13,6%
Costo Total del Crédito $46.848.720	**Gastos de Notario** $3.000	**Impuestos** $286.114

Las primas se pagan una sola vez por todo el período cubierto, en caso de término anticipado del seguro se devolverá la prima no consumida al valor de la UF del día de pago. El valor de las primas es en Unidades de Fomento, el monto informado es referencial al valor de la UF del 11 de enero de 2021.

Seguros Voluntarios	Prima Única	Normativa
Desagravamen Capital Fijo	$1.616.900	

Simulación Crédito 25% Financiamiento

Simulación

Valor cuota por 60 meses

$395.793

Monto líquido solicitado **$16.929.106**

Monto Bruto $17.928.690	**Tasa de Interés Mensual** 0,96%	**Tasa de Interés Anual** 11,52%
Meses no pago Ninguno	**Desfase primera cuota** Mes 0	**Carga Anual Equivalente (CAE)** 14,21%
Costo Total del Crédito $23.747.580	**Gastos de Notario** $3.000	**Impuestos** $143.430

Las primas se pagan una sola vez por todo el período cubierto, en caso de término anticipado del seguro se devolverá la prima no consumida al valor de la UF del día de pago. El valor de las primas es en Unidades de Fomento, el monto informado es referencial al valor de la UF del 12 de enero de 2021.

Seguros Voluntarios	Prima Única	Normativa
Desagravamen Capital Fijo	$853.154	

Simulación Crédito Mixto 55% financiamiento bancario:

Simulación

Valor cuota por 60 meses

$752.372

Monto líquido solicitado **$32.624.827**

Monto Bruto $34.461.525	**Tasa de Interés Mensual** 0,92%	**Tasa de Interés Anual** 11,04%
Meses no pago Ninguno	**Desfase primera cuota** Mes 0	**Carga Anual Equivalente (CAE)** 13,6%
Costo Total del Crédito $45.142.320	**Gastos de Notario** $3.000	**Impuestos** $275.692

Las primas se pagan una sola vez por todo el período cubierto, en caso de término anticipado del seguro se devolverá la prima no consumida al valor de la UF del día de pago. El valor de las primas es en Unidades de Fomento, el monto informado es referencial al valor de la UF del 12 de enero de 2021.

Seguros Voluntarios	Prima Única	Normativa
Desagravamen Capital Fijo	$1.558.005	

Fin del documento