

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSE MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS
DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS PMGD EN
CHILE.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de **Ingeniera de Ejecución
en Gestión Industrial.**

Alumna:

Krishna Ponce Aros.

Profesor Guía:

Ricardo Cahe Cabach.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Estudio de prefactibilidad para la creación de una empresa de servicios de Operación y Mantenimiento en Plantas Solares Fotovoltaicas PMGD en Chile

Nombre del candidato(a): Krishna Catalina Ponce Aros

Carrera / Grado: Ingeniería de Ejecución en Gestión Industrial

Campus: Sede Viña del Mar **Departamento:** Electrotecnia e Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, RICARDO CAJE C, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 19-1-2026 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 19-01-2026 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN EJECUTIVO

KEYWORDS: Energía solar, Operación y mantenimiento, PMGD, Energías renovables, Chile, O&M fotovoltaico.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la prefactibilidad para la creación de una empresa dedicada a la prestación de servicios de operación y mantenimiento (O&M) en plantas solares fotovoltaicas del tipo Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) en Chile. Este proyecto busca responder a la creciente demanda de servicios técnicos especializados que garanticen la continuidad operativa, el cumplimiento normativo y la eficiencia energética en el sector fotovoltaico nacional.

El estudio comienza con un diagnóstico del contexto energético nacional, destacando el crecimiento sostenido de los PMGD y el impacto de la normativa vigente (D.S. N.º 88/2019), que impulsa el desarrollo de proyectos solares a pequeña escala. Asimismo, se analiza el estado actual de la oferta de servicios O&M en el país, identificando la necesidad de mayor profesionalización, digitalización y control de desempeño mediante tecnologías como SCADA, termografía y análisis predictivo.

En el Capítulo 1, se presenta el diagnóstico general y la metodología de evaluación empleada, estableciendo los objetivos del proyecto, la situación base y la estructura de análisis técnico-económico.

El Capítulo 2, aborda el análisis de prefactibilidad de mercado, incluyendo la definición del servicio, el estudio de la demanda y oferta actual y futura, las variables que afectan el comportamiento del mercado y la determinación de precios referenciales.

La empresa propuesta, PMGDynamics, ofrecerá servicios integrales de O&M basados en monitoreo remoto, mantenimiento preventivo y predictivo, informes técnicos periódicos y cumplimiento regulatorio frente al Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

El Capítulo 3 desarrolla la prefactibilidad técnica del proyecto, donde se describe la selección y descripción de los procesos, así como los procesos operativos mediante un diagrama de flujo. Además, se detallan el equipamiento y las herramientas especializadas necesarias para la operación, junto con la descripción de la oficina a utilizar.

Asimismo, se establecen los insumos, productos y subproductos del servicio, además del programa de trabajo, considerando los turnos y los gastos asociados al personal. Finalmente, se calcula la inversión en equipos, el capital de trabajo, los costos de instalación y puesta en marcha, y los costos imprevistos, obteniéndose una inversión inicial requerida de 5.114 UF y una inversión total requerida de 6.755 UF.

El Capítulo 4 presenta la evaluación económica del proyecto, definiendo los principales supuestos del análisis financiero, tales como el horizonte de evaluación, la tasa de descuento, la moneda a utilizar, los impuestos, así como la determinación de ingresos y egresos. Además, se consideran la depreciación de los activos y el valor residual.

Posteriormente, se analizan los flujos de caja del proyecto puro y del proyecto con financiamiento, evaluando escenarios del 25%, 50% y 75%. A partir de estos flujos, se calculan los principales indicadores económicos, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (PRI). Los resultados indican que el escenario con financiamiento del 75% presenta los mejores indicadores, con un VAN de 39.878 UF, una TIR de 157% y un período de recuperación de 2 años, lo que evidencia la alta rentabilidad del proyecto.

Asimismo, se realiza un análisis de sensibilidad sobre los precios y costos, el cual permite evaluar la estabilidad del proyecto ante distintos escenarios, confirmando que mantiene su viabilidad económica incluso frente a variaciones adversas en sus principales variables.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	3
1.1. DIAGNÓSTICO	3
1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto	3
1.1.2. Objetivos del proyecto.....	4
1.1.3. Antecedentes cualitativos	5
1.1.4. Contexto de desarrollo del proyecto	6
1.1.5. Tamaño del proyecto	7
1.1.6. Impactos relacionados con el proyecto	7
1.2. METODOLOGÍA	9
1.2.1. Definición de situación sin proyecto.....	9
1.2.2. Definición de situación con proyecto	9
1.2.3. Análisis de separabilidad	10
1.2.4. Método para medición de beneficios y costos	10
1.2.5. Indicadores	11
1.2.6. Criterios de evaluación	12
1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto	13
2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL MERCADO	15
2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	15
2.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA.....	17
2.2.1. Encuesta	18
2.2.2. Resultados de la encuesta	19
2.2.3. Proyección de la demanda	27
2.3. VARIABLES QUE AFECTAN A LA DEMANDA	29
2.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA.....	31
2.4.1. Oferta actual.....	31

2.4.2.	Oferta futura.....	32
2.5.	COMPORTAMIENTO DEL MERCADO	33
2.5.1.	Análisis FODA.....	35
2.5.2.	Estrategias del análisis FODA	36
2.6.	DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES.....	37
2.7.	ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN.	39
2.7.1.	Macro localización	39
2.7.2.	Micro localización	40
3.	ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA.	43
3.1.	DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS.....	43
3.2.	DIAGRAMA DE FLUJO	46
3.3.	SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	48
3.4.	LAY OUT.	62
3.5.	DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.....	63
3.5.1.	Insumos	63
3.5.2.	Productos.....	65
3.5.3.	Subproductos.....	65
3.6.	CONSUMOS DE ENERGÍA.	66
3.7.	PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL.....	68
3.8.	PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS.....	69
3.8.1.	Descripción de cargos y perfiles	69
3.8.2.	Sueldos	75
3.9.	INVERSIONES EN EQUIPOS Y EDIFICACIONES.....	75
3.10.	INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO.....	77
3.11.	COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.	78
3.12.	COSTOS IMPREVISTOS.....	78
3.13.	INVERSIÓN TOTAL.....	79

4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	81
4.1.	CONSIDERACIONES POR UTILIZAR.	81
4.1.1.	Horizonte del Proyecto.	81
4.1.2.	Tasa de descuento	81
4.1.3.	Moneda a utilizar.	86
4.1.4.	Impuestos	86
4.1.5.	Determinación de ingresos.....	86
4.1.6.	Determinación de egresos.....	87
4.1.7.	Depreciación.....	89
4.1.8.	Valor residual	91
4.2.	PROYECTO PURO Y FINANCIADO.....	92
4.2.1.	Proyecto puro.	92
4.3.	Proyecto con financiamiento	93
4.3.1.	Proyecto financiado en un 25%.	93
4.3.2.	Proyecto financiado con un 50%.	95
4.3.3.	Proyecto financiado con un 75%.	96
4.4.	COMPARATIVO DE INDICADORES ECONÓMICOS.	97
4.5.	SENSIBILIZACIONES.	97
4.5.1.	Sensibilización de los ingresos.....	97
4.5.2.	Sensibilización de los egresos.....	99
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	ANEXOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:Analista de datos	15
Figura 2.2: Centro de monitoreo.....	15
Figura 2.3: Ejemplo de Actividad preventiva (Limpieza de ventiladores en inversor)	16
Figura 2.4: Ejemplo de Actividad correctiva (Cambio de módulos quebrados)	16
Figura 2.5: Termografía aérea con dron	17
Figura 2.6: Limpieza de módulos fotovoltaicos	17
Figura 2.7: Proyección de Energía PMGD en el SEN, periodo 2020-2040.	33
Figura 2.8:Imagen satelital de la Región Metropolitana	40
Figura 2.9: Imagen satelital de la comuna de Las Condes.....	41
Figura 3.1: Flujo Operativo del Proceso de O&M	47
Figura 3.2: Cámara termográfica Fluke TiS60+	48
Figura 3.3: Drone DJI Mavic 3 Thermal	49
Figura 3.4: Analizador MI 3116 PV X	49
Figura 3.5: Comprobador de aislamiento Megger MIT2500	50
Figura 3.6: Fluke 393 FC, Pinza Amperimétrica	50
Figura 3.7: Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II	51
Figura 3.8: Set Herramientas Aislados Vde Ingco Industri 16 Pz Hkith1601.....	51
Figura 3.9: LLAVE DE TORQUE 1/2" AISLADA 20-100Nm TV01101N – JONNESWAY	52
Figura 3.10: Kit Bloqueo Loto	52
Figura 3.11:Crimpeadora Conector MC4 2,5 a 6 mm.....	52
Figura 3.12: Equipos de protección personal (EPP).....	53
Figura 3.13: Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7	54
Figura 3.14: Toyota Hilux 4x2	55
Figura 3.15: ThinkPad E14 Gen 7.....	56
Figura 3.16: Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro.....	57
Figura 3.17:Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, Online	58
Figura 3.18: Monitor HP Series 5 527sw FHD 48 a 100 Hz 27" 94F46AA	59
Figura 3.19: Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025 + Magic Remote Control.....	60
Figura 3.20: Mobiliario de oficina	61
Figura 3.21: Layout de oficina	62
Figura 4.1:Sensibilidad del VAN frente a la variación de los ingresos	98
Figura 4.2:Sensibilidad del TIR frente a la variación de los ingresos	98
Figura 4.3:Sensibilidad del VAN frente a la variación de los egresos	99

Figura 4.4: Sensibilidad del TIR frente a la variación de los egresos	100
Figura 5.1A: Ficha técnica del analizador de curvas I–V Metrel MI 3116 PV Analyser XA.....	106
Figura 5.2A: Ficha técnica Fluke 393 FC, Pinza Amperimétrica	107
Figura 5.3A: Ficha técnica del comprobador de aislamiento Megger MIT2500.....	107
Figura 5.4A: Ficha técnica de cámara termográfica Fluke TiS60+	108
Figura 5.5A: Ficha técnica de Drone DJI Mavic 3 Thermal.....	108
Figura 5.6A: Ficha técnica de Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Proyección de demanda de servicios O&M especializados (2025–2030).....	28
Tabla 2.2: Comparación de la oferta de servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas solares	32
Tabla 2.3: Referencia de costos O&M para plantas solares PMGD	38
Tabla 3.1: Especificaciones Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7	54
Tabla 3.2: Especificaciones Toyota Hilux 4x2	55
Tabla 3.3: Especificaciones ThinkPad E14 Gen 7	56
Tabla 3.4: Especificaciones Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro	57
Tabla 3.5: Especificaciones Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, Online	58
Tabla 3.6: Especificaciones Monitor HP Series 5 527sw FHD 48 a 100 Hz 27" 94F46AA.....	59
Tabla 3.7: Especificaciones Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025	60
Tabla 3.8: Insumos administrativos mensuales.....	63
Tabla 3.9: Insumos administrativos semestrales	63
Tabla 3.10: Insumos administrativos trimestrales.....	64
Tabla 3.11: Insumos administrativos anuales.....	64
Tabla 3.12: Insumos Operativos Mensuales.....	64
Tabla 3.13: Insumos Operativos Semestrales	64
Tabla 3.14: Insumos Operacionales cada 5 años.....	65
Tabla 3.15: Consumo eléctrico mensual de la oficina	67
Tabla 3.16: Descripción de cargo Gerente O&M	70
Tabla 3.17: Descripción de cargo Coordinador de O&M.....	70
Tabla 3.18: Descripción de cargo Analista de monitoreo (turno 7x7)	71
Tabla 3.19: Descripción de cargo Analista de datos O&M	72
Tabla 3.20: Descripción de cargo Técnico en terreno O&M	73
Tabla 3.21: Descripción de cargo Administrativo de Recursos Humanos.....	74
Tabla 3.22: Descripción de cargo Auxiliar de Aseo	74

Tabla 3.23: Remuneración bruta mensual y anual	75
Tabla 3.24: Inversiones en equipos y edificaciones	76
Tabla 3.25: Inversión en Capital de Trabajo.....	77
Tabla 3.26 Costo de instalación y puesta en marcha.....	78
Tabla 3.27: Costos Imprevistos	78
Tabla 3.28: Inversión total y reinversión	79
Tabla 4.1:Tasas de interés mercado secundario, bonos, en UF (porcentaje)	82
Tabla 4.2: Tasa de rentabilidad del mercado	83
Tabla 4.3:Constante según tipo de negocio (Beta sectorial)	84
Tabla 4.4: Prima por riesgo.....	85
Tabla 4.5: Ingresos por año	86
Tabla 4.6: Costos Fijos	87
Tabla 4.7: Costos variables	88
Tabla 4.8: Egresos	88
Tabla 4.9:Vida útil normal y depreciación acelerada de los activos del proyecto.	89
Tabla 4.10: Depreciación acelerada	90
Tabla 4.11: Valor residual	91
Tabla 4.12:Flujo de caja Proyecto Puro	92
Tabla 4.13:Flujo de caja financiado en un 25%	94
Tabla 4.14:Flujo de caja financiado en un 50%	95
Tabla 4.15:Flujo de caja financiado en un 75%	96
Tabla 4.16: Resumen de indicadores económicos.....	97
Tabla 4.17: Sensibilización de ingresos	97
Tabla 4.18: Sensibilización de los egresos	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1:Vinculación con el sector energético.	19
Gráfico 2.2: Región de residencia o trabajo de los encuestados.	20
Gráfico 2.3: Frecuencia recomendada para la limpieza de módulos fotovoltaicos	21
Gráfico 2.4:Tipo de mantenimiento considerado más importante	22
Gráfico 2.5:Dispuesto a contratar o cambiar de proveedor	23
Gráfico 2.6: Factores determinantes al elegir una empresa de O&M	24
Gráfico 2.7: Rango de costo mensual razonable (por MWp).....	25
Gráfico 2.8:Expectativas de crecimiento en la demanda de servicios O&M.....	26

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, Chile ha experimentado una transformación significativa en su matriz energética, impulsada por políticas públicas que promueven el uso de energías renovables. En este contexto, la energía solar fotovoltaica se ha posicionado como una de las principales fuentes de generación, destacando el régimen de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) como un pilar clave en la descentralización del sistema eléctrico. Este marco regulatorio, establecido por el D.S. N.º 88/2019, ha permitido el desarrollo de numerosas plantas solares de hasta 9 MW, principalmente entre las regiones de Coquimbo y O'Higgins.

El crecimiento de estos proyectos ha generado la necesidad de contar con servicios especializados de operación y mantenimiento (O&M) que garanticen la continuidad operativa, el cumplimiento normativo y la eficiencia energética de las plantas. En la actualidad, gran parte de los PMGD son gestionados por empresas o contratistas con recursos limitados, lo que ha evidenciado deficiencias en el monitoreo, la limpieza de módulos y el análisis del rendimiento, afectando la productividad y vida útil de las instalaciones.

Ante esta realidad, el presente estudio tiene por objetivo evaluar la prefactibilidad de mercado, técnica y económica para la creación de una empresa dedicada a ofrecer servicios integrales de O&M para plantas solares PMGD en Chile. La propuesta busca implementar soluciones basadas en mantenimiento preventivo y predictivo, monitoreo remoto, análisis de desempeño y gestión documental, aplicando criterios de eficiencia, innovación y cumplimiento regulatorio.

El estudio considera el análisis del entorno energético, la identificación de la demanda y oferta actual de servicios O&M, la definición de precios de referencia y la evaluación de localización estratégica. Finalmente, se incluye un análisis financiero preliminar que permite estimar la viabilidad del proyecto y su contribución al fortalecimiento del sector de energías renovables en Chile.

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1.1. DIAGNÓSTICO

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto

La transición energética global ha impulsado el crecimiento de las energías renovables no convencionales (ERNC), destacando la energía solar fotovoltaica por su competitividad y expansión sostenida. Según IRENA (2023), esta tecnología representa más del 70% de la nueva capacidad renovable instalada a nivel mundial.

Chile, gracias a su alta radiación solar, ha desarrollado ampliamente esta fuente, alcanzando más del 30% de generación eléctrica renovable. En este contexto, los Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD), definidos como proyectos de hasta 9 MW conectados a redes de distribución, han adquirido relevancia por su aporte a la descentralización y estabilidad del sistema. Al 2024, la capacidad instalada en PMGD supera los 3.200 MW, con más del 80% correspondiente a tecnología solar, concentrada en las regiones de Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Maule.

Sin embargo, el rápido aumento en la cantidad de parques solares de pequeña y mediana escala no siempre ha ido acompañado de una adecuada gestión en la operación y mantenimiento (O&M). Muchas plantas presentan deficiencias en la supervisión de la producción, fallas recurrentes en inversores, problemas de alineación de trackers, pérdidas por suciedad de módulos y ausencia de protocolos estandarizados para el control de calidad. Esta situación genera disminuciones significativas en el Performance Ratio (PR) y en la disponibilidad de la planta, afectando directamente la rentabilidad esperada por los inversionistas. Según SolarPower Europe (2022), una gestión inadecuada de O&M puede generar pérdidas de hasta un 20% en la producción energética anual de una planta solar.

En Chile, la oferta de empresas dedicadas exclusivamente a servicios de O&M para PMGD aún es limitada, lo que representa una oportunidad de mercado. La inexistencia de una estandarización robusta en este ámbito, sumado a la creciente necesidad de garantizar la continuidad y optimización de la producción energética, justifica la necesidad de estudiar la factibilidad de crear una empresa especializada en este rubro.

1.1.2. Objetivos del proyecto

1.1.2.1 Objetivo general

- Evaluar la viabilidad técnica y económica para la creación de una empresa especializada en servicios de operación y mantenimiento (O&M) de plantas solares fotovoltaicas PMGD en Chile.

1.1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar el contexto regulatorio, técnico y de mercado de los PMGD en Chile.
- Identificar las principales fallas y necesidades operativas en plantas solares PMGD.
- Diseñar una propuesta de servicios de O&M especializados.
- Evaluar la viabilidad económica del proyecto mediante indicadores financieros.
- Proponer un modelo de negocio eficiente y escalable para el mercado nacional.

1.1.3. Antecedentes cualitativos

En Chile, los Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) corresponden a instalaciones de generación eléctrica de hasta 9 MW conectadas a redes de media tensión. Este régimen fue establecido mediante el DFL N°4 de 2006 y fortalecido por el D.S. N°88 de 2019, normativa que otorga mayor seguridad jurídica y promueve su expansión.

Durante los últimos años, los PMGD se han consolidado como un componente dinámico dentro de la matriz energética nacional, atrayendo capital privado y generando efectos positivos en la economía. Están particularmente dirigidos a empresas con elevados niveles de consumo eléctrico que pueden optar por el régimen de cliente libre, lo que les permite reducir sus costos energéticos, reemplazar el uso de combustibles fósiles y disminuir sus emisiones, contribuyendo así a los compromisos ambientales del país.

Asimismo, los PMGD representan una herramienta estratégica para la descentralización del sistema eléctrico, al permitir la instalación de proyectos próximos a los centros de demanda, minimizar pérdidas por transmisión y fortalecer la seguridad energética. Un elemento clave en su desarrollo ha sido el régimen de precio estabilizado, que resguarda a los proyectos frente a la volatilidad del mercado spot, incentivando la inversión en tecnologías limpias.

Actualmente, más del 80% de los PMGD en operación utilizan tecnología solar fotovoltaica, con una capacidad instalada que supera los 3.200 MW, concentrada principalmente en las regiones de Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Maule (Coordinador Eléctrico Nacional, 2024).

No obstante, a pesar de su crecimiento, estas plantas enfrentan desafíos técnicos que afectan su desempeño: fallas en inversores, desalineación de sistemas de seguimiento solar (trackers), acumulación de suciedad en los módulos fotovoltaicos y restricciones de inyección impuestas por el Coordinador. Estas situaciones reducen la disponibilidad y el Performance Ratio (PR) de las instalaciones, impactando directamente los ingresos proyectados por propietarios e inversionistas. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de contar con empresas especializadas en operación y mantenimiento (O&M), capaces de ofrecer servicios confiables, eficientes y adaptados a las particularidades de este segmento en expansión.

1.1.4. Contexto de desarrollo del proyecto

En Chile, la incorporación de energías renovables ha impulsado significativamente el desarrollo de proyectos solares de pequeña escala bajo el régimen de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD). Estos proyectos han contribuido de manera directa a la descentralización y eficiencia del sistema eléctrico nacional. Sin embargo, el acelerado crecimiento de estas instalaciones también ha evidenciado la necesidad de contar con servicios técnicos especializados en operación y mantenimiento (O&M), que permitan garantizar la continuidad operativa, optimizar la generación energética y cumplir con la normativa vigente.

A partir de este diagnóstico, se plantea la creación de la empresa PMGDynamics, cuya sede estará ubicada en la comuna de Las Condes, Región Metropolitana, un lugar estratégico donde se concentran diversas compañías del sector de energías renovables. La propuesta de esta empresa es convertirse en un socio estratégico para inversionistas y propietarios de plantas solares PMGD, entregando soluciones integrales que permitan optimizar el rendimiento de cada proyecto y asegurar una operación confiable y rentable en el tiempo.

El mercado objetivo inicial se enfoca en la zona centro-norte de Chile, particularmente en las regiones de Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Maule, donde se concentra más del 70% de los PMGD solares actualmente en operación. Estas plantas enfrentan desafíos recurrentes como fallas en inversores, desalineación de sistemas de seguimiento solar, pérdidas de generación por suciedad en los módulos y restricciones de inyección ordenadas por el Coordinador Eléctrico Nacional. Estos problemas repercuten de forma directa en la disponibilidad y en el Performance Ratio (PR) de las plantas, reduciendo los ingresos proyectados por los inversionistas y afectando la rentabilidad de los proyectos.

Por lo anterior, PMGDynamics se proyecta como una empresa innovadora y especializada, cuyo objetivo principal es responder a estas necesidades del mercado mediante servicios profesionales de O&M, apoyados en experiencia técnica, tecnologías de monitoreo avanzado y un enfoque sustentable alineado con los compromisos energéticos del país.

1.1.5. Tamaño del proyecto

El proyecto de creación de la empresa PMGDynamics se plantea con un alcance inicial orientado a atender entre 4 y 6 plantas solares PMGD en la zona centro-norte del país, lo que equivale aproximadamente a 40–60 MW de potencia instalada bajo gestión. Este tamaño inicial permitirá validar el modelo de negocio, generar experiencia operativa, consolidar una cartera de clientes y posicionar a la empresa dentro del mercado de servicios de operación y mantenimiento de plantas solares.

En cuanto a la infraestructura, la empresa contará con una sede administrativa en la comuna de Las Condes, Región Metropolitana, desde donde se coordinarán las operaciones. El equipo inicial estará conformado por un grupo multidisciplinario de técnicos especialistas en energías renovables, preferentemente reclutados en localidades cercanas a los parques fotovoltaicos, junto con ingenieros de O&M, personal administrativo y un área de gestión comercial. De manera complementaria, se contempla la adquisición de equipos esenciales para el diagnóstico y mantenimiento de plantas fotovoltaicas, tales como cámaras termográficas, medidores I-V, equipos de protección personal, vehículos de transporte y herramientas específicas para la limpieza y el mantenimiento de módulos.

La inversión inicial estimada para la implementación de la empresa PMGDynamics es de un total de 5.114 UF, monto que considera la adquisición de equipamiento técnico especializado, la infraestructura necesaria para la operación administrativa, los gastos de puesta en marcha y el capital de trabajo para los primeros meses de funcionamiento.

De acuerdo con la clasificación del SII (2024), las empresas con ventas anuales entre 2.400 y 25.000 UF se consideran pequeñas empresas, por lo que el presente proyecto se enmarca en dicha categoría.

1.1.6. Impactos relacionados con el proyecto

La implementación de la empresa PMGDynamics generará una serie de impactos relevantes en distintos ámbitos que refuerzan la pertinencia y la necesidad de su creación en el mercado nacional.

Impactos económicos:

El proyecto permitirá a los propietarios de plantas solares PMGD optimizar la rentabilidad de sus inversiones mediante la reducción de pérdidas de producción, el aumento de la disponibilidad de los equipos y la prolongación de la vida útil de los activos. A nivel macroeconómico, la creación de PMGDynamics contribuirá a dinamizar el mercado de servicios en energías renovables, generando nuevos empleos directos e indirectos en las regiones donde se ubiquen los proyectos.

Impactos sociales:

La empresa fomentará la generación de empleo especializado en el área de energías renovables, abriendo oportunidades de desarrollo profesional para técnicos e ingenieros en zonas cercanas a las plantas. Además, promoverá la capacitación continua del personal, fortaleciendo las competencias del capital humano en un sector estratégico para el país. A su vez, al asegurar la operación eficiente de las plantas, se contribuye a la estabilidad energética de comunidades y empresas, beneficiando de manera indirecta a la sociedad en general.

Impactos ambientales:

La operación eficiente de las plantas solares permitirá maximizar la generación de energía limpia, reduciendo la dependencia de fuentes fósiles y evitando la emisión de miles de toneladas de CO₂ a la atmósfera. PMGDynamics aportará así al cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile en materia de descarbonización y cambio climático, alineándose con la estrategia nacional de transición energética y sostenibilidad.

Impactos normativos y regulatorios:

La empresa velará por el cumplimiento de la normativa vigente en materia eléctrica y laboral, asegurando que los servicios de O&M se realicen conforme a los estándares exigidos por el Coordinador Eléctrico Nacional, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y la normativa de seguridad ocupacional. Esto fortalecerá la confianza de clientes e inversionistas al contar con un servicio alineado con la regulación nacional e internacional.

Impactos tecnológicos:

El proyecto impulsará la incorporación de tecnologías innovadoras en el área de operación y mantenimiento, tales como plataformas digitales de monitoreo remoto y drones para

inspecciones termográficas. Estas herramientas permitirán entregar un servicio diferenciado y de alto valor agregado, posicionando a PMGDynamics como una empresa competitiva e innovadora dentro del rubro.

1.2. METODOLOGÍA

1.2.1. Definición de situación sin proyecto

La situación actual del segmento PMGD en Chile se caracteriza por una oferta limitada de servicios especializados en operación y mantenimiento (O&M) para plantas solares fotovoltaicas. Esta condición ha derivado en una baja estandarización de los procedimientos técnicos, una cobertura territorial insuficiente y deficiencias en la gestión operativa de las instalaciones.

La escasa planificación en mantenimiento preventivo, junto con una limitada capacidad de respuesta ante fallas correctivas, incrementa los riesgos normativos y de seguridad eléctrica, comprometiendo la estabilidad de la generación y debilitando la confianza de los inversionistas. Como resultado, el sector enfrenta pérdidas significativas en la producción energética, menores niveles de disponibilidad y una reducción del Performance Ratio (PR) en las plantas solares.

Este escenario revela una oportunidad concreta para la creación de una empresa especializada en servicios integrales de O&M, orientada a mejorar la eficiencia operativa, la confiabilidad técnica y la sostenibilidad de los proyectos solares PMGD en el país.

1.2.2. Definición de situación con proyecto

Con la implementación de PMGDynamics, se proyecta un escenario caracterizado por una mayor cobertura de servicios técnicos especializados en operación y mantenimiento (O&M) de plantas solares PMGD. La empresa estará dedicada a la gestión integral de la operación y el mantenimiento, aplicando procedimientos técnicos normalizados y tecnologías de monitoreo avanzado que permitan optimizar el rendimiento y la continuidad operativa de las instalaciones.

PMGDynamics realizará mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos, además de la supervisión permanente de los parámetros eléctricos y de producción a través de sistemas de monitoreo en tiempo real. Estas acciones permitirán mantener la disponibilidad de los equipos por sobre el 98%, mejorar los indicadores de desempeño energético y garantizar el cumplimiento

de las normativas técnicas y de seguridad exigidas por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

1.2.3. Análisis de separabilidad

El proyecto PMGDynamics se desarrolla de manera completamente autónoma, sin depender de la ejecución de otros proyectos ni de la implementación de políticas públicas específicas para su funcionamiento. Su propósito es ofrecer servicios técnicos especializados de operación y mantenimiento (O&M) a plantas solares PMGD que ya están en operación o en etapa de funcionamiento comercial. Por lo tanto, su implementación no está condicionada al desarrollo de nuevas instalaciones fotovoltaicas, lo que refuerza su independencia y viabilidad dentro del mercado actual.

1.2.4. Método para medición de beneficios y costos

Este análisis tiene como objetivo determinar, medir y valorizar los costos y beneficios del proyecto PMGDynamics. Para ello, se utilizará un flujo de caja proyectado en UF, con un horizonte de evaluación de seis años, complementado con indicadores económicos que permitan evaluar la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

Los ingresos estarán dados principalmente por la venta de servicios técnicos de operación y mantenimiento (O&M) a plantas solares PMGD, que incluirán monitoreo remoto, mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, limpieza de módulos, inspecciones termográficas y elaboración de reportes de desempeño.

En relación con los costos, estos se dividen en costos de inversión y costos operacionales.

Los costos de inversión corresponden a la inversión necesaria para la implementación y puesta en marcha de la empresa, considerando la adquisición de equipos técnicos y herramientas como dron para termografías, medidores I-V, vehículos, equipos de protección personal y software de monitoreo. Además, se incluyen los gastos de puesta en marcha, asociados a la constitución legal de la empresa, obtención de permisos, capacitaciones iniciales, marketing y habilitación de la oficina. Finalmente, se incorpora el capital de trabajo, destinado a cubrir las necesidades operativas durante los primeros meses de funcionamiento.

Los costos operacionales estarán constituidos por las remuneraciones del personal técnico y administrativo, junto con los gastos de combustible, mantenimiento de vehículos, seguros, repuestos y herramientas. Asimismo, se consideran los costos administrativos y de soporte, tales como arriendo de oficina, servicios básicos (electricidad, agua, internet) y licencias de software.

Este conjunto de costos e ingresos permitirá construir un flujo de caja representativo, a partir del cual se calcularán los principales indicadores financieros del proyecto, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback), los cuales servirán de base para evaluar la viabilidad económica del proyecto PMGDynamics.

1.2.5. Indicadores

Para determinar la rentabilidad de la implementación de una empresa de servicios de O&M de PMGD en Chile, se utilizarán los siguientes indicadores financieros, aplicados sobre flujos netos generados a lo largo del horizonte de evaluación definido (6 años):

Valor Actual Neto (VAN):

El VAN representa el valor actualizado de los beneficios netos generados por el proyecto, descontados a una tasa determinada que refleja el costo de oportunidad del capital. Un VAN positivo indica que el proyecto genera valor económico por sobre su costo de inversión, siendo un criterio fundamental para su aprobación.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

Corresponde a la tasa de descuento que iguala el valor actual de los ingresos con el de los egresos del proyecto, es decir, el punto en que el VAN es igual a cero. Si la TIR es superior a la tasa de descuento establecida, se considera que el proyecto es rentable y económicamente viable.

Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback):

El PRI indica el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial a partir de los beneficios netos generados por el proyecto. Es útil para medir el riesgo y el tiempo de retorno del capital invertido. Se busca que el PRI esté dentro del horizonte de evaluación del proyecto y, preferiblemente, en sus primeros años.

1.2.6. Criterios de evaluación

El horizonte de evaluación del proyecto contempla un período de seis años, durante el cual se consideran las inversiones, ingresos y costos asociados a la operación de la empresa PMGDynamics. Estos antecedentes serán analizados mediante las herramientas financieras descritas anteriormente, con el objetivo de obtener una visión integral de la rentabilidad y factibilidad económica del proyecto.

El proyecto se evaluará utilizando los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback), los cuales permitirán determinar la conveniencia de la inversión.

El proyecto será considerado aceptable si cumple con las siguientes condiciones:

Criterios de evaluación del Valor Actual Neto (VAN):

- Se aceptará el proyecto si $\text{VAN} \geq 0$
- Se rechazará el proyecto con $\text{VAN} < 0$

Criterios de evaluación de la Tasa Interna de Retorno (TIR):

- Se aceptará el proyecto si $\text{TIR} \geq \text{Tasa de descuento}$
- Se rechazará el proyecto si $\text{TIR} < \text{Tasa de descuento}$

Criterios de evaluación del Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback):

El criterio de decisión del proyecto PMGDynamics se basa en la comparación entre el período de recuperación de la inversión (Payback) y el horizonte de evaluación establecido para el estudio.

El proyecto será considerado viable y aceptable si el período de recuperación de la inversión es menor o igual al horizonte de evaluación, ya que esto indica que el capital invertido se recupera dentro del plazo previsto y que los flujos de caja futuros generan valor positivo. En caso contrario, si el período de recuperación supera el horizonte de evaluación, el proyecto se considerará no rentable y deberá ser rechazado.

1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto

A continuación, se presentan las etapas que conforman el desarrollo del proyecto PMGDynamics, las cuales se estructuran en cuatro capítulos principales:

Capítulo 1: Diagnóstico y metodología de trabajo

En este capítulo se entrega una visión general del proyecto, presentando los antecedentes generales y específicos que sustentan su desarrollo. Se definen las situaciones con y sin proyecto, identificando los costos, beneficios e indicadores económicos que se utilizarán para evaluar la rentabilidad y factibilidad del emprendimiento. Asimismo, se describe la metodología de evaluación y los criterios que guiarán el análisis económico y financiero.

Capítulo 2: Análisis de prefactibilidad de mercado

En esta etapa se define el servicio a ofrecer por la empresa PMGDynamics, analizando la demanda actual y futura, la oferta existente y el comportamiento del mercado en el segmento de operación y mantenimiento de plantas solares PMGD. Además, se identifican los principales competidores, se proyectan los precios de los servicios, y se analiza la localización óptima de la empresa junto con su sistema de comercialización.

Capítulo 3: Análisis de prefactibilidad técnica

En este capítulo se abordan los aspectos técnicos del proyecto, tales como los requerimientos de recursos humanos, equipamiento especializado, infraestructura, y las especificaciones técnicas necesarias para la ejecución de los servicios O&M. También se determina el monto total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto.

Capítulo 4: Evaluación económica

Finalmente, en este capítulo se integran los resultados de los estudios de mercado, técnicos y administrativos para construir los flujos de caja proyectados en UF. Se evalúa la rentabilidad del proyecto mediante los indicadores financieros VAN, TIR y Payback, junto con un análisis de sensibilidad que permitirá estimar el impacto de variaciones en los costos, ingresos y tasa de descuento, con el fin de entregar las herramientas necesarias para la toma de decisiones de inversión.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL MERCADO.

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL MERCADO

2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

PMGDynamics tiene como propósito ofrecer servicios especializados de operación y mantenimiento (O&M) para plantas solares fotovoltaicas bajo el régimen de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) en Chile.

Estos servicios están orientados a garantizar la continuidad operativa, maximizar la producción energética y prolongar la vida útil de los activos fotovoltaicos, asegurando el cumplimiento de los estándares técnicos y normativos exigidos por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

El servicio integral que ofrecerá PMGDynamics contempla tres áreas principales:

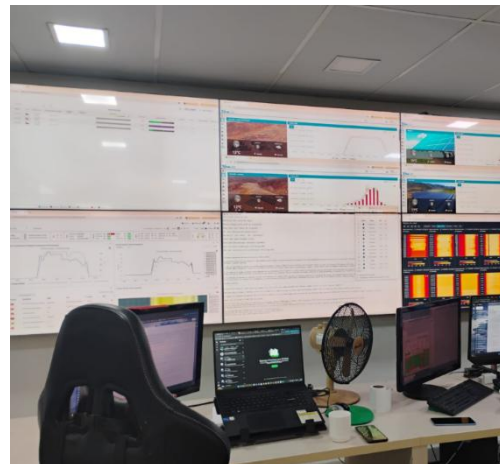
Operación y monitoreo:

- Supervisión continua de los parámetros eléctricos y generación mediante sistemas SCADA o plataformas de monitoreo remoto.
- Análisis de datos de desempeño, identificación de alarmas y elaboración de reportes técnicos mensuales.
- Coordinación de maniobras operativas con el CEN y las empresas distribuidoras.



Fuente: Soypositivo (sitio web)

Figura 2.1: Analista de datos



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2: Centro de monitoreo

Mantenimiento preventivo y correctivo:

Ejecución de planes de mantenimiento programado conforme a manuales del fabricante.

- Inspección eléctrica y mecánica de inversores, transformadores, *strings*, tableros, celdas y sistemas de puesta a tierra.
- Revisión y ajuste de estructuras, trackers y conexiones.
- Reposición y reparación de componentes eléctricos.



Fuente: Registro fotográfico interno de inspección en terreno

Figura 2.3: Ejemplo de Actividad preventiva (Limpieza de ventiladores en inversor)

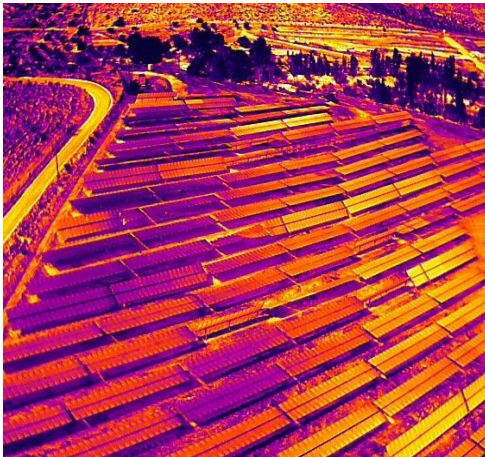


Fuente: Registro fotográfico interno de inspección en terreno

Figura 2.4: Ejemplo de Actividad correctiva (Cambio de módulos quebrados)

Mantenimiento predictivo y limpieza de módulos:

- Termografía aérea con dron y cámaras infrarrojas para detectar fallas térmicas y puntos calientes.
- Mediciones I–V para diagnóstico de rendimiento de módulos.
- Limpieza programada de módulos fotovoltaicos con equipos especializados y agua desmineralizada.



Fuente: Registro fotográfico interno de inspección en terreno

Figura 2.5: Termografía aérea con dron



Fuente: Sunbrush (sitio web)

Figura 2.6: Limpieza de módulos fotovoltaicos

El objetivo general del servicio es proporcionar a los clientes una solución integral de O&M, que les permita maximizar la disponibilidad de sus plantas (>98%), reducir pérdidas de producción y cumplir con las exigencias técnicas y regulatorias vigentes.

2.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA.

Como se ha mencionado a lo largo del estudio, al tratarse de un servicio nuevo y especializado en la operación y mantenimiento (O&M) de plantas solares bajo el régimen PMGD, no existen antecedentes históricos suficientes que permitan estimar la demanda del proyecto mediante registros previos.

Por esta razón, con el fin de determinar la demanda potencial y validar el interés del mercado, se recurrió a la aplicación de una encuesta dirigida a profesionales y actores vinculados al sector energético fotovoltaico en Chile, particularmente relacionados con la gestión, operación o propiedad de plantas solares PMGD.

2.2.1. Encuesta

Para determinar el tamaño de la muestra y con ello el grado de confiabilidad de los resultados obtenidos, se utilizó la siguiente fórmula estadística para poblaciones finitas:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

- N: tamaño de la población o universo (número total de plantas solares PMGD en Chile).
- k: constante que depende del nivel de confianza. En este estudio se consideró un 90 % de confianza, por lo tanto $k = 1.65$.
- e: error muestral deseado, correspondiente al 10 % (0.1).
- p: proporción de individuos que poseen la característica del estudio (0.5).
- q: proporción de individuos que no poseen dicha característica ($1 - p = 0.5$).

El valor de $N = 701$ fue obtenido del catastro público de proyectos PMGD solares elaborado por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y actualizado al primer trimestre de 2025, el cual incluye plantas en operación, en construcción y en proceso de conexión bajo el régimen de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD).

El tamaño de muestra recomendado es de 62 encuestas para lograr un nivel de confianza del 90 % y un error muestral del 10 %. Sin embargo, se obtuvieron 35 respuestas válidas, por lo que el error muestral real alcanzado fue de aproximadamente 13 %, valor que se considera aceptable para estudios exploratorios de prefactibilidad, cuyo objetivo es identificar tendencias y validar el interés en el servicio propuesto.

En este contexto, la encuesta aplicada tiene un carácter exploratorio, orientado a identificar tendencias, percepciones y niveles de interés por servicios de operación y mantenimiento en el segmento PMGD. En consecuencia, los resultados obtenidos permiten validar la existencia de una oportunidad de mercado, sin pretender realizar inferencias estadísticas representativas de la totalidad de la población.

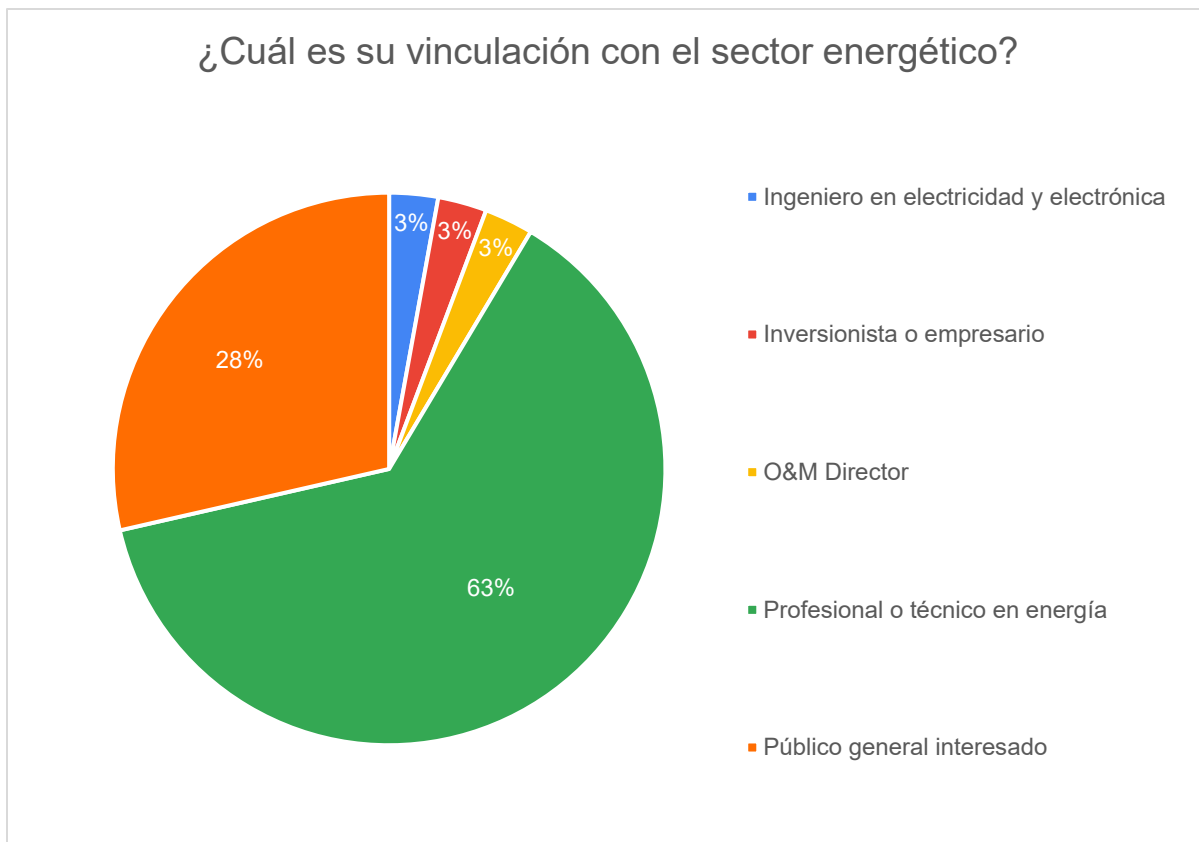
2.2.2. Resultados de la encuesta

La encuesta fue aplicada en la red profesional LinkedIn, obteniendo 35 respuestas de distintos perfiles profesionales vinculados al sector energético solar, principalmente de las áreas de operación y mantenimiento, ingeniería y gestión de activos.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos:

1. Vinculación con el sector energético

De acuerdo con los resultados, el 63 % de los encuestados se identificó como profesional o técnico en energía, seguido por 28 % de público general interesado, y un 9 % correspondiente a inversionistas, directores O&M y otros cargos técnicos. Esto demuestra que la encuesta logró captar información principalmente desde actores técnicos del sector fotovoltaico, coherentes con el público objetivo del servicio (ver Gráfico 2.1).



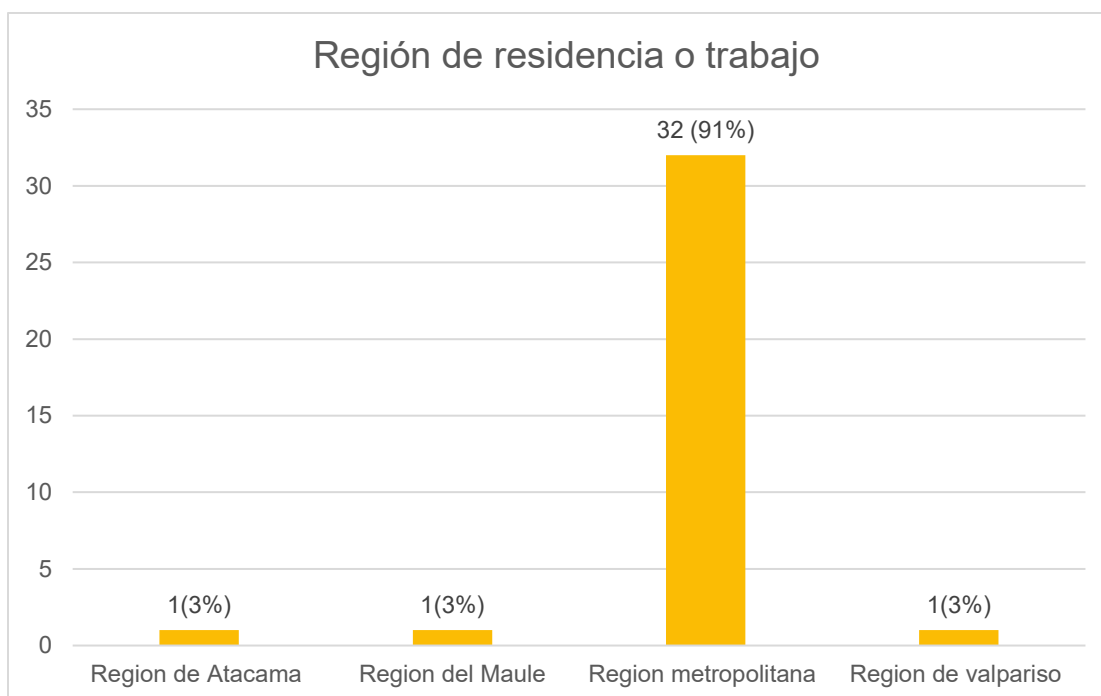
Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

Gráfico 2.1: Vinculación con el sector energético.

2. Región de residencia o trabajo

La mayoría de los encuestados (91 %) reside o trabaja en la Región Metropolitana, mientras que solo un 9 % corresponde a las regiones de Atacama, Maule y Valparaíso.

Esto refleja que el ecosistema profesional vinculado a plantas solares PMGD se concentra principalmente en la zona central del país, donde también se ubica la mayor parte de las oficinas técnicas y centros de operación de empresas O&M (ver Gráfico 2.2).

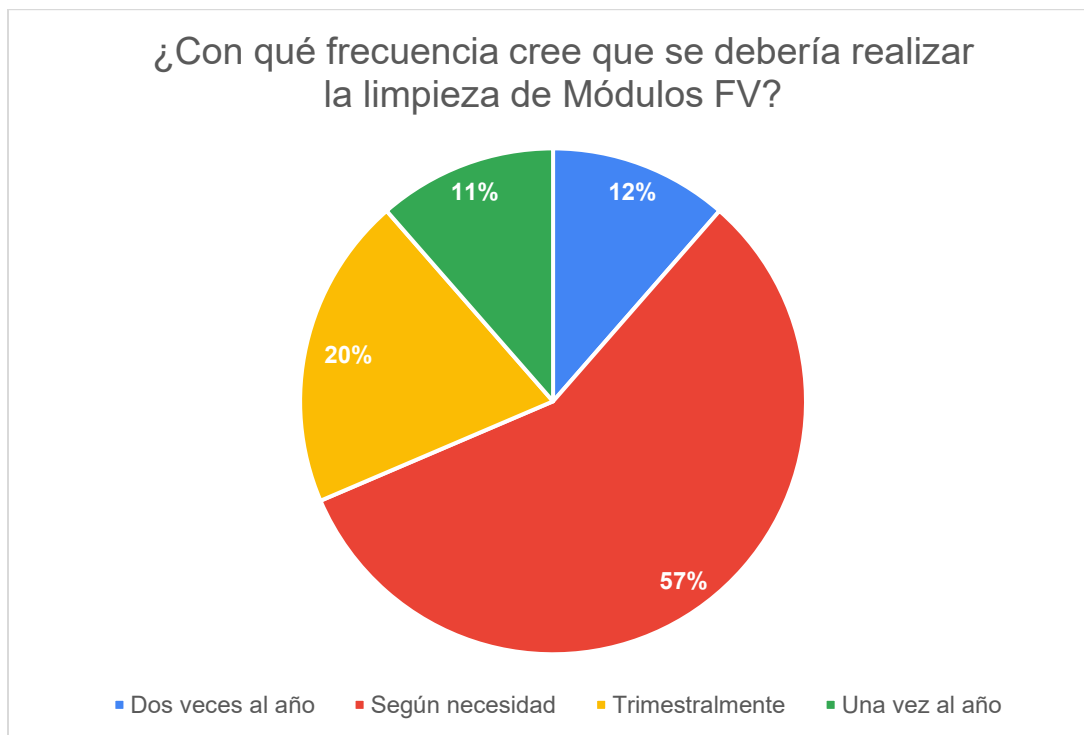


Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

Gráfico 2.2: Región de residencia o trabajo de los encuestados.

3. Frecuencia recomendada para la limpieza de módulos fotovoltaicos

El 57 % de los encuestados considera que la limpieza de los módulos FV debe realizarse según necesidad (ver Gráfico 2.3).



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

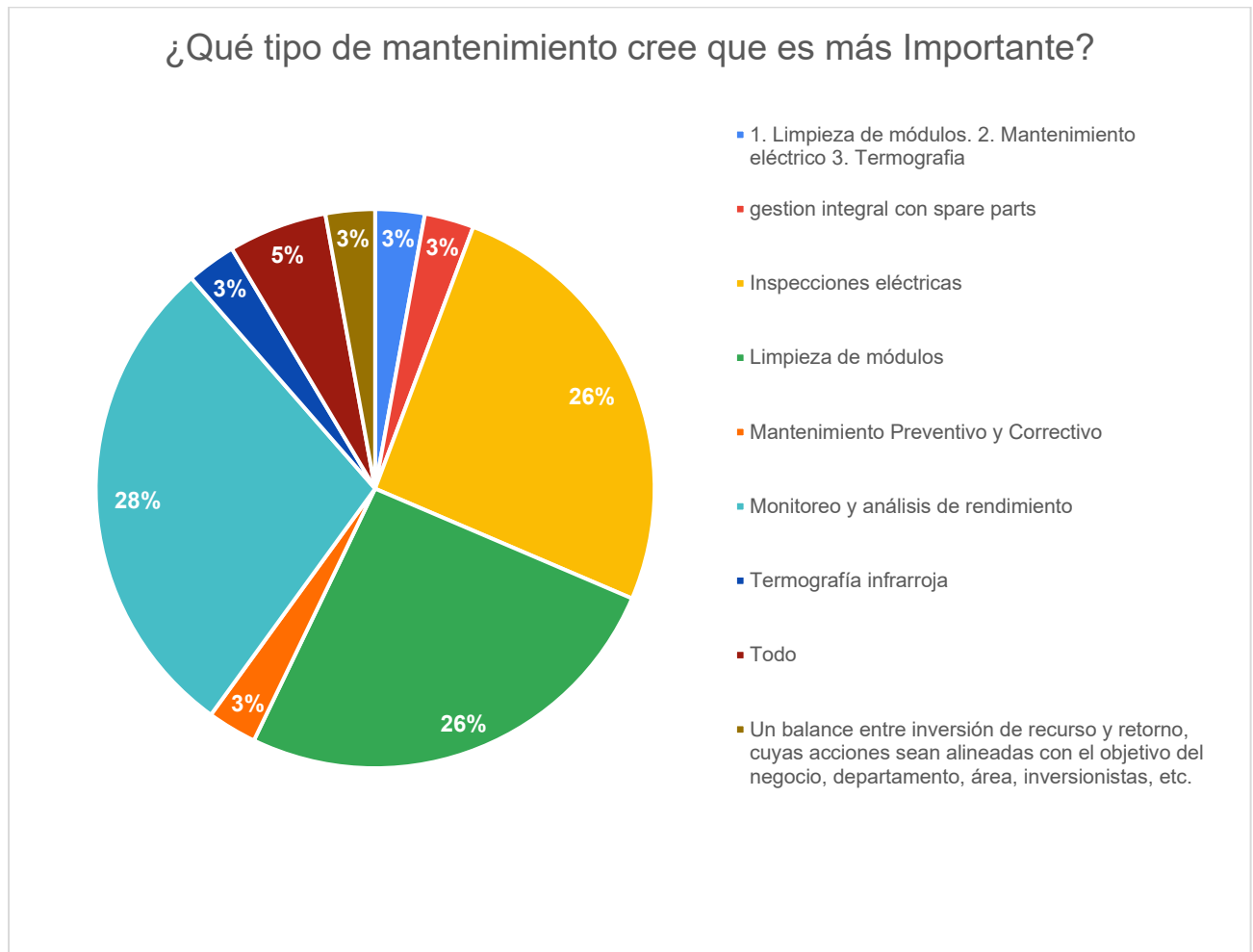
Gráfico 2.3: Frecuencia recomendada para la limpieza de módulos fotovoltaicos

4. Tipo de mantenimiento considerado más importante

Los encuestados consideran prioritarias las siguientes actividades:

- Mantenimiento preventivo y correctivo (28 %),
- Limpieza de módulos e Inspecciones eléctricas (26 %),

Estos resultados evidencian una preferencia por servicios integrales de O&M, orientados a mantener la disponibilidad y el rendimiento energético de las plantas (ver Gráfico 2.4).



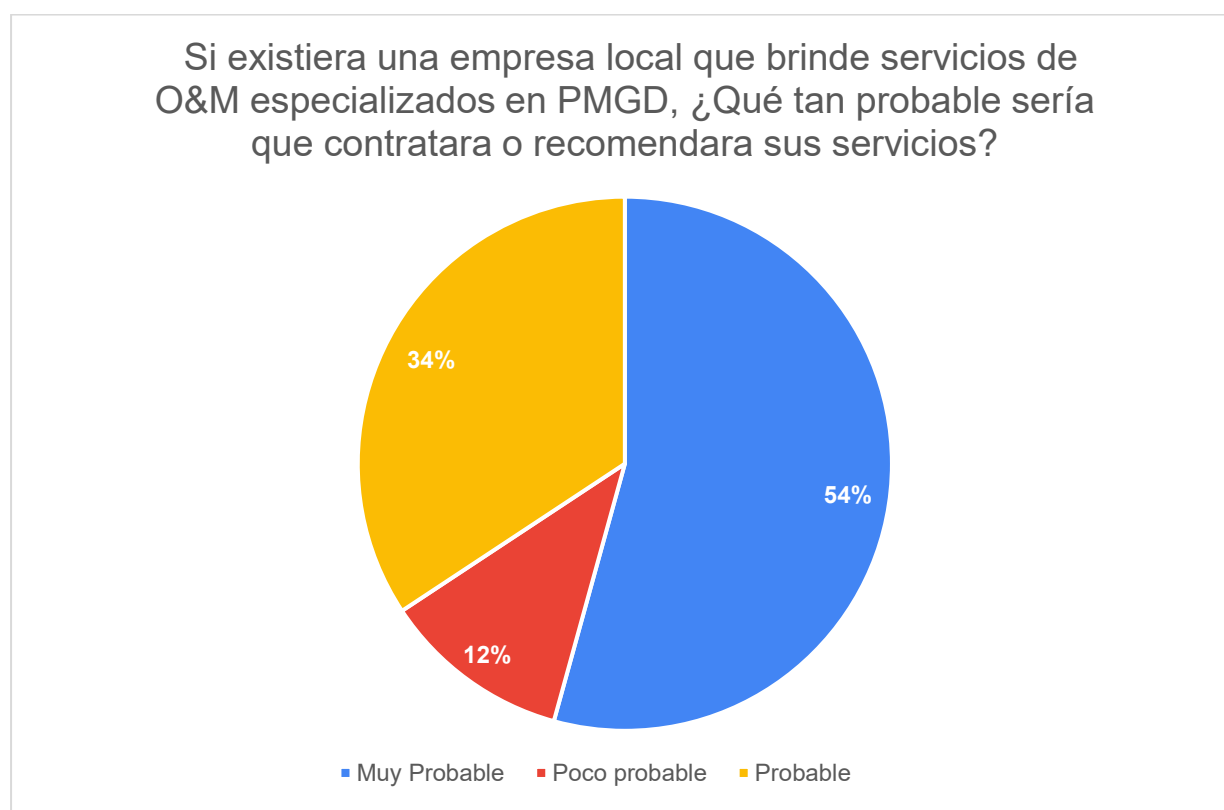
Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025)

Gráfico 2.4: Tipo de mantenimiento considerado más importante

5. Dispuesto a contratar o cambiar de proveedor

El 54% de los encuestados considera muy probable contratar o recomendar una empresa local especializada en servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas PMGD, mientras que un 34 % lo califica como probable y solo un 12 % lo considera poco probable.

Estos resultados reflejan una alta disposición a la contratación de servicios especializados, lo que confirma la existencia de un mercado potencial sólido y una oportunidad competitiva para la creación de PMGDynamics (ver Gráfico 2.5).



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

Gráfico 2.5: Dispuesto a contratar o cambiar de proveedor

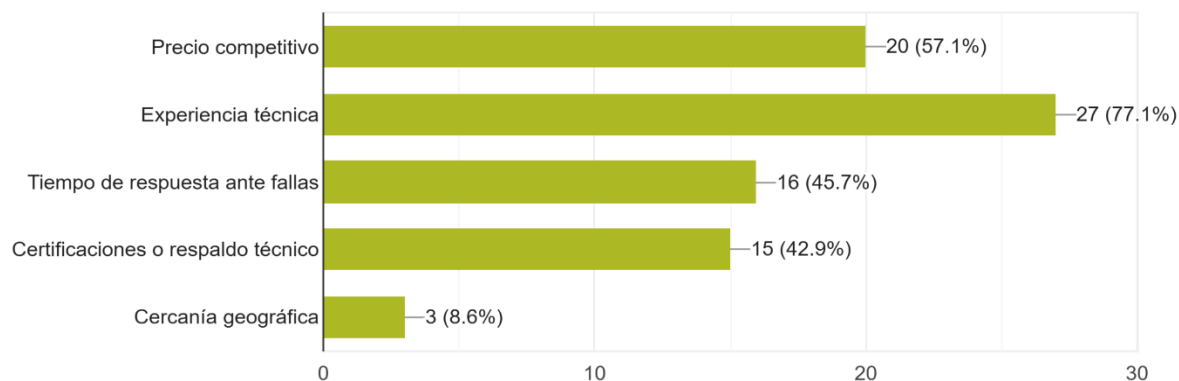
6. Factores determinantes al elegir una empresa de O&M

Esta pregunta fue de opción múltiple y se observa que el 77,1 % de los encuestados considera que la experiencia técnica es el factor más determinante al momento de seleccionar una empresa de operación y mantenimiento (O&M). Le siguen el precio competitivo con un 57,1 %, y el tiempo de respuesta ante fallas con un 45,7 %. En menor medida, un 42,9 % valora las certificaciones o respaldo técnico, mientras que la cercanía geográfica solo fue relevante para el 8,6 % de los participantes.

Estos resultados demuestran que el mercado de servicios O&M para plantas solares PMGD prioriza la competencia técnica y la confiabilidad operativa por sobre la localización o el costo individual, lo que refuerza la necesidad de construir una propuesta de valor basada en la calidad técnica, cumplimiento normativo y tiempos de respuesta garantizados (ver Gráfico 2.6).

¿Qué factores considera más determinantes al elegir una empresa de O&M?

35 respuestas

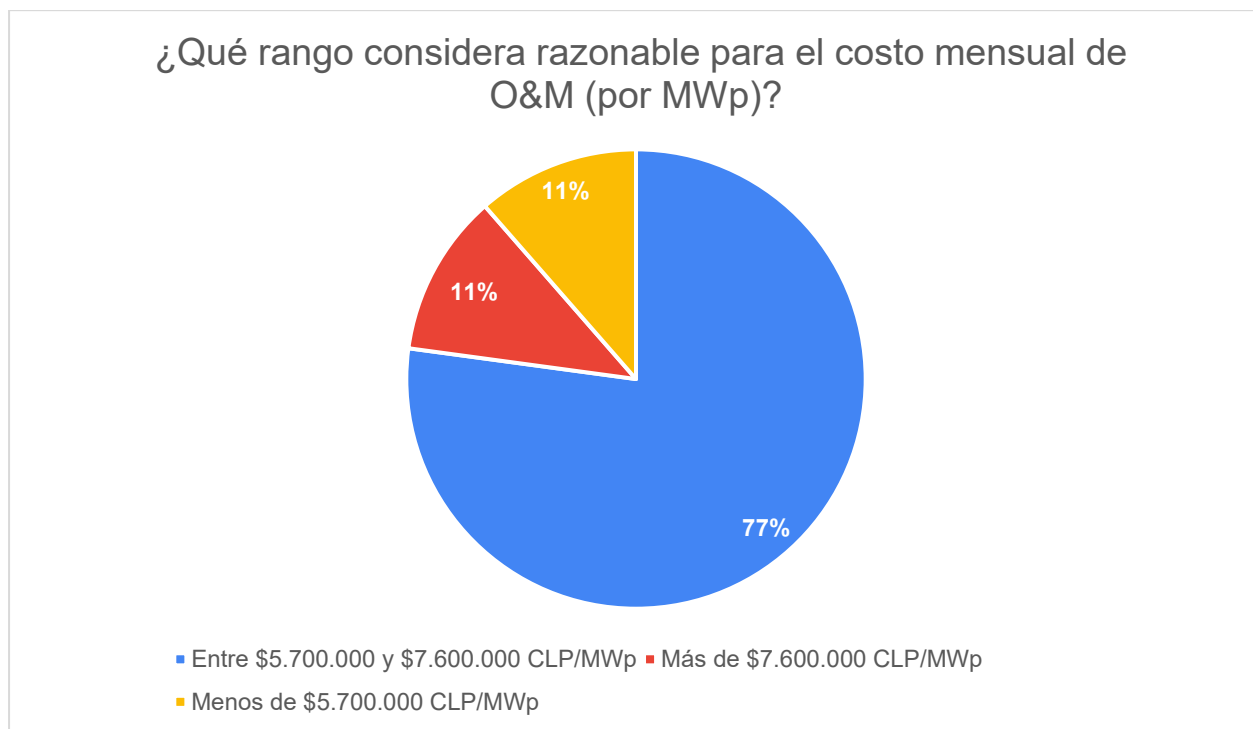


Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

Gráfico 2.6: Factores determinantes al elegir una empresa de O&M

7. Rango de costo mensual razonable (por MWp)

El 77 % de los encuestados considera razonable un costo mensual entre \$5.700.000 y \$7.600.000 CLP por MWp, mientras que el 11 % opta por valores menores y un 12 % por valores superiores (ver Gráfico 2.7).



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

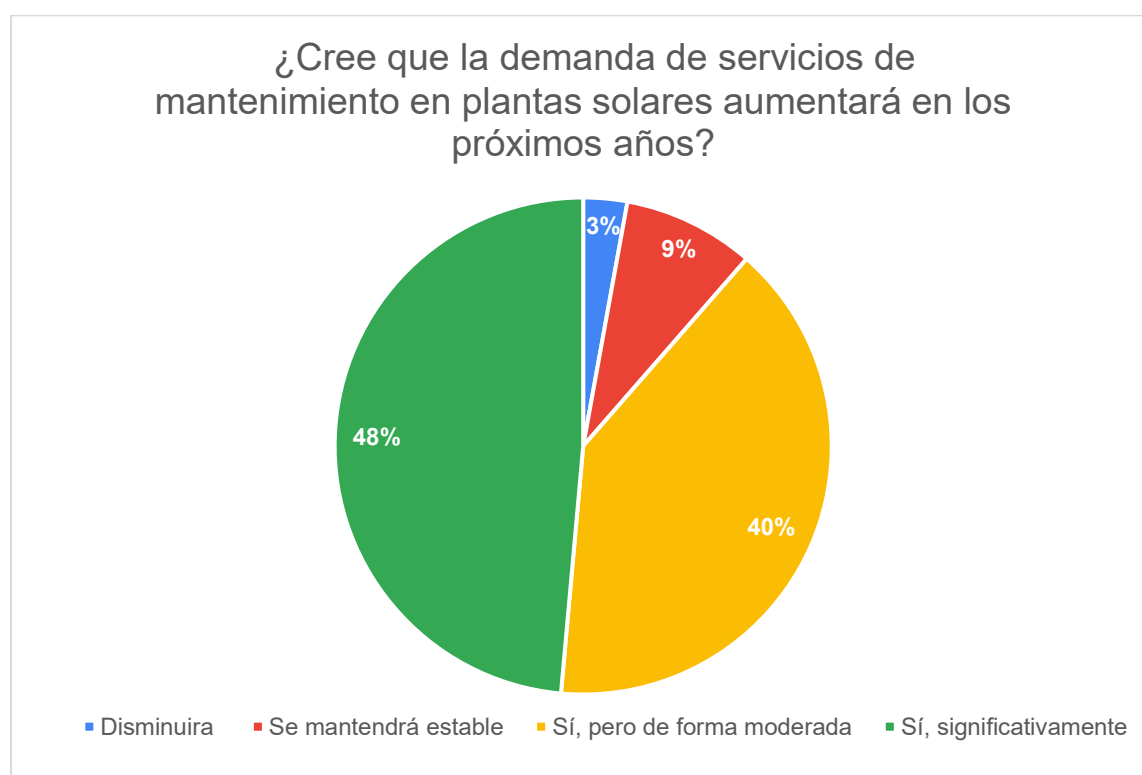
Gráfico 2.7: Rango de costo mensual razonable (por MWp)

8. Expectativas de crecimiento en la demanda de servicios O&M

El 48 % de los encuestados considera que la demanda de servicios de operación y mantenimiento en plantas solares aumentará significativamente durante los próximos años, mientras que un 40 % estima que lo hará de forma moderada. Solo un 9 % cree que la demanda se mantendrá estable, y un 3 % que disminuirá.

Estos resultados reflejan una expectativa positiva y sostenida de expansión del mercado O&M solar, impulsada por el crecimiento del número de plantas PMGD en operación, la incorporación de sistemas de almacenamiento (BESS) y la creciente complejidad técnica de los sistemas fotovoltaicos.

Este panorama permite proyectar un crecimiento estructural en la demanda de servicios especializados (ver Gráfico 2.8).



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

Gráfico 2.8: Expectativas de crecimiento en la demanda de servicios O&M

2.2.3. Proyección de la demanda

Con base en los resultados de la encuesta aplicada y en los antecedentes del Informe Mensual de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) del Coordinador Eléctrico Nacional (marzo de 2025), se elaboró una proyección de la demanda potencial para los servicios de operación y mantenimiento (O&M) especializados en plantas solares fotovoltaicas PMGD.

De acuerdo con la información del CEN, la potencia instalada bajo este régimen asciende a 3.264 MW, de los cuales el 83,4 % corresponde a tecnología solar fotovoltaica (2.722 MW), con más de 1.700 MW adicionales en construcción o conexión.

Esto refleja un crecimiento esperado de aproximadamente 60 % hacia 2028, lo que constituye la base del crecimiento del mercado.

Por su parte, la encuesta aplicada a 35 profesionales del sector energético permitió obtener percepciones relevantes sobre la evolución de la demanda y la intención de contratación de servicios especializados:

- 48 % considera que la demanda de O&M aumentará significativamente en los próximos años.
- 40 % proyecta un aumento moderado, y solo 9 % estima que se mantendrá estable.
- 54 % declaró estar muy dispuesto a contratar una empresa local de O&M especializada en PMGD, mientras que 34 % lo considera probable.
- Además, más del 77 % valoró la experiencia técnica como el factor más determinante al elegir un proveedor.

Estos resultados evidencian una demanda potencial sólida y en expansión, respaldada tanto por el crecimiento físico del parque solar PMGD como por la predisposición del mercado a tercerizar servicios especializados.

Considerando la capacidad actual del mercado, las tendencias observadas y el segmento objetivo definido, PMGDynamics se enfocará inicialmente en la atención de 4 plantas PMGD de gran escala, similares a proyectos como 7 Colores, Illapel, Canesa y Chalinga, cada una con una capacidad promedio de 9 MWp.

Sobre esta base, se plantea una proyección de crecimiento progresivo durante los próximos seis años, donde la empresa incrementará gradualmente su participación dentro del mercado O&M PMGD (ver Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Proyección de demanda de servicios O&M especializados (2025–2030)

Año	Capacidad total PMGD (MW)	Participación estimada de PMGDynamics (%)	MW atendidos	N.º estimado de plantas atendidas (≈9 MWp c/u)
1	3.264	1,1	36	4
2	3.590	1,6	57	6
3	3.949	2,3	91	10
4	4.344	2,8	122	13
5	4.778	3,4	162	18
6	5.255	4	210	23

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta aplicada (LinkedIn, 2025).

Para cada planta solar PMGD gestionada por PMGDynamics se ofrecerá un servicio integral de operación y mantenimiento (O&M). Este servicio abarcará labores de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, orientadas a garantizar la continuidad operativa y el máximo rendimiento de las instalaciones.

Además, cada planta contará con uno o dos ciclos anuales de limpieza de módulos fotovoltaicos, realizados por una empresa externa especializada, bajo la coordinación y supervisión directa de PMGDynamics.

El servicio también incluirá monitoreo remoto permanente de los principales parámetros eléctricos y de generación, junto con la emisión de informes técnicos mensuales. Dichos informes permitirán evaluar la eficiencia, la disponibilidad y el desempeño energético de cada planta.

La participación de mercado proyectada para PMGDynamics se calculó a partir de la relación entre la potencia total de plantas atendidas por la empresa y la capacidad instalada total del segmento PMGD solar en Chile durante cada año del horizonte de evaluación.

Para el primer año de operación (2025), se considera la atención de cuatro plantas solares PMGD de gran escala, con una potencia promedio de 9 MWp, totalizando 36 MW atendidos sobre una capacidad instalada nacional de 3.264 MW, lo que equivale a una participación de 1,1 %. Durante los años siguientes, se proyecta un crecimiento progresivo en el número de plantas

atendidas, en coherencia con el aumento de la capacidad instalada nacional estimada por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y con los resultados de la encuesta aplicada.

En consecuencia, los porcentajes de participación aumentan de 1,1 % en el primer año a 4,0 % en el sexto año, lo que refleja un escenario de expansión realista y sostenible para una empresa emergente en el rubro O&M solar. Esta tendencia confirma la viabilidad de crecimiento de PMGDynamics, sustentada en la disponibilidad de mercado, la predisposición a la contratación de servicios especializados y el crecimiento estructural del parque PMGD fotovoltaico nacional.

2.3. VARIABLES QUE AFECTAN A LA DEMANDA.

La demanda de servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas solares PMGD está influenciada por diversos factores económicos, técnicos y regulatorios. Entre los más relevantes se encuentran:

Precio del servicio

El precio constituye una de las variables más determinantes en la decisión de contratación de servicios O&M. Una reducción en las tarifas puede estimular la demanda, particularmente en plantas de menor escala que operan con márgenes ajustados. No obstante, en este tipo de mercado, los clientes no solo valoran el costo, sino también la calidad, la experiencia técnica y la confiabilidad del servicio. Por ello, la demanda muestra una elasticidad moderada al precio, manteniéndose estable cuando los valores son coherentes con la calidad y el cumplimiento normativo ofrecido.

Rentabilidad del proyecto

La rentabilidad que obtienen los propietarios de plantas solares PMGD a partir de la venta de energía es un factor determinante en su disposición a contratar servicios especializados. Cuando los precios estabilizados de energía se mantienen favorables o las condiciones de operación son óptimas, existe una mayor disposición a invertir en mantenimiento preventivo y predictivo. En cambio, si los ingresos disminuyen debido a restricciones de inyección, curtailments o variaciones en el costo marginal, la demanda tiende a reducirse de manera temporal. En este sentido, la situación económica de los clientes está directamente relacionada con el volumen de servicios contratados.

Factores normativos y regulatorios

El marco regulatorio chileno, encabezado por el Decreto Supremo N°88/2019 y la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL N°4/2006), establece obligaciones en materia de seguridad, operación y disponibilidad para los medios de generación conectados al sistema eléctrico. Estas exigencias, junto con la fiscalización de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), incrementan la demanda de servicios O&M formales y certificados, ya que los propietarios deben asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes. Por tanto, la regulación actúa como un motor constante de demanda, impulsando la necesidad de contar con empresas especializadas que garanticen la trazabilidad y la conformidad técnica de las operaciones.

Complejidad tecnológica de las plantas

La evolución tecnológica de los proyectos PMGD, caracterizada por la incorporación de sistemas de seguimiento solar (trackers), almacenamiento energético (BESS) y plataformas de monitoreo remoto (SCADA), ha incrementado significativamente la demanda de servicios técnicos avanzados. Estas tecnologías requieren personal altamente calificado, mantenimiento predictivo y análisis continuo de desempeño.

Condiciones climáticas y ambientales

Las condiciones ambientales son un factor determinante en la frecuencia y tipo de mantenimiento requerido. En regiones con alta irradiancia y presencia de polvo, se produce una mayor acumulación de suciedad sobre los módulos fotovoltaicos, lo que disminuye su eficiencia y obliga a realizar limpiezas más frecuentes y controles termográficos adicionales.

Políticas públicas y expansión del mercado solar

Las políticas energéticas impulsadas por el Estado chileno, orientadas a la transición energética, la descarbonización y la promoción de energías renovables, han incentivado la instalación de un número creciente de proyectos PMGD en el país. Instrumentos como el régimen de precio estabilizado (D.S. N°88/2019) y los compromisos de carbono neutralidad al 2050 generan un entorno favorable para la inversión privada y la expansión del sector solar. En consecuencia, el incremento sostenido de plantas en operación se traduce en una demanda

creciente y sostenida de servicios de O&M especializados, capaces de garantizar la continuidad y eficiencia del sistema energético.

2.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA.

2.4.1. Oferta actual

Hasta hace pocos años, la oferta de servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas fotovoltaicas de pequeña y mediana escala en Chile era limitada. Muchos proyectos PMGD se gestionaban con esquemas básicos o personal poco especializado, lo que derivó en brechas de mantenimiento y fallas recurrentes en varios parques antiguos. Este escenario abrió espacio para proveedores especializados que incorporan mejores prácticas, digitalización y cobertura territorial estratégica.

Empresas nacionales especializadas en O&M solar

En los últimos 3 - 5 años han surgido compañías locales enfocadas exclusivamente en O&M fotovoltaico, varias de ellas centradas en el segmento PMGD. Estas empresas han contribuido a profesionalizar el servicio, incorporar tecnología de monitoreo y ampliar la cobertura regional:

- ECR Solar: Fundada en 2022 con foco explícito en O&M de PMGD. Inició operaciones en la Región Metropolitana, O'Higgins y Valparaíso, y anunció planes de expansión hacia el norte, alineándose con los principales clústeres de PMGD.
- Delta Activos: Declara más de 150 MW en contratos PMG/PMGD. Desarrolló la plataforma D-PLUS para monitoreo multimarca (inversores, dataloggers y EMAs), reforzando la digitalización y trazabilidad del servicio.
- OEnergy: Opera y mantiene más de 60 plantas PMGD, propias y de terceros. Utiliza una interfaz SCADA personalizada basada en Ignition, desarrollada internamente, y ejecuta mantenimientos preventivos y correctivos sistemáticos.
- IEnergía: Ofrece servicios EPC y O&M con catálogo específico para PMGD, integrando ingeniería, operación y mantenimiento en una sola propuesta.

La presencia de grandes generadoras en el segmento PMGD sigue siendo acotada. En general, este nicho es atendido por empresas medianas y especializadas, más que por utilities tradicionales, lo que refuerza el carácter técnico y ágil del mercado (ver Tabla 2.2).

Tabla 2.2: Comparación de la oferta de servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas solares

Empresa	Enfoque principal	Monitoreo remoto	Mantenimiento	Termografía (incluye dron)	Tipo de reportes	Diferenciación clave	Segmento objetivo
ECR Solar	O&M mediante servicios paquetizados	Sí	Preventivo y correctivo	Incluida según plan contratado (uso de dron asociado)	Operacionales estándar	Estandarización y analítica	Plantas FV de distinto tamaño
OEnergy	Operación integral del activo	Sí (SCADA propio)	Preventivo y correctivo	Puntual, según contingencia	Operacionales	Operación integral y seguridad	Portafolios multiproyecto
Delta Activos	Gestión técnica y financiera de activos	Sí	Preventivo, correctivo y modernización	Definida contractualmente (incluye dron)	Técnicos y financieros	Gestión del ciclo de vida del activo	Inversionistas y propietarios
PMGDynamics	Especialización técnica en PMGD	Sí, enfocado en desempeño energético	Preventivo, correctivo y predictivo	Programada periódicamente mediante dron y equipos portátiles	Técnicos detallados (PR, disponibilidad, pérdidas)	Optimización del rendimiento energético PMGD	Plantas solares PMGD

Fuente: Elaboración propia

El cuadro comparativo muestra que las empresas analizadas cuentan con propuestas consolidadas dentro del mercado de servicios O&M fotovoltaico, aunque con enfoques diferenciados. Mientras ECR Solar estructura su oferta mediante servicios paquetizados apoyados en analítica de datos, OEnergy prioriza una operación integral del activo incorporando plataformas SCADA propias y sistemas de seguridad. Por su parte, Delta Activos presenta una propuesta orientada a la gestión técnica y financiera del activo, incluyendo actividades de modernización y aseguramiento.

En contraste, PMGDynamics se diferencia por una especialización técnica exclusiva en plantas solares PMGD, enfocando su propuesta en el análisis del desempeño energético, la identificación de pérdidas y la optimización de indicadores técnicos como el Performance Ratio (PR) y la disponibilidad operativa, entregando un servicio altamente focalizado en la eficiencia y rentabilidad de este segmento.

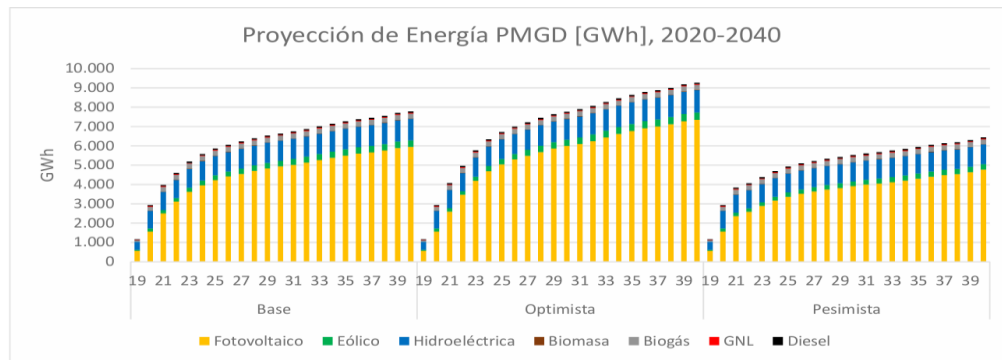
2.4.2. Oferta futura

De acuerdo con un estudio realizado por el Coordinador Eléctrico Nacional (2021), la capacidad instalada de proyectos PMGD en Chile muestra una tendencia de crecimiento sostenido, impulsada principalmente por la tecnología solar fotovoltaica, la cual representa más del 60 % del total de proyectos actualmente en operación. El escenario base proyecta que la

capacidad instalada de PMGD podría superar los 4.000 MW hacia el año 2040, concentrándose entre las regiones de Atacama y O'Higgins, zonas caracterizadas por su alta irradiancia solar y la mayor densidad de conexión al sistema de distribución.

El informe también resalta que el nuevo Reglamento D.S. N°88/2020, junto con los incentivos regulatorios vigentes, fomenta una mayor eficiencia y rapidez en los procesos de conexión, beneficiando directamente a los desarrolladores de proyectos fotovoltaicos. Asimismo, se espera que la tecnología solar mantenga su liderazgo dentro del régimen PMGD, desplazando progresivamente la participación de otras fuentes como la hidráulica o térmica.

Este crecimiento proyectado implica un incremento significativo en la demanda de servicios especializados de operación y mantenimiento (O&M), necesarios para garantizar la continuidad operativa, la eficiencia energética y el cumplimiento normativo de las plantas solares. En consecuencia, el escenario futuro del mercado presenta una oportunidad sostenida de expansión para empresas dedicadas al O&M del segmento PMGD, tales como PMGDynamics, cuya especialización técnica permitirá responder a las exigencias de un mercado en consolidación y con proyección de crecimiento a largo plazo (ver Figura 2.7).



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional (2021). Proyección de Generación Distribuida. Periodo 2020–2040. Santiago, Chile.

Figura 2.7: Proyección de Energía PMGD en el SEN, periodo 2020-2040.

2.5. COMPORTAMIENTO DEL MERCADO

El mercado de servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas solares fotovoltaicas en Chile ha mostrado un crecimiento sostenido durante la última década, impulsado por la expansión de los Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) y el fortalecimiento de la política nacional de energías renovables.

En los primeros años, la oferta se concentraba en servicios básicos de mantenimiento correctivo y limpieza de módulos. Sin embargo, con el aumento del número de plantas solares en operación, surgió la necesidad de profesionalizar el mantenimiento, incorporando monitoreo remoto, reportes técnicos y cumplimiento normativo exigido por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Actualmente, el mercado se encuentra en una etapa de consolidación, con tendencia hacia la digitalización y el mantenimiento predictivo, utilizando tecnologías como drones, sistemas SCADA y plataformas de análisis de datos. A nivel nacional, existen más de 3.200 MW de capacidad PMGD instalada, y se proyecta superar los 4.000 MW hacia 2040, lo que representa un crecimiento constante en la demanda de servicios O&M especializados.

El perfil de los clientes ha cambiado notablemente. Hoy, muchos dueños de plantas PMGD, como fondos de inversión o desarrolladores, buscan un servicio de O&M más profesional y transparente. Ya no basta con mantener la planta funcionando: ahora se exige información clara y periódica sobre su rendimiento. Los clientes valoran reportes técnicos detallados, indicadores como el Performance Ratio (PR), la disponibilidad, las pérdidas de energía y registros documentados de cada actividad de mantenimiento. Esto ha elevado el estándar que deben cumplir las empresas proveedoras.

En los próximos años, el mercado será más competitivo y exigente. Aunque seguirán apareciendo nuevos actores, las condiciones técnicas, regulatorias y de desempeño favorecerán a las empresas con experiencia, capacidad técnica y soluciones innovadoras. Además, es probable que las compañías más sólidas absorban a las más pequeñas, dando lugar a un mercado más concentrado, profesional y tecnológicamente avanzado.

2.5.1. Análisis FODA

2.5.1.1 Análisis Interno

Fortalezas

- ⇒ Equipo técnico especializado en operación y mantenimiento de plantas fotovoltaicas, con experiencia en diagnóstico, monitoreo y mantenimiento correctivo y preventivo.
- ⇒ Uso de herramientas tecnológicas avanzadas para el control y seguimiento de los activos (SCADA, drones para termografía, análisis de datos y reportes).
- ⇒ Capacidad de respuesta rápida y eficiente ante fallas, gracias a una estructura operativa flexible.
- ⇒ Enfoque en la calidad del servicio, priorizando la trazabilidad, la transparencia y la comunicación técnica con el cliente.

Debilidades

- ⇒ Alta concentración de proveedores en la Región Metropolitana, lo que complica la entrega de servicios en regiones más alejadas del país.
- ⇒ Baja estandarización técnica y normativa en los procedimientos de mantenimiento que aplican las distintas empresas del sector.
- ⇒ Falta de integración entre los sistemas de monitoreo, control operativo y gestión administrativa.

2.5.1.2 Análisis externo

Oportunidades

- ⇒ Crecimiento proyectado de más de 4.000 MW de capacidad instalada solar PMGD hacia 2040, lo que amplía la demanda de servicios especializados.
- ⇒ Políticas públicas favorables y compromisos nacionales de carbono-neutralidad al 2050, que fomentan la inversión en energías limpias.
- ⇒ Desarrollo de tecnologías de mantenimiento predictivo, digitalización avanzada y automatización, que ofrecen ventajas competitivas a las empresas innovadoras.
- ⇒ Incorporación de sistemas de almacenamiento energético (BESS) y soluciones híbridas que diversifican los servicios de O&M.

Amenazas

- ⇒ Ingreso de nuevos competidores nacionales e internacionales, que podría generar una saturación del mercado y presionar los precios.
- ⇒ Cambios regulatorios o modificaciones al régimen PMGD que afecten la estabilidad de los contratos y la rentabilidad de las plantas.
- ⇒ Riesgos operacionales asociados a condiciones climáticas extremas (polvo, lluvias, heladas), que dificultan la planificación y ejecución de mantenimientos.
- ⇒ Escasez temporal de personal técnico calificado debido al rápido crecimiento del sector y la alta demanda de especialistas.
- ⇒ Dependencia del régimen de precios estabilizados (D.S. N°88/2019), que puede afectar la rentabilidad y estabilidad del mercado O&M.

2.5.2. Estrategias del análisis FODA

Estrategias FO (Fortalezas + Oportunidades)

- ⇒ Aprovechar el equipo técnico especializado y el uso de herramientas tecnológicas para atender el crecimiento proyectado del mercado PMGD y la mayor demanda de servicios O&M.
- ⇒ Incorporar servicios de mantenimiento predictivo y monitoreo avanzado, alineados con el desarrollo tecnológico y las políticas de transición energética.
- ⇒ Diversificar los servicios de O&M mediante la incorporación futura de soluciones asociadas a sistemas de almacenamiento energético (BESS).

Estrategias DO (Debilidades + Oportunidades)

- ⇒ Reducir la concentración operativa en la Región Metropolitana mediante alianzas con técnicos y proveedores locales, aprovechando la expansión del mercado PMGD en regiones.
- ⇒ Mejorar la estandarización técnica y normativa mediante la adopción de tecnologías digitales y automatización de procesos.
- ⇒ Integrar los sistemas de monitoreo, operación y gestión administrativa utilizando plataformas digitales disponibles en el mercado.

Estrategias FA (Fortalezas + Amenazas)

- ⇒ Diferenciarse frente a nuevos competidores a través de un servicio de alta calidad, con trazabilidad, monitoreo continuo y comunicación técnica permanente con los clientes.
- ⇒ Utilizar la capacidad de respuesta rápida y la estructura operativa flexible para enfrentar riesgos operacionales y eventos climáticos adversos.
- ⇒ Fortalecer la relación con los clientes mediante reportes técnicos claros que respalden el valor del servicio frente a presiones de precio.

Estrategias DA (Debilidades + Amenazas)

- ⇒ Implementar un crecimiento gradual y controlado para reducir el impacto de cambios regulatorios y la presión competitiva del mercado.
- ⇒ Estandarizar procedimientos internos para disminuir riesgos operativos y dependencia de prácticas externas poco homogéneas.
- ⇒ Planificar la gestión de recursos humanos para mitigar la escasez temporal de personal técnico calificado.

2.6. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES.

La determinación de los niveles de precio para los servicios de Operación y Mantenimiento (O&M) en plantas solares fotovoltaicas bajo el régimen de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) se fundamenta en la estructura de costos operativos, el alcance de los servicios contratados, el tamaño de los proyectos y las condiciones de competencia del mercado. En Chile, actualmente no existen tarifas públicas estandarizadas para este tipo de servicios, por lo que los precios se establecen de acuerdo con las condiciones técnicas de cada planta, la ubicación geográfica y las garantías de desempeño comprometidas en contrato.

Según antecedentes de contratos reales de O&M vigentes en el mercado nacional, los costos mensuales promedio se sitúan entre 7,5 y 7,7 USD por kWp, equivalentes aproximadamente a 0,181–0,185 UF por kWp, considerando el valor de la UF al 26 de octubre de 2025 (\$39.572,19). Esto corresponde a un costo medio de alrededor de $\approx 181\text{--}185$ UF/MWp mensual, que incluye actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, limpieza programada de módulos, monitoreo remoto, gestión administrativa y elaboración de reportes técnicos. Dicho

rango representa una referencia realista y actualizada del mercado chileno de O&M fotovoltaico para plantas PMGD (ver Tabla 2.3).

Tabla 2.3: Referencia de costos O&M para plantas solares PMGD

Concepto	Unidad	Valor USD	Equivalente UF	Observaciones
Servicio O&M mensual (planta tipo PMGD)	USD/kWp mensual	7,55 – 7,71	0,181 – 0,185 UF/kWp≈ 181 – 185 UF/MWp	Mantenimiento integral, limpieza, monitoreo remoto y reportes técnicos.
Limpieza de módulos	USD/MWp	1.020	24,5 UF/MWp por evento	Costo por limpieza
Ingeniero O&M	USD/h	32,60	0,78 UF/h	Supervisión técnica, gestión y coordinación de campo.
Técnico eléctrico HV	USD/h	28,80	0,69 UF/h	Mantenimiento en media tensión e inversores.
Técnico eléctrico LV	USD/h	24,00	0,58 UF/h	Actividades en baja tensión y sistemas de control.
Mecánico de campo	USD/h	15,40	0,37 UF/h	Apoyo en estructuras, conectores y componentes mecánicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de contratos O&M vigentes en Chile (2024–2025).

2.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN.

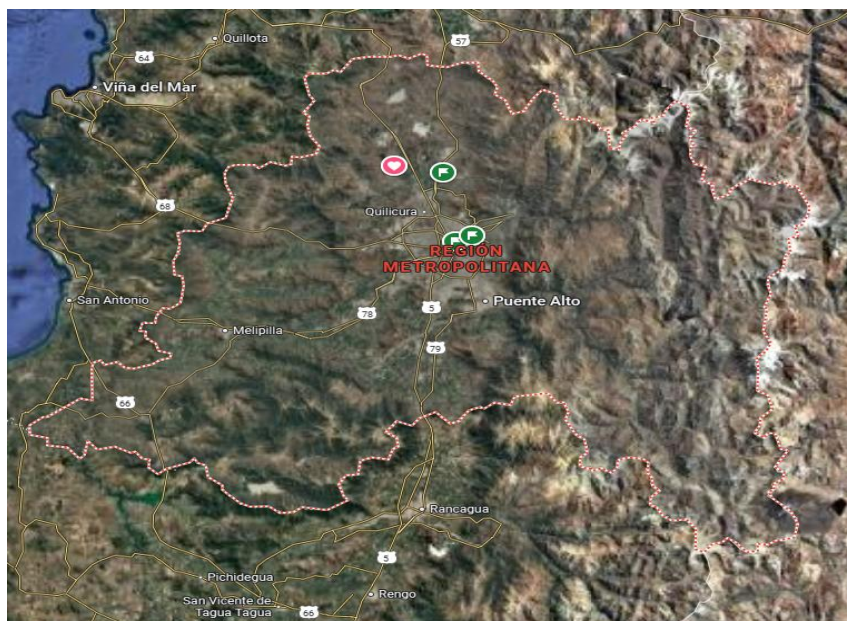
2.7.1. Macro localización

La empresa se ubicará en la Región Metropolitana de Santiago, por ser el principal centro económico, industrial y logístico del país, donde convergen las principales redes de transporte, instituciones públicas y empresas del sector energético. Esta región posee una posición geográfica estratégica que permite una conexión directa con las zonas de mayor concentración de proyectos solares PMGD, lo que la convierte en un punto clave para la gestión y coordinación de servicios de operación y mantenimiento.

Cabe destacar que la zona centro-norte de Chile, comprendida entre las regiones de Atacama y O'Higgins, concentra la mayor cantidad de plantas solares PMGD en operación y desarrollo del país. Según información del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN, 2024) y la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2023), más del 70 % de la capacidad instalada del régimen PMGD se ubica en estas regiones, debido a su alta irradiancia solar, la disponibilidad de infraestructura eléctrica de media tensión y la facilidad de conexión al sistema de distribución. Esta concentración geográfica de proyectos posiciona a Santiago como un punto estratégico para centralizar la gestión técnica y logística de las operaciones.

Desde el punto de vista operativo, la Región Metropolitana ofrece ventajas significativas en materia de conectividad, infraestructura y servicios complementarios, lo que permite optimizar la gestión de recursos y reducir los tiempos de desplazamiento hacia las plantas fotovoltaicas atendidas. Además, su red vial compuesta por la Ruta 5 Norte-Sur, la Autopista del Sol y la Costanera Norte facilita el acceso a las principales zonas donde se ubican los parques solares, garantizando eficiencia en la planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

En el ámbito laboral, Santiago dispone de una amplia oferta de profesionales y técnicos especializados en áreas relacionadas con la energía y la industria, lo que asegura la disponibilidad de personal calificado para las labores de operación, monitoreo y mantenimiento. Esta ventaja competitiva contribuye a fortalecer la capacidad técnica de la empresa y su potencial de expansión hacia las regiones donde se concentra la generación fotovoltaica (ver Figura 2.8).



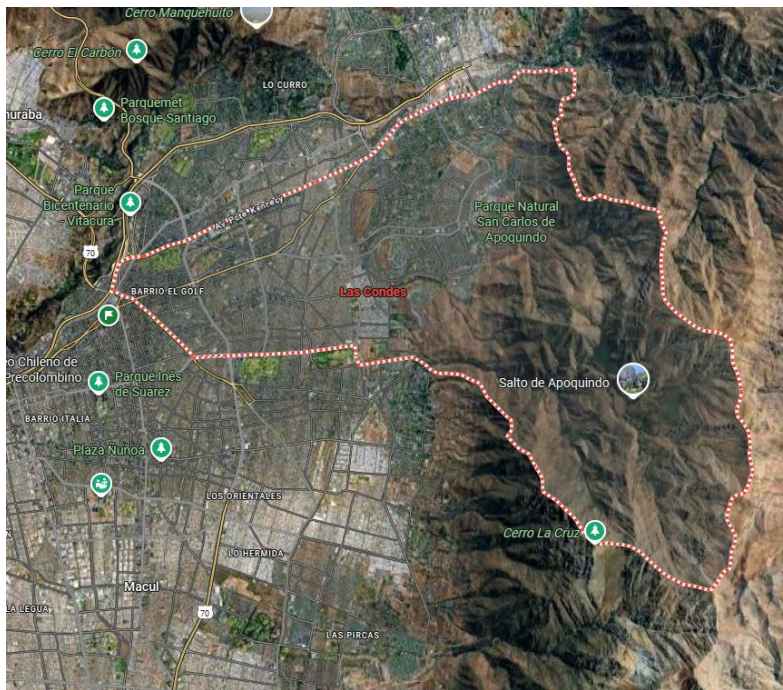
Fuente: Google Maps, Satélite.

Figura 2.8: Imagen satelital de la Región Metropolitana

2.7.2. Micro localización

Dentro de la Región Metropolitana, la empresa proyecta establecer su sede en la comuna de Las Condes, en el sector oriente de Santiago. Esta zona se caracteriza por su alta conectividad, infraestructura moderna y concentración de empresas del rubro energético, ingenierías, contratistas y firmas tecnológicas vinculadas al desarrollo de energías renovables (ver Figura 2.9). El emplazamiento en Las Condes ofrece ventajas estratégicas relevantes:

- Acceso directo a transporte público, con cercanía a estaciones de metro y principales vías urbanas (Av. Apoquindo, Av. Las Condes, Costanera Norte).
- Entorno empresarial consolidado, con disponibilidad de servicios financieros, coworks, salas de reunión y proveedores especializados.
- Imagen corporativa sólida, acorde a una empresa tecnológica orientada a la gestión de activos fotovoltaicos.
- Disponibilidad de espacios de oficina en arriendo, con superficies adaptables a las necesidades de monitoreo remoto y administración centralizada.



Fuente: Google Maps, Satélite.

Figura 2.9: Imagen satelital de la comuna de Las Condes

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA.

3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA.

3.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS

Según la Guía de Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos del Ministerio de Energía, un plan de O&M debe considerar tres pilares fundamentales:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento predictivo

Además de actividades transversales de seguridad, documentación y monitoreo continuo.

Con base en estos lineamientos, se describen y seleccionan los procesos operativos que estructurarán el funcionamiento de la empresa PMGDynamics.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se orienta a evitar fallas, prolongar la vida útil de los equipos y asegurar la disponibilidad operacional. La guía establece que estas actividades deben ejecutarse de manera programada para mantener la generación, reducir tiempos de inactividad y evitar fallas de alto costo.

Actividades principales:

- Inspección visual de módulos, strings, conectores MC4 y estructuras.
- Mediciones de aislamiento y continuidad conforme a IEC 62446.
- Limpieza de módulos según condiciones ambientales (suciedad, polvo, polen).
- Revisión mecánica y eléctrica de inversores, transformadores y combiner box.
- Verificación del sistema de puesta a tierra (SPT) y continuidad equipotencial.
- Revisión de protecciones eléctricas y tablero general.

Este proceso es indispensable para asegurar un alto rendimiento, una mayor disponibilidad y una vida útil superior a 20 años en los sistemas FV

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo corresponde a acciones realizadas frente a fallas detectadas mediante monitoreo o inspección. La guía detalla que estas intervenciones deben seguir

protocolos claros, considerando seguridad eléctrica, procedimientos de bloqueo/etiquetado (LOTO) y análisis del origen de la falla.

Actividades principales:

- Diagnóstico de fallas a distancia mediante SCADA.
- Visita a terreno para identificación puntual del problema.
- Reemplazo de fusibles, conectores, interruptores o componentes dañados.
- Corrección de fallas por aislación, fallas a tierra o strings apagados.
- Verificación final del funcionamiento tras la reparación.

Este debe minimizar riesgos, asegurar tiempos de reacción adecuados y evitar que las fallas se propaguen o afecten la seguridad eléctrica del sistema FV.

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo utiliza tecnología avanzada para identificar fallas antes de que se manifiesten. La guía recomienda aplicar termografía, curvas I–V y análisis térmico para detectar anomalías invisibles a simple vista.

Actividades principales:

- Termografías aéreas con dron para identificar hotspots, PID, roturas o suciedad excesiva.
- Termografías manuales en tableros, inversores y transformadores.
- Pruebas I–V para comprobar degradación de módulos o strings.
- Evaluación de tendencias de rendimiento y anomalías de temperatura.

El uso de técnicas predictivas permite reducir intervenciones correctivas, evitar daños mayores y mejorar la continuidad operacional del sistema FV

Limpieza de módulos fotovoltaicos

La guía dedica un apartado completo a la limpieza, señalando que la acumulación de polvo, suciedad o polen puede generar pérdidas del 10–25 % y ocasionar hotspots.

Actividades principales:

- Limpieza manual o semiautomática con agua desmineralizada.
- Cepillos de cerdas suaves o telescópicos según recomendaciones.
- Evitar agua a muy baja temperatura sobre módulos calientes.
- Programación de limpieza según época del año y condiciones del sitio.

La limpieza frecuente durante meses de mayor radiación aumenta significativamente la producción y reduce pérdidas por suciedad.

Monitoreo y operación remota

El monitoreo continuo de la planta permite supervisar el funcionamiento del sistema, detectar alarmas y gestionar la operación diaria.

Incluye:

- Supervisión de parámetros eléctricos mediante SCADA.
- Identificación de alarmas y eventos relevantes.
- Revisión de indicadores de desempeño como PR, disponibilidad y energía generada.
- Comparación entre producción real y estimada.
- Gestión de maniobras con la distribuidora o el CEN cuando sea necesario.

Este proceso asegura la detección temprana de posibles fallas y permite tomar decisiones oportunas para mantener la operación estable de la planta.

Gestión administrativa y normativa

Este proceso agrupa todas las actividades documentales y de control necesarias para garantizar la trazabilidad, la seguridad y el cumplimiento de la normativa aplicable.

Entre las principales tareas se incluyen:

- Elaboración de informes mensuales de operación y mantenimiento.
- Registro de actividades mediante checklists y bitácoras.
- Gestión de garantías de equipos.
- Actualización de planos, manuales y documentación técnica.
- Coordinación con clientes, CEN y distribuidoras.

Este proceso permite mantener un seguimiento completo y ordenado de la operación, asegurando el cumplimiento de los estándares exigidos para plantas PMGD.

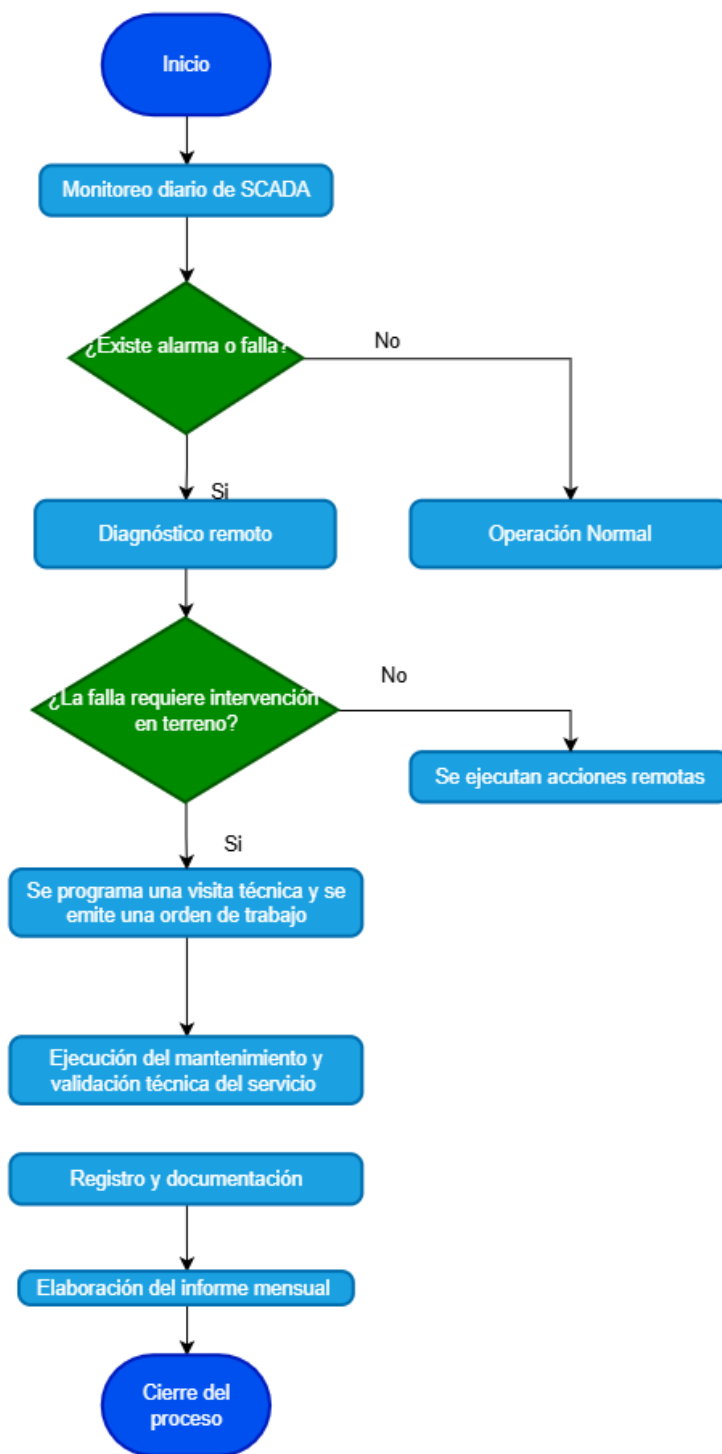
3.2. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo correspondiente al proceso de operación y mantenimiento (O&M) representa la secuencia de actividades que conforman la gestión técnica de una planta solar PMGD. Esta estructura permite visualizar los pasos necesarios para supervisar el estado del sistema, identificar desviaciones, planificar acciones y ejecutar mantenimientos. Garantizando un control eficiente, oportuno y documentado en cada etapa.

El flujo operativo comienza con la recepción diaria de la información proveniente del sistema SCADA, a partir de la cual se monitorean los parámetros eléctricos y ambientales para detectar posibles eventos como fallas de inversor, strings desconectados, baja aislación, sobre temperatura o problemas de comunicación, entre otros. Ante la identificación de una anomalía, se realiza un diagnóstico remoto que determina si la falla puede resolverse de forma inmediata o si requiere una intervención en terreno. En este último caso, se emite la orden de trabajo correspondiente y se ejecuta el tipo de mantenimiento adecuado (preventivo, correctivo o predictivo) según el diagnóstico técnico.

Tras la intervención, se verifican los parámetros eléctricos para confirmar las condiciones normales de operación. Las actividades realizadas se registran en el sistema de gestión y se integran en el informe mensual de O&M. Finalmente, toda la información se archiva para asegurar la trazabilidad del proceso y permitir análisis futuros, cerrando así el ciclo operativo (ver Figura 3.1).

A continuación, se presenta la descripción formal del flujo operativo:



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.1: Flujo Operativo del Proceso de O&M

3.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS.

La selección del equipamiento técnico para PMGDynamics se ha realizado bajo criterios de alta disponibilidad, precisión metrológica y seguridad operacional. Considerando que las plantas PMGD modernas operan con tensiones de hasta 1.500 V DC, se han priorizado instrumentos con categoría de sobretensión CAT III 1500 V y herramientas certificadas, garantizando el cumplimiento de la normativa de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y los estándares internacionales IEC.

A continuación, se detalla el equipamiento seleccionado dividido por categorías operativas:

Equipos de diagnóstico y medición

Estos equipos permiten identificar fallas, medir parámetros eléctricos y evaluar el rendimiento de los módulos y strings fotovoltaicos.

- Cámara termográfica profesional ($\geq 320 \times 240$ px, rango $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $650\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Utilizada para detectar hotspots, PID, conexiones defectuosas y puntos de sobrecalentamiento, conforme a guías de mantenimiento predictivo del Ministerio de Energía e IRENA (ver Figura 3.2).



Fuente: FLUKE (sitio web)

Figura 3.2: Cámara termográfica Fluke TiS60+

- Dron con cámara térmica integrada.

Permite realizar termografías aéreas en plantas PMGD de gran escala, reduciendo tiempos de diagnóstico y cubriendo superficies mayores a 6–9 MWp por inspección (ver Figura 3.3).



Fuente: DJI STORE (sitio web)

Figura 3.3: Drone DJI Mavic 3 Thermal

- Medidor de curvas I–V.

Esencial para evaluar degradación, mismatch, fallas internas de módulos y rendimiento real respecto a STC, conforme a IEC 61829 (ver Figura 3.4).



Fuente: METREL (sitio web)

Figura 3.4: Analizador MI 3116 PV X

- Megóhmetro para pruebas de aislamiento AC/DC.

Requerido para verificar la resistencia de aislación de strings, cables y equipos según la norma IEC 62446-1 (ver Figura 3.5).



Fuente: Megger (sitio web)

Figura 3.5: Comprobador de aislamiento Megger MIT2500

- Multímetros TRMS CAT III–IV y pinzas amperimétricas AC/DC.

Para mediciones eléctricas en strings, combiner box e inversores (ver Figura 3.6).



Fuente: IMPROTEK (sitio web)

Figura 3.6: Fluke 393 FC, Pinza Amperimétrica

- Piranómetro portátil o sensor de irradiancia.

Útil para evaluar la irradiancia instantánea durante pruebas de campo y calibraciones (ver Figura 3.7).



Fuente: OCEANPROO (sitio web)

Figura 3.7: Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II

Equipos de mantenimiento preventivo y correctivo

- Herramientas dieléctricas certificadas.

Juego completo de llaves, destornilladores, alicates y herramientas aisladas según IEC 60900 (ver Figura 3.8).



Fuente: SODIMAC (sitio web)

Figura 3.8: Set Herramientas Aislados Vde Ingco Industri 16 Pz Hkith1601

- Llaves dinamométricas para estructuras y conectores.

Para garantizar pares de apriete adecuados en estructuras, MC4 y barras de conexión (ver Figura 3.9).



Fuente: RIMS (sitio web)

Figura 3.9: LLAVE DE TORQUE 1/2" AISLADA 20-100Nm TV01101N – JONNESWAY

- Kit de Bloqueo y Etiquetado (LOTO - Lockout/Tagout) (ver Figura 3.10).



Fuente: UNDERWORK (sitio web)

Figura 3.10: Kit Bloqueo Loto

- Crimpadora Certificada para Conectores MC4 (ver Figura 3.11).



Fuente: NATURA ENERGY

Figura 3.11: Crimpeadora Conector MC4 2,5 a 6 mm

Equipos de limpieza de módulos fotovoltaicos:

La limpieza de los módulos fotovoltaicos será realizada por una empresa externa especializada, por lo que no se considera la adquisición de equipamiento propio para esta actividad. Esta decisión permite disminuir la inversión inicial y trasladar el costo a gastos operacionales, mediante contratos de servicio programados según las necesidades de la planta.

El servicio externalizado contempla:

- Limpieza profesional con agua desmineralizada, evitando la formación de depósitos minerales sobre los módulos.
- Uso de cepillos mecanizados o telescópicos, adecuados para limpieza de grandes superficies.
- Ejecución de 1 a 2 ciclos de limpieza anuales, dependiendo del nivel de soiling y las condiciones ambientales del sitio.
- Kit de repuestos menores:

Fusibles, conectores MC4, breakers DC/AC, terminales y protecciones.

Equipos de protección personal (EPP)

Todo el personal debe cumplir normas de seguridad eléctrica y trabajos en altura (ver Figura 3.12).

- Cascos, guantes dieléctricos, gafas, protectores auditivos.
- Calzado de seguridad con certificación eléctrica.
- Arnés y línea de vida cuando corresponda.
- Botiquín de primeros auxilios.



Fuente: iStock (Sitio web)

Figura 3.12: Equipos de protección personal (EPP)

Equipos de operación y soporte

- Notebook para uso en terreno y conexión a inversores/SCADA (ver Figura 3.13 y Tabla 3.1).



Fuente: Falabella.com (sitio web)

Figura 3.13: Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7

Tabla 3.1: Especificaciones Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7

Especificaciones	
Tipo	Notebook
Velocidad de procesamiento (GHz)	1.7 GHz up to 5.0 GHz 12 MB L3 Cache
Procesador específico	Intel® Core i7-1355U Processor
Memoria RAM	16GB
Tecnología de la Memoria RAM	LPDDR4
Capacidad de almacenamiento	512 GB
Tipo de GPU	Integrada
Marca tarjeta gráfica	Integrada
Procesador	Intel Core i7
Tarjeta gráfica específica	Integrada
Conectividad/conexión	Wifi 6
Cuenta con bluetooth	Sí
Cantidad de puertos HDMI	1
Puertos USB A	4
Sistema operativo	Windows 10
Tamaño de la pantalla	15.6
Dimensiones	1,54 cm x 35.66 cm x 1.54 cm
alto	1.54 cm
Ancho	35.66 cm
Profundidad	1.54 cm
Resolución de pantalla	FHD+
Cantidad de puertos USB	4

Fuente: Elaboración propia

- Sistema SCADA o plataforma de monitoreo remoto con licencias vigentes.

- Vehículo utilitario 4x4 para acceso a plantas PMGD (ver Figura 3.14 y Tabla 3.2).



Fuente: Bruno Fritsch (sitio web)

Figura 3.14: Toyota Hilux 4x2

Tabla 3.2: Especificaciones Toyota Hilux 4x2

Especificaciones	
Tipo	Pickup
Seguridad	7 airbags / ABS + EBD + VSC + BA + HAC
Transmisión	MT de 6 velocidades
Conectividad	Pantalla Touch de 9 pulgadas/ 6 parlantes / Apple CarPlay y Android Auto
Rendimiento	Ciudad 11,4 Km/Lt Carretera 14,5 Km/Lt Mixto 13,2 Km/Lt

Fuente: Elaboración propia

Equipos administrativos para la oficina

Para el funcionamiento administrativo, documental y operativo de PMGDynamics, se considera un conjunto de equipos básicos de oficina que permitirán la gestión de reportes, almacenamiento de información, comunicación con clientes y administración interna del servicio de O&M.

Los equipos seleccionados son los siguientes:

- Computador portátil de alta capacidad (ver Figura 3.15 y Tabla 3.3).



Fuente: Lenovo (sitio web)

Figura 3.15: ThinkPad E14 Gen 7

Tabla 3.3: Especificaciones ThinkPad E14 Gen 7

Especificaciones	
Tipo	Notebook
Marca procesador notebook	AMD
Núcleos del procesador	Octa core
Velocidad de procesamiento (GHz)	5,1
Procesador específico	AMD Ryzen™ 7 250
Memoria RAM/Tecnología de la Memoria RAM	16GB/ DDR5
Capacidad de almacenamiento	512 GB
Procesador	AMD Ryzen 7
Tarjeta gráfica específica	AMD Radeon™ 780M
Conectividad/conexión	Ethernet,HDMI
Cuenta con bluetooth	Sí
Cantidad de puertos HDMI	1
Puertos USB A	2
Puertos USB C	2
Sistema operativo específico	Windows 11 Pro
Tamaño de la pantalla	14
Características de la pantalla	Anti glare

Fuente: Elaboración propia

- Impresora y escáner multifunción (ver Figura 3.16 y Tabla 3.4).



Fuente: SODIMAC (sitio web)

Figura 3.16: Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro

Tabla 3.4: Especificaciones Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro

Especificaciones	
Tipo de impresora	Impresoras multifunción
Tipo de impresión	Inyección
Conexión WiFi	Sí
Cantidad de hojas	150
Cantidad de bandejas	1
alto	14.9 cm
Ancho	34.3 cm
Largo	39 cm
Calidad de impresión	Alta resolución
Velocidad de la impresión a color	11 ppm (Modo Eco) / 9 ipm (ISO/IEC 24734)
Velocidad de la impresión a blanco y negro	27 ppm (Modo Eco) / 16 ipm (ISO/IEC 24734)
Modelo	DPT530DW

Fuente: Elaboración propia

- Sistema de respaldo energético (UPS)

Sistema de alimentación ininterrumpida destinado a respaldar los equipos críticos del centro de monitoreo y operación, tales como servidores, estaciones de trabajo y sistemas de comunicación. Su implementación permite asegurar la continuidad operativa ante cortes de suministro eléctrico, prevenir la pérdida de información y proteger los equipos frente a variaciones de voltaje, garantizando la disponibilidad del sistema SCADA y la integridad de los datos operacionales (ver Figura 3.17 y Tabla 3.5).



Fuente: spdigital (Sitio web)

Figura 3.17: Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, Online

Tabla 3.5: Especificaciones Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, Online

Especificaciones	
Main Input Voltage	230 V 3 fases
Other Input Voltage	220 V 240 V
Main Output Voltage	230 V
Other Output Voltage	220 V 240 V
Potencia nominal en W	12000 W
Potencia nominal en VA	15000 VA
Nb of power socket outlets	2 IEC Jumpers 8 IEC 60320 C19
Output connector type	Cable duro 3-wire (H N + E) 1 Cable duro 5 cables (3PH + N + G) 1
Número de unidad de rack	12U
Tipo de batería	Batería de plomo y ácido
Equipo suministrado	DC con software Rieles de apoyo para Rack-mount Cable RS-232 de señalización Smart del UPS Manual de usuario Tarjeta de manejo Web/SNMP

Fuente: Elaboración propia

- Monitor (ver Figura 3.18 y Tabla 3.6).



Fuente: Falabella.com (sitio web)

Figura 3.18: Monitor HP Series 5 527sw FHD 48 a 100 Hz 27" 94F46AA

Tabla 3.6: Especificaciones Monitor HP Series 5 527sw FHD 48 a 100 Hz 27" 94F46AA

Especificaciones	
Tipo de panel	IPS
Cuenta con pantalla curva	No
Tamaño de la pantalla	27
Resolución de pantalla	FHD
Dimensiones	60,79 x 3,42 x 35,6 cm
Plazo de disponibilidad de repuestos	1 año
Plazo de disponibilidad de servicio técnico	1 año
Modelo	527sw

Fuente: Elaboración propia

- Televisor (ver Figura 3.19 y Tabla 3.7).



Fuente: Falabella.com (sitio web)

Figura 3.19: Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025 + Magic Remote Control

Tabla 3.7: Especificaciones Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025

Especificaciones	
Resolución de pantalla	4K UHD
Tamaño de la pantalla	55
Tecnología del Televisor	QNED
HDR	HDR10/HLG
Contraste	5000:01:00
Velocidad de imagen	60Hz
Características de la pantalla	4K UHD
Cuenta con bluetooth	Sí
Conexión WiFi	Sí
Cantidad de puertos USB	1
Potencia RMS	20W
Cantidad de puertos HDMI	3
Voltaje	AC 100~240V 50-60Hz
Calidad del sonido	Dolby Atmos
Asistente Virtual	Sí
Cuenta con IA	Sí
Color básico	Negro

Fuente: Elaboración propia

- Router y sistema de conectividad

Conectividad de banda ancha para monitoreo remoto, descarga de datos SCADA y comunicación con clientes y personal en terreno.

- Mobiliario básico de oficina

Escritorio, silla ergonómica, archivadores y estanterías destinadas al orden documental y al confort en la operación diaria (ver Figura 3.20)



Fuente: CONTATTO (sitio web)

Figura 3.20: Mobiliario de oficina

- Software administrativo y técnico

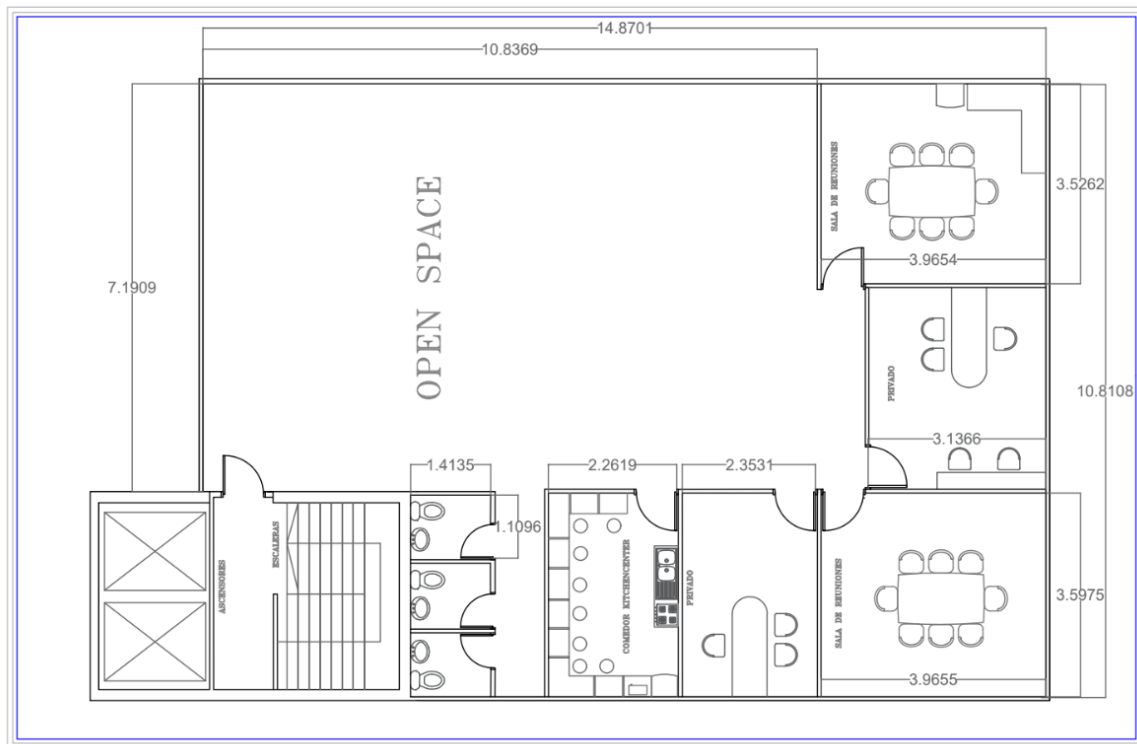
Licencias para herramientas de ofimática, software de análisis térmico, plataformas de monitoreo, almacenamiento en nube y programas de gestión de O&M.

3.4. LAY OUT.

El espacio para utilizar corresponde a una oficina ubicada en un edificio en Apoquindo a pasos de estación de metro El Golf (L1), en la comuna de Las Condes. La oficina será destinada a las actividades administrativas, técnicas y de coordinación operativa de PMGDynamics. La oficina posee una superficie útil de 161 m², distribuida en un espacio abierto principal, dos oficinas privadas, una sala de reuniones y un comedor recientemente remodelado (ver Figura 3.21)

Características:

- Superficie útil: 161 m²
- Sistema centralizado de detección de incendios.
- Sistema de clima Fancoil.
- Sistema de seguridad con CCTV.
- Oficina habilitada: open plan, dos privados, sala de reuniones, 3 baños y 1 cocina.



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD en base al plano de la oficina

Figura 3.21: Layout de oficina

3.5. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.

3.5.1. Insumos

Los insumos de PMGDynamics corresponden a bienes fungibles y recurrentes que son esenciales para el funcionamiento diario de la oficina y la ejecución de las faenas en terreno.

Insumos administrativos

Los insumos corresponden a los materiales y servicios utilizados para el funcionamiento cotidiano de la oficina. Incluyen, entre otros:

- Material de oficina: papel, tinta, lápices, archivadores, carpetas.
- Insumos de aseo y limpieza.
- Servicios básicos: Internet y suscripción Microsoft 365.
- Artículos de cafetería y elementos de uso común.

Dado que estos insumos tienen periodos distintos, se clasifican como mensuales, semestrales, trimestrales y anuales (ver Tablas del 3.8 al 3.11).

Tabla 3.8: Insumos administrativos mensuales

Insumos	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor mensual (UF)	Valor Anual (UF)
Papel fotocopia carta (500 hojas)	Mensual	3	0,302	3,62
Tinta impresora (negra)	Mensual	1	0,277	3,33
Insumos de aseo (limpiador, paños, bolsas basura)	Mensual	Varios	1,636	19,64
Servicio de Internet	Mensual	1	0,572	6,87
Licencia de office 365	Mensual	16	4,684	56,21
Café, agua y artículos menores de oficina	Mensual	Varios	1,078	12,93
Total			8,550	102,59

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

Tabla 3.9: Insumos administrativos semestrales

Insumos semestrales	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor semestral (UF)	Valor Anual (UF)
Lápices y artículos básicos	Semestral		2,844	5,688
Total			2,844	5,69

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

Tabla 3.10: Insumos administrativos trimestrales

Insumos trimestrales	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor trimestral (UF)	Valor Anual (UF)
Tinta impresora (color)	Trimestral	1	0,958	3,832
Total			0,958	3,83

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

Tabla 3.11: Insumos administrativos anuales

Insumos anuales	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor Anual (UF)
Insumos de Cocina y Limpieza (Cubiertos, escobillón, set de vajillas)	Anual	Varios	10,566
Total			10,566

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

Insumos operativos

Los insumos operacionales corresponden a los materiales y equipos necesarios para ejecutar de manera segura y eficiente las actividades de operación y mantenimiento en plantas solares PMGD, incluyendo EPP, consumibles eléctricos y herramientas de diagnóstico (ver tablas del 3.12 al 3.14)

Tabla 3.12: Insumos Operativos Mensuales

Insumos	Categoría	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor mensual (UF)	valor anual (UF)
Cinta aislante	Consumibles	Mensual	30	1,801	21,613
Cinta termocontraíble	Consumibles	Mensual	20	21,134	253,603
Amarras plásticas	Consumibles	Mensual	20	7,063	84,756
Conectores MC4 / cables prueba	Consumibles	Mensual	30	1,650	19,797
Tornillería y fijaciones	Consumibles	Mensual	10	10,090	121,081
Bloqueador solar	EPP	Mensual	6	2,422	29,059
Total				44,159	529,91

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

Tabla 3.13: Insumos Operativos Semestrales

Insumos	Categoría	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor mensual (UF)	valor anual (UF)
Guantes dieléctricos de recambio	EPP	Semestral	12	4,053	48,638
Lentes de seguridad	EPP	semestral	9	2,951	35,416
Ropa de trabajo	EPP	semestral	12	12,256	147,077
Zapatos de seguridad	EPP	Semestral	6	11,849	142,191
Total				31,110	373,32

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

Tabla 3.14: Insumos Operacionales cada 5 años

Insumos	Categoría	Periodo	Cantidad (Unidad)	valor mensual (UF)	valor anual (UF)
Casco dieléctrico	EPP	Cada 5 años	6	4,690	56,284
Total				4,690	56,28

Fuente: Elaboración propia en base a valores de mercado (2025).

3.5.2. Productos

El principal producto generado por PMGDynamics es el Servicio Integral de Operación y Mantenimiento (O&M), orientado a asegurar el funcionamiento óptimo, seguro y continuo de plantas solares fotovoltaicas bajo el régimen PMGD.

Entre los principales productos del servicio se encuentran:

- Reportes Mensuales de Desempeño (PR): Elaborados por el Analista de Informes, incluyen indicadores como Performance Ratio (PR), disponibilidad de la planta, energía generada, pérdidas operacionales, acompañados de análisis técnico y gráficos comparativos.
- Informes de Inspección Predictiva: Resultantes de termografía aérea con dron y trazado de curvas I–V. Estos informes permiten identificar anomalías térmicas, sombras, fallas en módulos, strings, inversores o componentes de la red DC, junto con recomendaciones y planes de acción.
- Reportes de Fallas Correctivas: Se documentan los incidentes operativos, análisis causa raíz, evidencia fotográfica, tiempos de atención y normalización del sistema.
- Informes de Mantenimiento Preventivo: Contemplan las actividades de inspección en terreno, revisión de componentes y resultados de pruebas eléctricas.
- Gestión documental técnica: Generación de respaldos, reportes regulatorios y documentación requerida por clientes, SEC o CEN.

3.5.3. Subproductos

Los subproductos corresponden a aquellos elementos secundarios que se generan durante la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento (O&M). Si bien no forman parte del servicio principal ofrecido por la empresa, son consecuencia directa del proceso operativo y deben ser gestionados de manera adecuada para cumplir con las normativas ambientales vigentes y mantener el orden técnico y administrativo de PMGDynamics.

Entre los principales subproductos generados durante la operación se encuentran:

- Residuos eléctricos menores: fusibles dañados, conectores MC4 defectuosos, cables en mal estado, restos de aislación y terminales deteriorados que requieren reposición durante mantenimientos preventivos y correctivos.
- Residuos generales de oficina: papel, cartón, bolsas, insumos de cafetería y otros desechos no peligrosos.
- Registros históricos y bases de datos operativas: documentación técnica, formularios, respaldos de inspecciones, reportes obsoletos o duplicados generados durante la recopilación, procesamiento y archivo de información operativa.
- Materiales de embalaje: cajas, plásticos y envoltorios de repuestos, consumibles o insumos utilizados en terreno.

La gestión de estos subproductos se realiza conforme al Reglamento de Manejo de Residuos No Peligrosos y a los procedimientos internos de PMGDynamics, incluyendo clasificación, almacenamiento temporal, retiro periódico y disposición final a través de servicios autorizados cuando corresponda.

3.6. CONSUMOS DE ENERGÍA.

Para la estimación del consumo eléctrico se realizó un levantamiento de los equipos eléctricos utilizados en la oficina, definiendo para cada uno la cantidad instalada, horas de uso diario, días de operación mensual y potencia nominal en watts (W). El análisis se desarrolló bajo un escenario base de consumo, sin aplicar medidas de eficiencia energética, y la valorización económica se realizó utilizando la tarifa BT1, con un valor de 250 CLP/kWh, equivalente a 0,0063 UF/kWh (ver Tabla 3.15).

Tabla 3.15: Consumo eléctrico mensual de la oficina

Aparatos	Cantidad	Horas	Total, Horas	Consumo Unitario (W)	Consumo Total (W)	Días del mes	Consumo Mensual (Wh)	Consumo Mensual (KWh)
Sistema de Climatización	4	8	32	1.500	6.000	20	3.840.000	3.840,0
Refrigerador	1	24	24	175	175	20	84.000	84,0
Cocina Eléctrica	1	2	2	2.000	2.000	20	80.000	80,0
Hervidor Eléctrico	1	2	2	1.800	1.800	20	72.000	72,0
Microondas	1	2	2	1.200	1.200	20	48.000	48,0
Dispensador de Agua	1	24	24	800	800	30	576.000	576,0
Impresora	1	8	8	250	250	20	40.000	40,0
Computador portátil	7	8	56	135	945	20	1.058.400	1.058,4
Monitor Adicional de Escritorio	7	8	56	20	140	20	156.800	156,8
Computador portátil Sala de Monitoreo	1	24	24	135	135	30	97.200	97,2
Televisores Sala de Monitoreo	4	24	96	150	600	30	1.728.000	1.728,0
Monitor Adicional Salade Monitoreo	1	24	24	20	20	30	14.400	14,4
Sistema de Climatización Sala Monitoreo	1	24	24	1.500	1.500	30	1.080.000	1.080,0
Gabinete SCADA Sala de Monitoreo	1	24	24	250	250	30	180.000	180,0
UPS para sistemas de emergencia	1	24	24	450	450	30	324.000	324,0
Router Empresas	1	24	24	60	60	30	43.200	43,2
Iluminación Led Interior	20	6	120	35	700	20	1.680.000	1.680,0
Total (LINEA BASE)							11.102.000	11.102,0

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un consumo eléctrico mensual total de 11.102 kWh, valorizado a un precio unitario de 250 CLP por kWh. En base a esta tarifa, el costo mensual asociado al consumo eléctrico asciende a 2.775.500 CLP, equivalente a 70,01 UF. En términos anuales, dicho consumo representa un costo total de 33.306.000 CLP, correspondiente a 840,15 UF.

3.7. PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL.

La planificación de los programas de trabajo y turnos del personal de PMGDynamics se establece en cumplimiento del Código del Trabajo y la Ley N.º 21.561 sobre reducción progresiva de la jornada laboral. Para el periodo de operación considerado, la empresa adopta una jornada fija anual de 44 horas semanales, distribuidas de lunes a viernes, con el fin de asegurar continuidad operativa y una gestión eficiente de la generación solar.

Horario general (Gerencia, coordinador y analista):

- Lunes a viernes, 08:30 – 18:30 hrs
- 1 hora de colación
- 8 horas diarias efectivas
- 44 horas presenciales semanales

Este horario cubre el inicio, desarrollo y cierre de la generación solar diaria, permitiendo mantener vigilancia eficiente de la operación.

Horario Técnicos de Terreno:

- lunes a viernes, 08:00 – 18:00 hrs
- 2 horas destinadas a colación y traslados internos
- 8 horas efectivas
- 44 horas presenciales semanales

El inicio anticipado permite coordinar desplazamientos, ejecutar inspecciones matinales y cumplir con los tiempos operativos reales de una faena solar.

Para asegurar vigilancia diaria continua, PMGDynamics incorpora dos Analistas de Monitoreo, quienes trabajan en turnos rotativos 7x7 con horario fijo de:

- 08:30 – 18:30 hrs

Este sistema permite:

- Mantener supervisión durante todos los días del año.
- Evitar sobrecarga operativa.
- Garantizar continuidad en la lectura de alarmas y estados del sistema.

- Responder oportunamente a eventos relevantes dentro de la jornada laboral.

El turno 7x7 se ajusta a las disposiciones de la Dirección del Trabajo para jornadas especiales, siempre que exista descanso equivalente y registro del tiempo de trabajo efectivo.

Turno de disponibilidad

Fuera del horario habitual, PMGDynamics implementa un turno de disponibilidad, conformado por:

1 analista de Monitoreo del turno 7x7,

1 cuadrilla Técnica de respaldo.

Si el personal debe acudir a una emergencia real en fin de semana o fuera de horario, PMGDynamics reconoce:

- Pago de horas extraordinarias con recargo del 50% (Art. 32 del Código del Trabajo)
- Opción de descanso compensatorio, según acuerdo (Art. 38)

Esto permite asegurar continuidad del servicio sin vulnerar límites legales.

3.8. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS.

La estructura organizacional propuesta para PMGDynamics considera un equipo técnico y administrativo capaz de asegurar la continuidad operativa del servicio de Operación y Mantenimiento (O&M) para plantas solares PMGD.

3.8.1. Descripción de cargos y perfiles

La presente tabla describe el cargo de Gerente de O&M, detallando sus principales funciones y el perfil requerido para la supervisión integral de las plantas solares (ver Tabla 3.16).

Tabla 3.16: Descripción de cargo Gerente O&M

Cargo	Gerente de O&M
Funciones Principales	- Supervisar integralmente la operación y mantenimiento de todas las plantas atendidas. - Definir estrategias operacionales y velar por el cumplimiento de indicadores clave (PR, disponibilidad, pérdidas). - Gestionar la relación comercial con los clientes y el cumplimiento contractual. - Coordinar equipo interno, proveedores y servicios externos especializados. - Tomar decisiones ante contingencias operativas y asegurar la continuidad del servicio.
Perfil requerido	- Ingeniero Civil eléctrico, industrial o carrera afín. - Mas de 4 años de experiencia en operación de plantas solares. - Conocimientos en normativa eléctrica, PMGD, contratos y KPI operacionales.

Fuente: Elaboración propia

La tabla presenta la descripción del cargo de Coordinador de O&M, incluyendo sus funciones operativas y el perfil profesional necesario para la planificación (ver Tabla 3.17).

Tabla 3.17: Descripción de cargo Coordinador de O&M

Cargo	Coordinador de O&M
Funciones Principales	- Planificar y coordinar las actividades diarias de operación y mantenimiento. - Gestionar órdenes de trabajo, priorización de tareas y asignación de técnicos. - Administrar contratos y documentación técnica - Servir como enlace operativo con los propietarios de las plantas y entidades externas. - Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de seguridad y calidad.
Perfil requerido	- Ingeniero eléctrico, industrial o carrera afín. - Mas de 2 años de experiencia en operación de plantas solares. - Conocimientos en normativa eléctrica, PMGD, contratos y KPI operacionales.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla presenta la descripción del cargo de Analista de monitoreo (turno 7x7), detallando sus funciones asociadas a la supervisión en tiempo real de las plantas solares mediante sistemas SCADA (ver Tabla 3.18).

Tabla 3.18: Descripción de cargo Analista de monitoreo (turno 7x7)

Cargo	Analista de monitoreo (turno 7x7)
Funciones Principales	- Supervisar en tiempo real las plantas mediante sistemas SCADA. - Detectar alarmas, anomalías y desviaciones respecto al comportamiento esperado. - Registrar eventos, generar tickets y coordinar atención técnica. - Mantener bases de datos actualizadas con información operativa diaria. - Asegurar continuidad del monitoreo en ventanas críticas de generación. - Tomar contacto directo con la empresa de distribución o centro de despacho para solicitar la apertura o cierre del reconector, cumpliendo los procedimientos establecidos por la distribuidora y las normativas vigentes. - Mantener comunicación constante con el Coordinador de O&M y el Analista de Informes para asegurar coherencia entre monitoreo, terreno e informes.
Perfil requerido	- Técnico o ingeniero en energías renovables, electricidad o electrónica. - Experiencia en monitoreo solar fotovoltaico y uso de plataformas operacionales. - Capacidad para análisis de datos y comprensión de parámetros eléctricos.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla presenta la descripción del cargo de Analista de datos O&M, detallando sus funciones relacionadas con el análisis de información operativa, la elaboración de informes técnicos y el seguimiento de indicadores de desempeño, así como el perfil requerido para apoyar la toma de decisiones operativas (ver Tabla 3.19).

Tabla 3.19: Descripción de cargo Analista de datos O&M

Cargo	Analista de datos O&M
Funciones Principales	- Procesar datos semanales y mensuales de operación. - Elaborar informes de PR, disponibilidad, pérdidas y KPIs técnicos. - Realizar análisis comparativos, tendencias y diagnósticos básicos. - Generar reportes para clientes con evidencia fotográfica y SCADA. - Mantener contacto directo y permanente con los Técnicos de Terreno, para conocer el estado real de cada planta. - Coordinar junto al Coordinado y técnicos la programación de mantenimientos correctivos.
Perfil requerido	- Técnico o ingeniero en energías renovables, electricidad o electrónica. - Experiencia en monitoreo solar fotovoltaico y uso de plataformas operacionales. - Capacidad para análisis de datos y comprensión de parámetros eléctricos.

Fuente: Elaboración propia.

La presente tabla describe el cargo de Técnico en terreno O&M, incluyendo sus principales funciones en la ejecución de actividades de mantenimiento en plantas solares fotovoltaicas y el perfil requerido para asegurar el cumplimiento de los procedimientos técnicos y de seguridad (ver Tabla 3.20).

Tabla 3.20: Descripción de cargo Técnico en terreno O&M

Cargo	Técnico en terreno O&M
Funciones Principales	- Ejecutar mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos en plantas solares. - Realizar termografías, pruebas I–V, inspecciones eléctricas y mecánicas. - Reemplazo de fusibles, conectores, strings, cables y revisión de cajas DC/AC. - Cumplir estrictamente los procedimientos de seguridad - Documentar cada intervención mediante informes y registro fotográfico. - Coordinar actividades con el Coordinador de O&M y el Analista de Informes para validar causas raíz de fallas y tareas pendientes.
Perfil requerido	- Técnico eléctrico, electromecánico, fotovoltaico o carrera afín. - Licencia SEC Clase D (obligatoria) para realizar trabajos eléctricos y conexiones. - Licencia de conducir Clase B (obligatoria) para conducción de camionetas de servicio. - Experiencia en faenas solares PMGD o instalaciones eléctricas BT/MT. - Formación en trabajos en altura, riesgo eléctrico, termografía o sistemas solares (deseable). - Capacidad para trabajar en terreno bajo condiciones ambientales variables.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla presenta la descripción del cargo de Administrativo de Recursos Humanos, detallando sus funciones de apoyo en la gestión laboral, administrativa y documental de la empresa, así como el perfil requerido para asegurar el correcto control interno y el soporte a las áreas operativas (ver Tabla 3.21)

Tabla 3.21: Descripción de cargo Administrativo de Recursos Humanos

Cargo	Administrativo de Recursos Humanos
Funciones Principales	- Gestionar documentación laboral, contratos, licencias y remuneraciones. - Apoyar compras menores, logística y control administrativo general. - Mantener registro de asistencia, vacaciones y gestión interna de RR.HH. - Apoyar la organización de informes, cotizaciones y documentación de clientes.
Perfil requerido	- Técnico o ingeniero en administración, contabilidad o recursos humanos. - Experiencia en gestión administrativa en empresas de servicios. - Manejo de software de oficina y sistemas básicos de control.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla presenta la descripción del cargo de Auxiliar de Aseo, detallando sus funciones orientadas al mantenimiento del orden, limpieza e higiene de las instalaciones de la empresa, así como el perfil requerido para apoyar el correcto funcionamiento de las actividades internas (ver Tabla 3.22).

Tabla 3.22 Descripción de cargo Auxiliar de Aseo

Cargo	Auxiliar de Aseo
Funciones Principales	- Mantener el orden, limpieza e higiene de las instalaciones de la oficina. - Apoyar actividades básicas de organización interna. - Mantener áreas operativas en condiciones adecuadas para el trabajo.
Perfil requerido	- Experiencia en labores de mantención y limpieza. - Responsabilidad, puntualidad y organización.

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2. Sueldos

La Tabla 3.23 presenta la remuneración bruta mensual y anual estimada para cada uno de los cargos requeridos por PMGDynamics, considerando gratificación legal, beneficios no imponibles y la estructura salarial necesaria para asegurar la continuidad operativa del servicio O&M.

Tabla 3.23: Remuneración bruta mensual y anual

Cargo	Cantidad	Remuneración Mensual (CLP)	Remuneración Mensual Total (CLP)	Remuneración Mensual Total (UF)	Remuneración Anual Total (UF)
Gerente de O&M	1	3.772.396	3.772.396	95,16	1141,91
Coordinador de O&M	2	2.509.396	5.018.792	126,60	1519,20
Analista de monitoreo (turno 7x7)	2	1.509.396	3.018.792	76,15	913,79
Analista de datos O&M	2	1.459.396	2.918.792	73,63	883,52
Técnico en terreno O&M	6	1.200.000	7.200.000	181,62	2179,45
Administrativo de Recursos Humanos	1	1.012.500	1.012.500	25,54	306,49
Auxiliar de Aseo	1	706.250	706.250	17,82	213,78
Total		12.169.333	23.647.521	596,51	7158,14

Fuente: Elaboración propia.

3.9. INVERSIONES EN EQUIPOS Y EDIFICACIONES.

Las inversiones iniciales corresponden a los activos necesarios para la puesta en marcha de PMGDynamics, permitiendo la ejecución de actividades de operación y mantenimiento tanto en oficina como en terreno.

Entre estos se consideran equipos de medición especializados (cámara termográfica, trazador I-V, multímetros), herramientas técnicas, equipos informáticos para análisis, monitoreo y mobiliario.

Asimismo, se incorpora la adquisición de una camioneta 4x2, indispensable para el desplazamiento del personal técnico hacia las plantas solares PMGD (ver Tabla 3.24).

Tabla 3.24: Inversiones en equipos y edificaciones

Equipos	Cantidad	Valor Unitario	Valor total (CLP)	Valor total (UF)
Cámara termográfica Fluke TiS60+	3	5.140.255	15.420.765	388,99
Drone DJI Mavic 3 Thermal	1	5.281.900	5.281.900	133,24
Medidor de curvas I-V.	3	7.750.000	23.250.000	586,48
Comprobador de aislamiento Megger MIT2500	3	2.105.158	6.315.474	159,31
Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II	9	1.884.320	16.958.880	427,79
LLAVE DE TORQUE 1/2" AISLADA 20-100Nm TV01101N – JONNESWAY	3	416.376	1.249.128	31,51
Kit Bloqueo Loto	6	60.990	365.940	9,23
Crimpeadora Conector MC4 2,5 a 6 mm	6	34.990	209.940	5,30
Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7	6	569.990	3.419.940	86,27
Toyota Hilux 4x2	3	31.390.000	94.170.000	2375,45
ThinkPad E14 Gen 7	8	780.990	6.247.920	157,60
Monitor HP Series 5	8	159.990	1.279.920	32,29
Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025	6	359.990	2.159.940	54,48
Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro	1	139.990	139.990	3,53
Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, Online	1	13.136.440	13.136.440	331,37
Mobiliario básico de oficina		1.500.000	1.500.000	37,84
Multímetro y pinzas ampericas	6	760.000	4.560.000	115,03
Set de herramientas manuales	6	92.390	554.340	13,98
Pistola de calor	3	386.417	1.159.251	29,24
Total			197.379.768	4978,93

Fuente: Elaboración propia con valores obtenidos de cotizaciones directas y precios publicados por proveedores nacionales

Para el proyecto se consideró el arriendo de una oficina, el monto cotizado es de \$2.744.526 o 69,23 UF mensuales.

3.10. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO.

En las inversiones en capital de trabajo se consideran los egresos mensuales necesarios para la operación inicial de PMGDynamics, los cuales incluyen remuneraciones del personal, insumos administrativos y operacionales, arriendo, servicios básicos y gastos asociados a actividades en terreno. Asimismo, se incorporan los ingresos proyectados durante los primeros meses de funcionamiento, los cuales aumentan de manera progresiva conforme se integran nuevas plantas solares al portafolio de servicios.

De esta manera, el capital de trabajo permite determinar el monto mínimo de liquidez requerido para asegurar la continuidad operativa del proyecto en su etapa de arranque. Para su estimación se aplicó el método del déficit máximo acumulado, que consiste en calcular el saldo mensual entre ingresos y egresos y posteriormente obtener su acumulado a lo largo del período analizado. El valor más negativo registrado en esta acumulación corresponde al monto máximo de recursos que la empresa debe disponer para garantizar liquidez suficiente durante la puesta en marcha. Dando como resultado un capital de trabajo de \$43.039.989 o 1085,7 UF (ver Tabla 3.25).

Tabla 3.25: Inversión en Capital de Trabajo

Ítems	Tipo de costo	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Cantidad de plantas		0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
INGRESOS (UF)													
Venta servicio		0	0	1.647	1.647	1.647	3.294	3.294	3.294	4.941	4.941	4.941	6.588
Total, ingresos UF		0	0	1.647	1.647	1.647	3.294	3.294	3.294	4.941	4.941	4.941	6.588
EGRESOS (UF)													
Remuneraciones	Fijo	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3	375,3
Arriendo	Fijo	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2
Gastos comunes	Fijo	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
Consumo eléctrico	Fijo	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Servicio básico (Internet)	Fijo	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Insumos operacionales	Variable	0,0	0,0	39,5	39,5	39,5	79,0	79,0	79,0	118,5	118,5	118,5	158,0
Insumos administrativos	Fijos	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Combustible	Variable	0,0	0,0	6,7	6,7	6,7	13,3	13,3	13,3	20,0	20,0	20,0	26,6
Total, egresos UF		542,8	542,8	589,0	589,0	589,0	635,2	635,2	635,2	681,3	681,3	681,3	727,5
Saldo UF		-542,8	-542,8	1058,0	1058,0	1058,0	2658,8	2658,8	2658,8	4259,7	4259,7	4259,7	5860,5
Acumulado UF		-542,8	-1085,7	-27,7	1030,3	2088,3	4747,1	7406,0	10064,8	14324,5	18584,2	22843,9	28704,4
Capital de Trabajo		-1085,7											

Fuente: Elaboración propia

3.11. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.

Los costos asociados a la instalación y puesta en marcha de PMGDynamics, corresponden a desembolsos únicos necesarios para iniciar las operaciones administrativas y técnicas de la empresa. Estos costos consideran los trámites legales de constitución, la habilitación contable inicial, el pago del arriendo de la oficina y un gasto inicial de publicidad para posicionar la empresa en el mercado. En conjunto, estos elementos permiten dejar la organización en condiciones operativas para comenzar la prestación de servicios de O&M, asegurando el cumplimiento normativo y la disponibilidad de los recursos mínimos para el inicio del proyecto (ver Tabla 3.26).

Tabla 3.26 Costo de instalación y puesta en marcha

Descripción	Monto (CLP)	Monto (UF)
Constitución legal (notaría, publicación y trámites)	102.000	2,6
Honorarios contabilidad inicial (inicio actividades SII, configuración tributaria)	80.000	2,0
Mes de garantía oficina (arriendo equivalente a UF 69,23)	2.744.526	69,2
Publicidad	100.000	2,5
Total	3.026.526	76,3

Fuente: Elaboración propia

3.12. COSTOS IMPREVISTOS.

Los costos de imprevistos corresponden a un monto destinado a cubrir eventualidades no contempladas explícitamente dentro de los costos operacionales ni de instalación del proyecto.

Se considero un porcentaje equivalente al 10% del costo total de equipos, capital de trabajo y puesta en marcha, lo cual permite contar con un margen de seguridad razonable para enfrentar contingencias sin interrumpir el funcionamiento inicial de la empresa (ver Tabla 3.27).

Tabla 3.27: Costos Imprevistos

ítems	Costos (CLP)	Costos (UF)
Equipos	197.379.768	4978,9
Capital de Trabajo	43.039.989	1085,7
Puesta en marcha	3.026.526	76,3
Total	243.446.283	6141,0
Imprevistos (10% del total)	24.344.628	614,1

Fuente: Elaboración propia

3.13. INVERSIÓN TOTAL.

La Tabla 3.28 presenta la distribución temporal de la inversión total del proyecto, diferenciando entre la inversión inicial realizada en el año 0 y la reinversión efectuada en el año 3. La inversión inicial asciende a 5.113,9 UF e incluye activos fijos, capital de trabajo, costos de instalación y puesta en marcha, y costos imprevistos.

Adicionalmente, en el año 3 se considera una reinversión en activos fijos por 1.641,1 UF, asociada a la adquisición de camionetas y equipos computacionales necesarios para acompañar el crecimiento operativo del proyecto.

En consecuencia, la inversión total del proyecto alcanza un monto de 6.755,1 UF, distribuida en el tiempo de acuerdo con las necesidades operativas y reflejada en el flujo de caja del proyecto puro.

Tabla 3.28: Inversión total y reinversión

Ítems	Costos año 0 (UF)	Costos año 3 (UF)	TOTAL (UF)
Activos Fijos	3337,8	1641,1	4978,9
Capital de Trabajo	1085,7	-	1085,7
Instalación y puesta en marcha	76,3	-	76,3
Costos Imprevistos (10%)	614,1	-	614,1
Inversión Total	5113,9	1641,1	6755,1

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.1. CONSIDERACIONES POR UTILIZAR.

Para la evaluación económica del proyecto, se deben considerar diversos elementos como: Horizonte del proyecto, Tasa de descuento, Moneda a utilizar, Impuestos, determinación de ingresos y egresos, costos fijos y variables, entre otros.

4.1.1. Horizonte del Proyecto.

El presente proyecto corresponde a la implementación de una empresa de servicios de operación y mantenimiento (O&M) para plantas fotovoltaicas PMGD en Chile. Este tipo de empresas no requiere grandes inversiones en infraestructura, ya que su operación se sustenta principalmente en el uso de equipamiento técnico, software especializado, insumos operacionales y personal calificado.

Considerando la naturaleza del negocio, la progresiva incorporación de clientes y la estabilidad de los contratos de O&M, los cuales suelen tener una duración de uno a tres años, período en el que los propietarios evalúan el desempeño de la empresa y renegocian condiciones, se ha establecido un horizonte de evaluación de seis años para el proyecto. El horizonte seleccionado permite analizar el comportamiento económico del proyecto a lo largo de más de un ciclo contractual, reflejando de manera realista la continuidad y estabilidad del negocio.

4.1.2. Tasa de descuento

La tasa de descuento es el porcentaje utilizado para actualizar los flujos futuros de un proyecto y expresarlos en términos de valor presente. Este indicador refleja el valor del dinero en el tiempo y permite determinar la rentabilidad mínima exigida por el inversionista.

A través de la tasa de descuento se calcula el Valor Actual Neto (VAN) y se obtiene la Tasa Interna de Retorno (TIR), herramientas fundamentales para evaluar si un proyecto es económicamente viable. En términos simples, la tasa de descuento convierte los flujos futuros en moneda de hoy y permite decidir si la inversión genera beneficios superiores al costo del capital requerido.

$$R = R_f + (R_m - R_f) B$$

Donde:

R_f = Tasa libre de riesgo.

R_m = Tasa de rentabilidad del mercado.

B = Beta= Relación que existe entre el riesgo del proyecto respecto al riesgo de mercado.

4.1.2.1 Tasa libre de riesgo (R_f)

La tasa libre de riesgo representa la rentabilidad teórica asociada a una inversión completamente segura, es decir, sin riesgo de incumplimiento. Con el fin de determinar este parámetro, se recopilaron las tasas anuales de los bonos soberanos en UF a 10 años correspondientes al período 2016 - 2024, información extraída desde las estadísticas oficiales del Banco Central de Chile.

El promedio de dichos rendimientos asciende a 1,49 % anual, valor que se adopta como tasa libre de riesgo en la aplicación del modelo CAPM.

Por lo tanto, se utiliza $R_f = 1,49$ % anual en la evaluación económica del proyecto (ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1: Tasas de interés mercado secundario, bonos, en UF (porcentaje)

Tasas de interés mercado secundario, bonos, en UF (porcentaje)	
Periodo	Bonos en UF a 10 años (BCU, BTU)
2016	1,42
2017	1,43
2018	1,68
2019	0,77
2020	0,03
2021	1,21
2022	2,06
2023	2,22
2024	2,58
Promedio	1,49

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Central de Chile (2025), Tasas de interés mercado secundario: Bonos en UF a 10 años (2016–2024).

4.1.2.2 Tasa de rentabilidad del mercado (R_m)

Para estimar la tasa de rentabilidad del mercado, se utilizaron los valores diarios del índice IPSA correspondientes al período 2014–2024. Este intervalo de 11 años proporciona una muestra suficientemente representativa del comportamiento del mercado accionario chileno, considerando distintos ciclos económicos, periodos de expansión y episodios de alta volatilidad (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2: Tasa de rentabilidad del mercado

Año	IPSA Inicial	IPSA Final	Rentabilidad (%)
2014	3439,41	3850,96	11,97%
2015	3836,73	3680,21	-4,08%
2016	3705,92	4151,39	12,02%
2017	4199,5	5564,6	32,51%
2018	5855,38	5105,43	-12,81%
2019	5405,61	4669,85	-13,61%
2020	4572,06	4177,22	-8,64%
2021	4288,65	4300,12	0,27%
2022	4548,45	5262,43	15,70%
2023	5322,39	6197,77	16,45%
2024	5987,14	6710,02	12,07%
Promedio			5,62%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos históricos del IPSA obtenidos desde Investing.com (2025)

4.1.2.3 Beta

La constante según tipo de negocio (β), entregada por Aswath Damodaran y actualizada en enero de 2025, corresponde al valor de beta asignado al sector *Green & Renewable Energy*, el cual agrupa empresas dedicadas a la generación y operación de energías renovables (ver Tabla 4.3).

Tabla 4.3: Constante según tipo de negocio (Beta sectorial)

<i>Industry Name</i>	<i>Number of firms</i>	<i>Beta</i>	<i>D/E Ratio</i>	<i>Effective Tax rate</i>	<i>Unlevered beta</i>	<i>Cash/Firm value</i>	<i>Unlevered beta corrected for cash</i>
Green & Renewable Energy	18	1,13	176,18%	1,22%	0,49	2,71%	0,50

Fuente: Aswath Damodaran (2025). Industry Betas. NYU Stern School of Business

4.1.2.4 Cálculo de la tasa de descuento

A partir de los antecedentes calculados previamente:

- Tasa libre de riesgo (Rf): 1,49 %
- Rentabilidad del mercado (Rm): 5,62 %
- Unlevered Beta corregido por caja (β): 0,50

Se obtiene la prima de riesgo del mercado:

$$R = 1,49 + (5,62 - 1,49) * 0,50$$

$$R = 3,56\%$$

La tasa de descuento del inversionista es de 3,56%

La tasa de descuento del proyecto se estimó inicialmente mediante el modelo CAPM, utilizando una tasa libre de riesgo de 1,49%, una rentabilidad de mercado de 5,62% y un coeficiente beta de 0,50 asociado al sector Green & Renewable Energy. Con estos parámetros, el CAPM entrega una tasa base de 3,56%.

No obstante, dicho valor resulta demasiado bajo para reflejar de manera adecuada los riesgos reales del proyecto, especialmente considerando que se trata de una empresa nueva, con incertidumbre operativa y sin historial previo. Por esta razón, se decidió no utilizar directamente la tasa obtenida por CAPM y complementar el análisis con un método alternativo (ver Tabla 4.4)

Tabla 4.4: Prima por riesgo

Nivel de Riesgo	Prima por riesgo (%)	Ejemplo de Proyectos
Alto	Sobre 20%	- Desarrollo de nuevos productos - Proyectos que usan conceptos muy novedosos - Contratos internacionales
Mediano	10%-20%	- Proyectos algo fuera del giro de la empresa - Procesos nuevos que no han sido completamente investigados
Promedio	5%-10%	- Incrementos en las capacidades de producción - Implementación de una nueva tecnología conocida - Proyectos con información de mercado incompleta
Bajo	1%-5%	- Mejoramiento de la productividad - Expansiones en un mercado en donde es líder y lo conoce bien
Muy Bajo	0%-1%	- Reducción de costos - Proyectos relativos de seguridad

Fuente: PPT Clase de preparación y evaluación de Proyectos

Se adopta una prima por riesgo del 7%, valor representativo del punto medio del rango correspondiente a un nivel de riesgo promedio. En consecuencia, la tasa de descuento final utilizada para la evaluación económica del proyecto es de 8,49% anual.

$$R = \text{Tasa libre de Riesgo} + \text{Prima por riesgo}$$

$$R = 1,49 + 7 = 8,49\%$$

4.1.3. Moneda a utilizar.

Los valores del proyecto fueron inicialmente expresados en pesos chilenos, sin embargo, se convirtieron a UF, ya que esta unidad se reajusta diariamente según la inflación y permite mantener un valor constante en el tiempo. Para este estudio se utilizó el valor de la UF de diciembre de 2025, equivalente a \$39.643.

4.1.4. Impuestos

Para la evaluación económica del proyecto se considera la tasa de impuesto corporativo vigente en Chile, correspondiente al Impuesto de Primera Categoría, aplicado sobre la renta líquida imponible de las empresas. De acuerdo con la normativa tributaria actual, la tasa utilizada en este estudio es de 27 %.

4.1.5. Determinación de ingresos.

Los ingresos proyectados para PMGDynamics provienen exclusivamente de la prestación de servicios de operación y mantenimiento (O&M) a plantas solares fotovoltaicas bajo el régimen PMGD. Para la estimación de los ingresos se utilizó un valor mensual de 185 UF por planta, correspondiente al costo promedio del servicio de operación y mantenimiento para plantas solares PMGD. Este valor fue multiplicado por el número de plantas atendidas en cada periodo, obteniendo así el precio mensual total y, posteriormente, el ingreso anual expresado en UF (ver Tabla 4.5).

Tabla 4.5: Ingresos por año

Periodo	1	2	3	4	5	6
Nº de plantas atendidas	4	6	10	13	18	23
Precio por plantas (UF)	740	1110	1850	2405	3330	4255
Ingreso anual (UF)	8880	13320	22200	28860	39960	51060

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Determinación de egresos.

Los egresos del proyecto corresponden a todos los costos necesarios para la operación continua de PMGDynamics. Estos incluyen costos fijos y variables

4.1.6.1 Costos Fijos

Los costos fijos corresponden a aquellos gastos que no varían directamente con el nivel de operación de la empresa. En el caso de PMGDynamics, estos incluyen las remuneraciones administrativas, el arriendo de la oficina, los servicios básicos y los insumos administrativos, tales como papelería, licencias de software y servicios de internet.

Si bien estos costos se mantienen constantes durante cada período de operación, se proyectó un aumento escalonado a partir del año 3, asociado al crecimiento de la dotación de personal y al incremento de la carga operativa de la empresa. Dicho ajuste permite sostener adecuadamente la operación proyectada en el tiempo (ver Tabla 4.6).

Tabla 4.6: Costos Fijos

Categoría	Año 1 (UF)	Año 2 (UF)	Año 3 (UF)	Año 4 (UF)	Año 5 (UF)	Año 6 (UF)
Insumos administrativos (papelería, software, internet, etc.)	101,60	101,60	122,68	122,68	122,68	122,68
Sueldos / Remuneraciones	4.504	4.504	7.158	7.158	7.158	7.158
Gastos comunes (Agua)	231	231	231	231	231	231
Consumo eléctrico (Luz)	840,15	840,15	840,15	840,15	840,15	840,15
Arriendo	830,76	830,76	830,76	830,76	830,76	830,76
Total	6507,5	6507,5	9182,7	9182,7	9182,7	9182,7

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.2 Costos Variables.

Los costos variables corresponden a los gastos que aumentan en función del número de plantas atendidas. Incluyen los insumos operativos utilizados en terreno, el consumo de combustible por desplazamientos y la limpieza de módulos fotovoltaicos.

La limpieza de módulos fue incorporada como costo variable debido a que es realizada por una empresa externa y su valor depende directamente del tamaño y número de plantas atendidas. Para su estimación se utilizó un costo de 24,5 UF/MWp por evento, equivalente a 220,5 UF anuales por planta de 9 MWp (ver Tabla 4.7).

Tabla 4.7: Costos variables

Categoría	Año 1 (UF)	Año 2 (UF)	Año 3 (UF)	Año 4 (UF)	Año 5 (UF)	Año 6 (UF)
Insumos operativos	474,09	711,13	959,52	1247,37	1727,13	2206,89
Limpieza de Módulos FV	882,0	1323,0	2205,0	2866,50	3969,0	5071,50
Combustible	146,3	219,5	438,9	570,6	790,0	1.009,5
Total	1502,4	2253,6	3603,4	4684,4	6486,1	8287,9

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.3 Costos Totales.

Los costos totales del proyecto corresponden a la suma de los costos fijos y los costos variables (ver Tabla 4.8)

Tabla 4.8: Egresos

Costos	Año 1 (UF)	Año 2 (UF)	Año 3 (UF)	Año 4 (UF)	Año 5 (UF)	Año 6 (UF)
Fijos	6507,5	6507,5	9182,7	9182,7	9182,7	9182,7
Variables	1502,4	2253,6	3603,4	4684,4	6486,1	8287,9
Total	8009,9	8761,1	12786,1	13867,2	15668,9	17470,6

Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Depreciación

La depreciación de los activos del proyecto se calculó mediante el método de depreciación acelerada, utilizando las vidas útiles definidas por el Servicio de Impuestos Internos (SII). La depreciación se concentra en los primeros cinco años de operación y considera la incorporación de nuevos computadores y camionetas a partir del año 3 (ver Tablas 4.9 y 4.10).

Tabla 4.9: Vida útil normal y depreciación acelerada de los activos del proyecto.

Equipos	Categoría	Vida útil normal	Depreciación acelerada
Cámara termográfica Fluke TiS60+	Equipos	12	4
Drone DJI Mavic 3 Thermal	Equipos	12	4
Medidor de curvas I–V.	Equipos	12	4
Comprobador de aislamiento Megger MIT2500	Equipos	12	4
Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II	Equipos	12	4
LLAVE DE TORQUE 1/2" AISLADA 20-100Nm TV01101N – JONNESWAY	Equipos	12	4
Kit Bloqueo Loto	Equipos	12	4
Crimpeadora Conector MC4 2,5 a 6 mm	Equipos	12	4
Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7	computador	6	2
Toyota Hilux 4x4	Vehículo	7	2
ThinkPad E14 Gen 7	computador	6	2
Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro	Útiles de oficina	3	1
Mobiliario básico de oficina	Muebles y enseres	7	2
Multímetro y pinzas ampericas	Equipos	12	4
Set de herramientas manuales	Equipos	12	4
Pistola de calor	Equipos	12	4

Fuente: Elaboración propia en base a las vidas útiles establecidas por el SII

Tabla 4.10: Depreciación acelerada

Depreciación								
Ítems	Valor total (UF)	Depreciación acelerada	1	2	3	4	5	6
Cámara termográfica Fluke TiS60+	389,0	4,0	97,2	97,2	97,2	97,2		
Drone DJI Mavic 3 Thermal	133,2	4,0	33,3	33,3	33,3	33,3		
Medidor de curvas I-V.	586,5	4,0	146,6	146,6	146,6	146,6		
Comprobador de aislamiento Megger MIT2500	159,3	4,0	39,8	39,8	39,8	39,8		
Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II	427,8	4,0	106,9	106,9	106,9	106,9		
LLAVE DE TORQUE 1/2" AISLADA 20-100Nm TV01101N – JONNESWAY	31,5	4,0	7,9	7,9	7,9	7,9		
Kit Bloqueo Loto	9,2	4,0	2,3	2,3	2,3	2,3		
Crimpeadora Conector MC4 2,5 a 6 mm	5,3	4,0	1,3	1,3	1,3	1,3		
Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7	28,8	2,0	14,4	14,4				
Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7 (4 computadores nuevos año 3)	57,5	2,0				28,8	28,8	
Toyota Hilux 4x4	791,8	2,0	395,9	395,9				
Toyota Hilux 4x4 (2 camionetas nuevas año 3)	1583,6	2,0				791,8	791,8	
ThinkPad E14 Gen 7	157,6	2,0	78,8	78,8				
Monitor HP Series 5	32,3	2,0	16,1	16,1				
Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025	54,5	2,0	27,2	27,2				
Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro	3,5	1,0	3,5					
Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, online	331,4	2,0	165,7	165,7				
Mobiliario básico de oficina	37,8	2,0	18,9	18,9				
Multímetro y pinzas ampericas	115,0	4,0	28,8	28,8	28,8	28,8		
Set de herramientas manuales	14,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5		
Pistola de calor	29,2	4,0	7,3	7,3	7,3	7,3		
Totales	4978,9		1195,6	1192,1	475,0	1295,6	820,6	0

Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Valor residual

El valor residual del proyecto fue estimado utilizando un criterio porcentual del 20% aplicado sobre el valor total de los activos depreciables, considerando los equipos de medición, computación, herramientas, mobiliario e instrumental utilizados en las actividades de operación y mantenimiento. Este porcentaje representa un valor conservador de recuperación al término del horizonte de evaluación de seis años, considerando el desgaste y obsolescencia de los activos. Como resultado, se obtuvo un valor residual de 995,8 UF, el cual fue incorporado como ingreso en el último año del flujo de caja del proyecto (ver Tabla 4.11).

Tabla 4.11: Valor residual

20%		
Ítems	Valor total (UF)	Valor residual
Cámara termográfica Fluke TiS60+	389,0	77,8
Drone DJI Mavic 3 Thermal	133,2	26,6
Medidor de curvas I-V.	586,5	117,3
Comprobador de aislamiento Megger MIT2500	159,3	31,9
Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II	427,8	85,6
LLAVE DE TORQUE 1/2" AISLADA 20-100Nm TV01101N – JONNESWAY	31,5	6,3
Kit Bloqueo Loto	9,2	1,8
Crimpeadora Conector MC4 2,5 a 6 mm	5,3	1,1
Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7	28,8	5,8
Notebook Samsung Galaxy Book4 15,6 I7 (4 computadores nuevos año 3)	57,5	11,5
Toyota Hilux 4x4	791,8	158,4
Toyota Hilux 4x4 (2 camionetas nuevas año 3)	1583,6	316,7
ThinkPad E14 Gen 7	157,6	31,5
Monitor HP Series 5	32,3	6,5
Televisor QNED 55" Smart TV 4K Ultra HD 55QNED70ASA 2025	54,5	10,9
Impresora Multifuncional Inyección a color DPT530DW Negro	3,5	0,7
Smart-UPS RT de APC 15kVA RM 230V, Online	331,4	66,3
Mobiliario básico de oficina	37,8	7,6
Multímetro y pinzas ampericas	115,0	23,0
Set de herramientas manuales	14,0	2,8
Pistola de calor	29,2	5,8
Totales	4978,9	995,8

Fuente: Elaboración propia

4.2. PROYECTO PURO Y FINANCIADO

4.2.1. Proyecto puro.

El proyecto puro corresponde a la evaluación del flujo de caja sin considerar ningún tipo de financiamiento externo. Se asume que el inversionista aporta el 100% del capital requerido para poner en marcha la empresa de servicios de operación y mantenimiento.

Para el análisis se utilizaron los siguientes parámetros:

- Unidad de Fomento (UF): \$39.646
- Impuesto: 27% correspondiente al Impuesto de Primera Categoría.
- Tasa de descuento: 8,49%.
- Horizonte de evaluación: 6 años.

Tabla 4.12: Flujo de caja Proyecto Puro

Año	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		8.880	13.320	22.200	28.860	39.960	51.060
(-) Egresos		-8.010	-8.761	-12.786	-13.867	-15.669	-17.471
(=) Margen		870	4.559	9.414	14.993	24.291	33.589
(-) Depreciación		-1.195,6	-1.192,1	-475,0	-1.295,6	-820,6	0
(+) Valor Residual							995,8
(-) Valor Libro							0
(-) Intereses L.P.							
(-) Intereses C.P.							
(-) Perdida del ejercicio anterior			-325,5				
(=) Utilidad antes de impuestos		-325,5	3.041,3	8.938,8	13.697,2	23.470,5	34.585,2
(-) Impuestos (27%)		0,0	-821,1	-2.413,5	-3.698,3	-6.337,0	-9.338,0
(=) Utilidad después de Impuestos		-325,5	2.220,1	6.525,3	9.999,0	17.133,5	25.247,2
(+) Perdida del ejercicio anterior			325,5				
(+) Depreciación		1.195,6	1.192,1	475,0	1.295,6	820,6	0
(+) Valor Libro							
(+) Créditos L.P.							
(+) Créditos C.P.							
(-) Amortizaciones de créditos L.P.							
(-) Amortizaciones de créditos C.P.							
(+/-) Capital de trabajo	-1.085,7						1.085,7
(-) Puesta en marcha	-76,3						
(-) Imprevistos (10%)	-614,1						
(-) Activo fijo	-3.337,8			-1.641,1			
(=) Flujo de Caja	-5.114	870	3.738	5.359	11.295	17.954	26.333
(=) FC Actualizado	-5.114	802	3.176	4.197	8.153	11.946	16.150
(=) FC Acumulado	-5.114	-4.312	-1.136	3.061	11.214	23.159	39.309

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1 Indicadores económicos

- VAN (UF): 39.309
- TIR (%): 82%
- PRI (Años): 3

4.3. Proyecto con financiamiento

A continuación, se evaluarán tres condiciones con distintos porcentajes de financiamiento externo, en las cuales el inversionista aportará 25%, 50% y 75% del capital requerido, respectivamente. Las condiciones generales consideradas para el análisis son las siguientes:

- Unidad de Fomento (UF): \$39.646 CLP/UF.
- Impuesto: 27%, correspondiente al Impuesto de Primera Categoría.
- Tasa de descuento: 8,49% anual, calculada según el costo de oportunidad del inversionista y el riesgo del proyecto.
- Horizonte de evaluación: 6 años.
- Tasa de interés anual del crédito: 4,66%, correspondiente a la tasa de colocación promedio del sistema financiero para operaciones reajustables (UF) con plazo mayor a 3 años, publicada por el Banco Central de Chile (BDE).

4.3.1. Proyecto financiado en un 25%.

Flujo de caja del proyecto con financiamiento del 25 %, considerando un crédito de 1.278,5 UF (ver Tabla 4.13).

Tabla 4.13: Flujo de caja financiado en un 25%

Año	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		8.880	13.320	22.200	28.860	39.960	51.060
(-) Egresos		-8.010	-8.761	-12.786	-13.867	-15.669	-17.471
(=) Margen		870	4.559	9.414	14.993	24.291	33.589
(-) Depreciación		-1.195,6	-1.192,1	-475,0	-1.295,6	-820,6	0
(+) Valor Residual							995,8
(-) Valor Libro							0
(-) Intereses L.P.		-59,6	-50,7	-41,5	-31,8	-21,7	-11,1
(-) Intereses C.P.							
(-) Perdida del ejercicio anterior			-385,1				
(=) Utilidad antes de impuestos		-385,1	2.931,0	8.897,3	13.665,4	23.448,9	34.574,1
(-) Impuestos (27%)		0,0	-791,4	-2.402,3	-3.689,7	-6.331,2	-9.335,0
(=) Utilidad después de Impuestos		-385,1	2.139,6	6.495,1	9.975,7	17.117,7	25.239,1
(+) Perdida del ejercicio anterior			385,1				
(+) Depreciación		1.195,6	1.192,1	475,0	1.295,6	820,6	0
(+) Valor Libro							
(+) Créditos L.P.	1.278,5						
(+) Créditos C.P.							
(-) Amortizaciones de créditos L.P.		-189,6	-198,4	-207,7	-217,3	-227,5	-238,1
(-) Amortizaciones de créditos C.P.							
(+/-) Capital de trabajo	-1.085,7						1.085,7
(-) Puesta en marcha	-76,3						
(-) Imprevistos (10%)	-614,1						
(-) Activo fijo	-3.337,8			-1.641,1			
(=) Flujo de Caja	-3.835	621	3.518	5.121	11.054	17.711	26.087
(=) FC Actualizado	-3.835	572	2.989	4.011	7.979	11.784	15.999
(=) FC Acumulado	-3.835	-3.263	-274	3.737	11.716	23.500	39.499

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1 Indicadores económicos

- VAN (UF): 39.499
- TIR (%): 95%
- PRI (Años): 3

4.3.2. Proyecto financiado con un 50%.

Flujo de caja del proyecto con financiamiento del 50 %, considerando un crédito de 2.557 UF (ver Tabla 4.14).

Tabla 4.14: Flujo de caja financiado en un 50%

Año	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		8.880	13.320	22.200	28.860	39.960	51.060
(-) Egresos		-8.010	-8.761	-12.786	-13.867	-15.669	-17.471
(=) Margen		870	4.559	9.414	14.993	24.291	33.589
(-) Depreciación		-1.195,6	-1.192,1	-475,0	-1.295,6	-820,6	0
(+) Valor Residual							995,8
(-) Valor Libro							0
(-) Intereses L.P.		-119,2	-101,5	-83,0	-63,6	-43,4	-22,2
(-) Intereses C.P.							
(-) Perdida del ejercicio anterior			-444,7				
(=) Utilidad antes de impuestos		-444,7	2.820,6	8.855,8	13.633,6	23.427,2	34.563,0
(-) Impuestos (27%)		0,0	-761,6	-2.391,1	-3.681,1	-6.325,3	-9.332,0
(=) Utilidad después de Impuestos		-444,7	2.059,1	6.464,8	9.952,5	17.101,8	25.231,0
(+) Perdida del ejercicio anterior			444,7				
(+) Depreciación		1.195,6	1.192,1	475,0	1.295,6	820,6	0
(+) Valor Libro							
(+) Créditos L.P.	2.557,0						
(+) Créditos C.P.							
(-) Amortizaciones de créditos L.P.		-379,1	-396,8	-415,3	-434,7	-454,9	-476,1
(-) Amortizaciones de créditos C.P.							
(+/-) Capital de trabajo	-1.085,7						1.085,7
(-) Puesta en marcha	-76,3						
(-) Imprevistos (10%)	-614,1						
(-) Activo fijo	-3.337,8			-1.641,1			
(=) Flujo de Caja	-2.557	372	3.299	4.883	10.813	17.467	25.841
(=) FC Actualizado	-2.557	343	2.803	3.824	7.806	11.622	15.848
(=) FC Acumulado	-2.557	-2.214	589	4.413	12.218	23.841	39.688

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.1 Indicadores económicos

- VAN (UF): 39.688
- TIR (%): 114%
- PRI (Años): 2

4.3.3. Proyecto financiado con un 75%.

Flujo de caja del proyecto con financiamiento del 75 %, considerando un crédito de 3.835,4 UF (ver Tabla 4.15).

Tabla 4.15: Flujo de caja financiado en un 75%

Año	0	1	2	3	4	5	6
(+) Ingresos		8.880	13.320	22.200	28.860	39.960	51.060
(-) Egresos		-8.010	-8.761	-12.786	-13.867	-15.669	-17.471
(=) Margen		870	4.559	9.414	14.993	24.291	33.589
(-) Depreciación		-1.195,6	-1.192,1	-475,0	-1.295,6	-820,6	0
(+) Valor Residual							995,8
(-) Valor Libro							0
(-) Intereses L.P.		-178,7	-152,2	-124,5	-95,5	-65,1	-33,3
(-) Intereses C.P.							
(-) Perdida del ejercicio anterior			-504,3				
(=) Utilidad antes de impuestos		-504,3	2.710,3	8.814,3	13.601,8	23.405,5	34.551,9
(-) Impuestos (27%)		0,0	-731,8	-2.379,9	-3.672,5	-6.319,5	-9.329,0
(=) Utilidad después de Impuestos		-504,3	1.978,5	6.434,5	9.929,3	17.086,0	25.222,9
(+) Perdida del ejercicio anterior			504,3				
(+) Depreciación		1.195,6	1.192,1	475,0	1.295,6	820,6	0
(+) Valor Libro							
(+) Créditos L.P.	3.835,4						
(+) Créditos C.P.							
(-) Amortizaciones de créditos L.P.		-568,7	-595,2	-623,0	-652,0	-682,4	-714,2
(-) Amortizaciones de créditos C.P.							
(+/-) Capital de trabajo	-1.085,7						1.085,7
(-) Puesta en marcha	-76,3						
(-) Imprevistos (10%)	-614,1						
(-) Activo fijo	-3.337,8			-1.641,1			
(=) Flujo de Caja	-1.278	123	3.080	4.645	10.573	17.224	25.594
(=) FC Actualizado	-1.278	113	2.617	3.638	7.632	11.460	15.697
(=) FC Acumulado	-1.278	-1.165	1.451	5.089	12.721	24.181	39.878

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.1 Indicadores económicos

- VAN (UF): 39.878
- TIR (%): 157%
- PRI (Años): 2

4.4. COMPARATIVO DE INDICADORES ECONÓMICOS.

Tabla 4.16: Resumen de indicadores económicos

Financiamiento	VAN	TIR	PRI
0%	39.309	82%	3
25%	39.499	95%	3
50%	39.688	114%	2
75%	39.878	157%	2

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 4.16, la mejor opción para realizar el proyecto es con un financiamiento externo del 75%, la rentabilidad alcanza los 39.878 UF, la inversión se recupera en el año 2 y la TIR asciende a 157%.

4.5. SENSIBILIZACIONES.

La sensibilización permite evaluar el comportamiento del proyecto ante variaciones en variables críticas, con el fin de identificar su nivel de riesgo. Para este análisis se modificaron los valores base del proyecto puro de los ingresos y egresos.

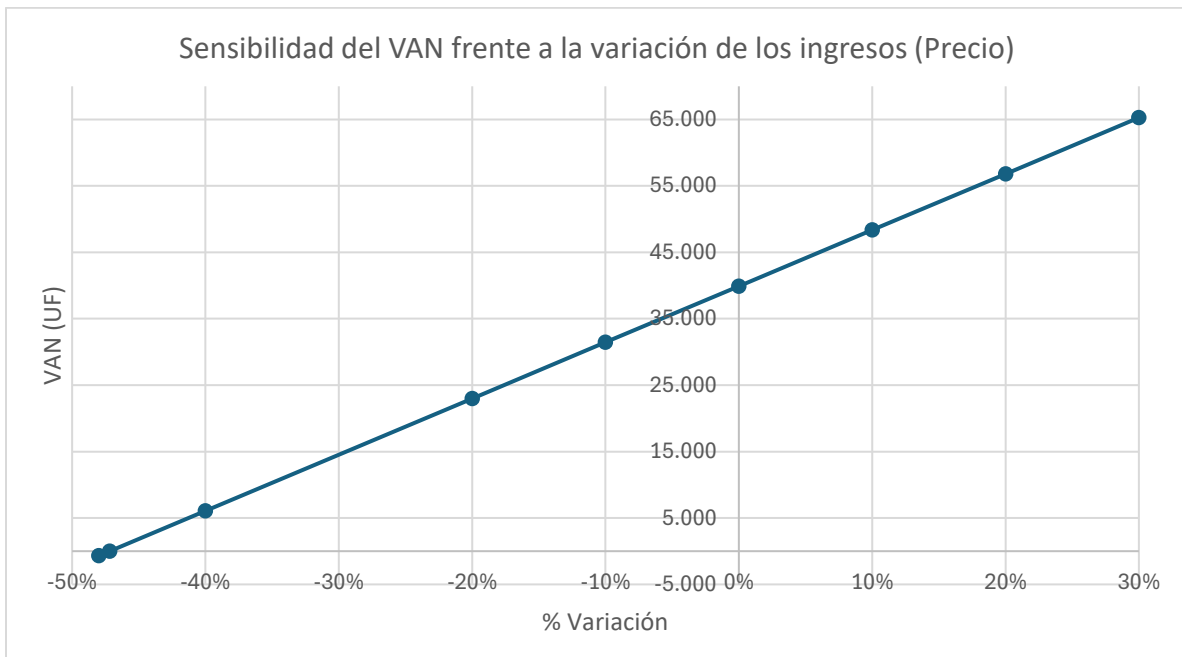
4.5.1. Sensibilización de los ingresos

La sensibilización se realizó sobre los ingresos del proyecto, variando el precio del servicio como la principal variable que determina la generación de beneficios. Esta variación se aplicó al escenario base con 75% de financiamiento, manteniendo constante la cantidad de plantas atendidas (ver Tabla 4.17).

Tabla 4.17: Sensibilización de ingresos

% Variación	VAN(UF)	TIR (%)	PRI(Años)
-48%	-719	6%	+ 6
-47%	0	8%	+ 6
-40%	6.047	29%	6
-20%	22.962	86%	4
-10%	31.420	119%	2
0%	39.878	157%	2
10%	48.335	199%	2
20%	56.793	247%	1
30%	65.251	299%	1

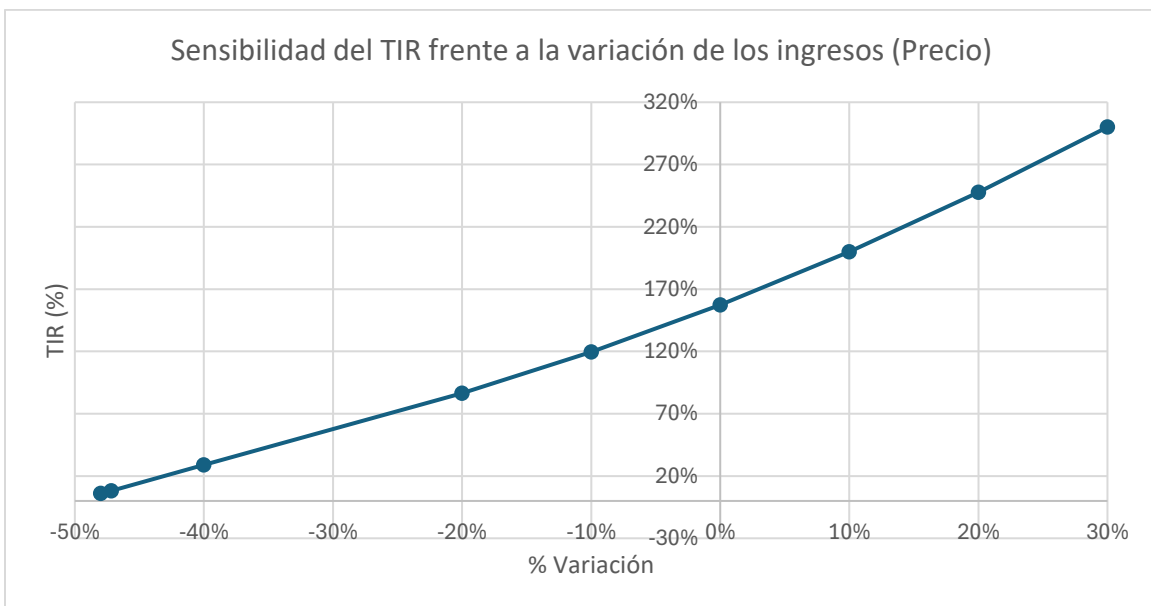
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Sensibilidad del VAN frente a la variación de los ingresos

El punto de quiebre del proyecto se alcanza con una disminución aproximada de -47,15% en los ingresos, escenario en el cual el VAN se reduce a 0 UF y la TIR desciende hasta un 8%, valor prácticamente equivalente a la tasa de descuento utilizada. Esto indica que, por debajo de dicho umbral, el proyecto deja de generar valor económico y pierde su viabilidad financiera.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Sensibilidad del TIR frente a la variación de los ingresos

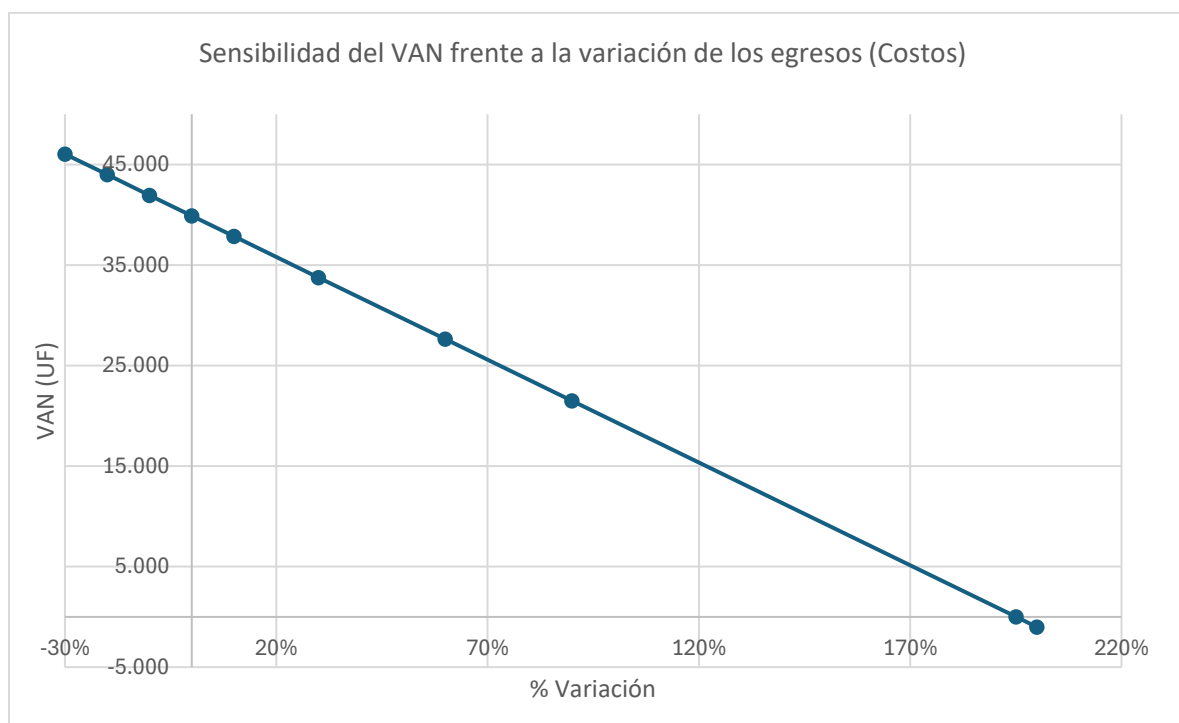
4.5.2. Sensibilización de los egresos

La segunda sensibilización se realizó sobre los egresos del proyecto, variando exclusivamente el costo más alto, correspondiente a las remuneraciones. Este ítem concentra la mayor proporción de los costos fijos y, en consecuencia, constituye la variable con el potencial de generar el impacto más significativo ante incrementos o disminuciones en los gastos operacionales (ver Tabla 4.18).

Tabla 4.18: Sensibilización de los egresos

% Variación	VAN(UF)	TIR (%)	PRI(Años)
-30%	46.015	212%	1
-20%	43.969	192%	2
-10%	41.923	173%	2
0%	39.878	157%	2
10%	37.832	141%	2
30%	33.741	115%	3
60%	27.603	84%	4
90%	21.466	61%	4
195%	0	8%	+ 6
200%	-1.037	7%	+ 6

Fuente: Elaboración propia

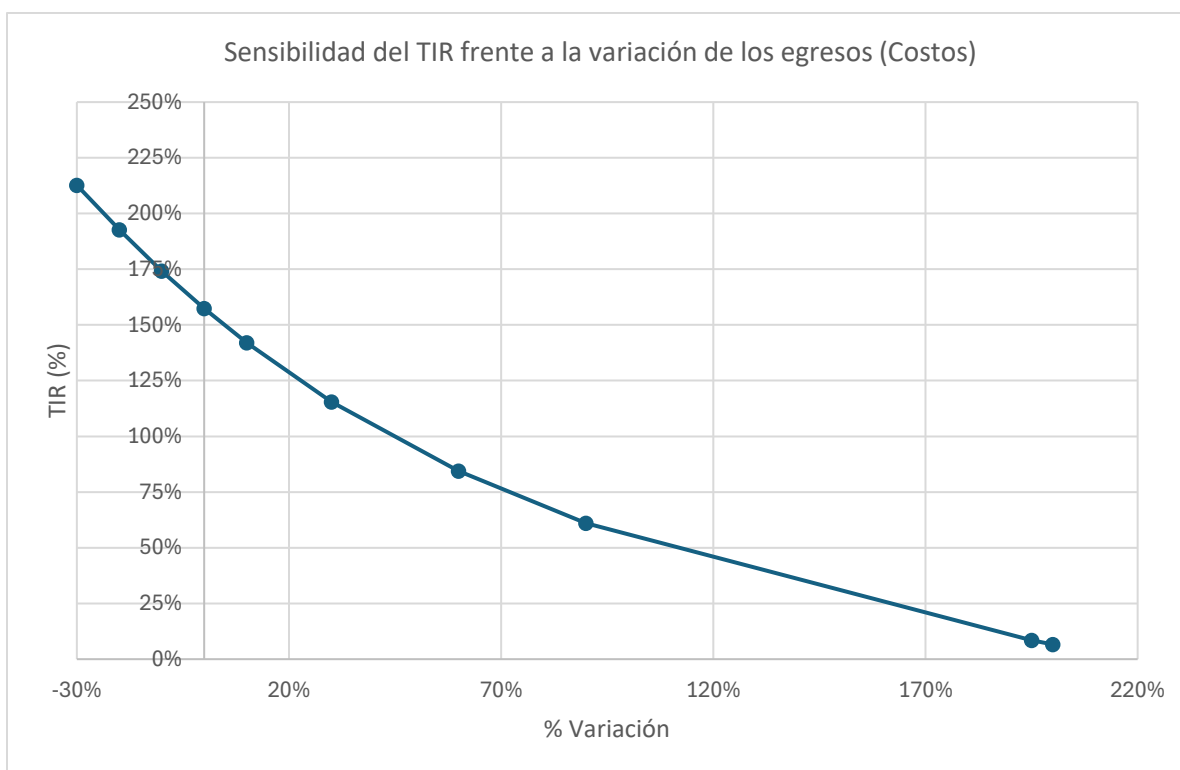


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Sensibilidad del VAN frente a la variación de los egresos

El gráfico evidencia una disminución gradual del VAN ante aumentos en los egresos, sin embargo, el proyecto mantiene valores positivos en todo el rango evaluado, lo que confirma su estabilidad financiera frente a variaciones en los costos.

El punto de quiebre del proyecto se alcanza con un aumento aproximado del 194,93% en los egresos, escenario en el cual el VAN se reduce a 0 UF y la TIR desciende hasta un 8%, valor prácticamente equivalente a la tasa de descuento utilizada. Esto indica que, por debajo de dicho umbral, el proyecto deja de generar valor económico y pierde su viabilidad financiera.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Sensibilidad del TIR frente a la variación de los egresos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de prefactibilidad realizado permite concluir que la creación de PMGDynamics corresponde a un proyecto viable tanto desde el punto de vista técnico como económico. El análisis del mercado PMGD evidencia la existencia de una demanda creciente por servicios de operación y mantenimiento en plantas solares fotovoltaicas, lo que constituye una oportunidad real para la entrada de una empresa especializada en este rubro.

Desde la perspectiva técnica, se definió una estructura operativa adecuada para cumplir con los requerimientos de monitoreo, mantenimiento y normativa aplicable a las plantas fotovoltaicas PMGD. Los recursos, procesos y equipamiento propuestos permiten iniciar las operaciones de manera segura, eficiente y alineada con los estándares del sector, asegurando un correcto funcionamiento del servicio.

En cuanto al aspecto económico, la evaluación financiera demuestra que el proyecto es rentable en todos los escenarios de financiamiento analizados. En el escenario sin financiamiento, el proyecto presenta un Valor Actual Neto (VAN) de 39.309 UF, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 82 % y un período de recuperación de la inversión (PRI) de 3 años. Para el escenario con 25 % de financiamiento, se obtiene un VAN de 39.499 UF, una TIR de 95 % y un PRI de 3 años. En el caso de un 50 % de financiamiento, los resultados indican un VAN de 39.688 UF, una TIR de 114 % y un PRI de 2 años. Finalmente, el escenario con 75 % de financiamiento presenta los mejores indicadores financieros, alcanzando un VAN de 39.878 UF, una TIR de 157 % y un PRI de 2 años. En conjunto, estos resultados confirman que el proyecto cumple con los criterios de aceptación definidos y mantiene su viabilidad económica bajo los distintos niveles de financiamiento evaluados.

Adicionalmente, el análisis de sensibilidad permitió evaluar el comportamiento del proyecto frente a variaciones en los ingresos y los costos operacionales. Los resultados evidencian que el proyecto presenta una mayor sensibilidad ante disminuciones en los ingresos que frente a incrementos en los costos, observándose indicadores financieros positivos en la mayoría de los escenarios analizados. Este comportamiento confirma que el principal riesgo del proyecto es de carácter comercial, asociado a la estabilidad de los ingresos.

Recomendaciones

En función de los resultados obtenidos, se recomienda profundizar el análisis comercial, con el propósito de identificar clientes potenciales, caracterizar con mayor precisión la disposición a pagar y reducir las brechas de información existentes respecto del mercado real.

Asimismo, se recomienda priorizar la suscripción de contratos de operación y mantenimiento de largo plazo, idealmente iguales o superiores a tres años, como estrategia para mitigar la sensibilidad del proyecto frente a eventuales disminuciones en los ingresos y asegurar flujos de caja estables en el tiempo.

También se recomienda revisar periódicamente la estructura de costos, considerando que las remuneraciones representan el gasto más significativo y pueden impactar directamente en la rentabilidad de largo plazo. En esta línea, se sugiere implementar sistemas de control operativo que permitan monitorear indicadores clave tales como disponibilidad, performance ratio (PR) y tiempos de respuesta ante eventos.

Finalmente, considerando que los resultados del estudio de prefactibilidad son favorables, se recomienda avanzar hacia un estudio de factibilidad, incorporando cotizaciones actualizadas, contratos preliminares y una planificación de implementación más detallada, que permita respaldar adecuadamente una eventual decisión de inversión.

BIBLIOGRAFÍA

- Bruno Fritsch S. A. (2025). *Bruno Fritsch*. Obtenido de Bruno Fritsch: <https://www.brunofritsch.cl/toyota-hilux/GUN125L-DGFLXF-DX44MT24-3>
- Asociación Chilena de Energía Solar ACESOL A.G. (2025). *ACESOL*. Obtenido de ACESOL Asociación Chilena de Energía Solar-AG: <https://acesol.cl/>
- Australia, SunBrush. (2019 - 2025). *sunbrush*. Obtenido de sunbrush cleaning systems: <https://sunbrush.com.au/>
- BANCO CENTRAL. (s.f.). https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_TASA_INTERES/MN_TASA_INTERES_09/TMS_16/T312.
- Cabach, R. C. (2025). *Preparación y Evaluación de proyectos (Presentación)*.
- Contatto. (2025). *CONTATTO*. Obtenido de CONTATTO SINCE 1994: <https://catalogo.contatto.cl/tienda/categoria/espacios-de-trabajo/mesas-multifuncionales/>
- Damodaran, A. (January de 2025). *pages.stern.nyu.edu*. Obtenido de Betas by Sector (US): https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- djstore. (s.f.). *djstore*. Obtenido de DJIdjstore.cl: <https://djstore.cl/>
- E2BIZ. (2021). *Energia.gob*. Obtenido de Energia.gob: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/e2biz-2021_proyeccion_de_generacion_distribuida.pdf
- Falabella.com SPA. (2025). *Falabella*. Obtenido de <https://www.falabella.com/falabella-cl/product/17302542/Notebook-Galaxy-Book4-15.6-Intel-Core-i7-16GB-512GB-Samsung/17302542>
- FLUKE. (s.f.). *FLUKE*. Obtenido de FLUKE: <https://www.fluke.com/es-mx/producto/camaras-termicas/tis60plus#>
- Fusion Media Limited. (2007 - 2025). *investing.com*. Obtenido de Investing.com: <https://www.investing.com/indices/ipsa-historical-data>

Google. (s.f.). Obtenido de Google Maps: https://www.google.com/maps/@-33.1808768,-70.6772992,3786m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MTIwOS4wIKXMDSokLD EwMDc5MjA3M0gBUAM%3D

Improtek. (2025). *IMPROTEK*. Obtenido de <https://www.improtek.cl/producto/fluke-393-fc/>

iStockphoto LP. (2025). *.istockphoto*. Obtenido de IStock by Getty images: <https://www.istockphoto.com/search/2/image?mediatype=illustration&page=2&phrase=cartoon+of+industrial+safety+harness>

Lenovo. (2025). *LENOVO*. Obtenido de LENOVO: https://www.lenovo.com/cl/es/p/notebooks/thinkpad/thinkpad-e/thinkpad-e14-gen-7-14-inch-intel-laptop/len101t0143?orgRef=https%253A%252F%252Fwww.bing.com%252F&msockid=13b611c80d5e621a04ad05f40ce763dc#tech_specs

Megger. (2025). *Megger*. Obtenido de <https://www.megger.com/es/producto/mit2500>

METREL. (2025). *METREL*. Obtenido de [file:///C:/Users/krish/Downloads/METREL%20MI%203116%20PV%20AnalyserXA_SPA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/krish/Downloads/METREL%20MI%203116%20PV%20AnalyserXA_SPA%20(1).pdf)

Natura Energy. (2025). *Naturaenergy*. Obtenido de NATURA ENERGY: <https://www.naturaenergy.cl/product/crimpeadora-conector-mc4-2-5-a-6-mm>

OceanProo. (2025). *Oceanproo*. Obtenido de OCEANPROO: <https://oceanproo.com/piranometro-solar-light-pma2144-digital-class-ii-pyranometer/>

Rims Chile. (2025). *RIMS*. Obtenido de <https://rims.cl/products/llave-de-torque-12-aislada-20-100nm-tv01101n>

Servicio de Impuestos Internos. (1 de Enero de 2003). *SII*. Obtenido de SII: https://www.sii.cl/valores_y_fechas/tabla_vida_util_activo_inmovilizado.html

SODIMAC. (2025). Obtenido de SODIMAC: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/129863190/Set-Herramientas-Aislados-Vde-Ingco-Industri-16-Pz-Hkith1601/129863191>

Solcor Chile Energia solar para empresas. (2025). *solcorchile*. Obtenido de SOLCOR CHILE: <https://solcorchile.com/pmgd/>

Soypositivo. (2025). *soypositivo*. Obtenido de SOYpositivo: <https://www.soypositivo.com/>

Underwork. (2025). *UNDERWORK*. Obtenido de <https://underwork.cl/products/kit-bloqueo-loto-intermedio-underwork>

V, S. C. (2021). *Coordinador eléctrico nacional*. Obtenido de Coordinador eléctrico nacional: <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2021/01/08-Ap%C3%A9ndice-VIII-Proyecci%C3%B3n-de-Generaci%C3%B3n-Distribuida-Periodo-2020-2040.pdf>

ANEXOS

Especificaciones técnicas de equipos considerados

El presente anexo presenta las especificaciones técnicas de los equipos de diagnóstico y medición considerados en el proyecto, utilizadas como respaldo para la selección técnica de los equipos del proyecto.

Comprobador de instalaciones eléctricas y fotovoltaicas Analizador MI 3116 PV XA



El analizador fotovoltaico MI 3116 PV XA es un comprobador avanzado de instalaciones eléctricas y fotovoltaicas diseñado para obtener la máxima eficiencia y precisión. Combina las mediciones de aislamiento e IV de sistemas fotovoltaicos de 1500 V en un solo dispositivo, al tiempo que garantiza pruebas precisas de paneles fotovoltaicos de alta eficiencia. Una unidad remota inalámbrica (wifi) permite medir y registrar en tiempo real la irradiación y la temperatura de la célula, lo que mejora la recopilación de datos. La función de prueba automática para las pruebas de categoría 1 agiliza el funcionamiento, mientras que la innovadora función de corrección permite a los usuarios ajustar parámetros previamente incorrectos en mediciones completadas o en grupos de prueba completos, lo que garantiza una mayor precisión y fiabilidad en el diagnóstico del sistema fotovoltaico.

FUNCIONES DE MEDICIÓN

- Tensión máxima del sistema de hasta **1500 VDC**.
- Corriente máxima de la cadena (string) hasta **40 ADC**.
- Resistencia de aislamiento de cadenas (strings) hasta **1500 V**.
- Soporte para **paneles bifaciales**.
- **Prueba de curva IV**.
- Prueba de Isc y Uoc.
- Continuidad de conductores PE.
- Prueba de polaridad.
- Adquisición de irradiación y temperatura del panel fotovoltaico.

CARACTERÍSTICAS CLAVE

- **Medición del aislamiento y curvas IV de sistemas fotovoltaicos de hasta 1500 V en un solo instrumento**.
- Medición de **paneles fotovoltaicos de alta eficiencia**.
- Método de medición capacitivo.
- **Unidad remota inalámbrica (wifi)** para medir y registrar irradiación y la temperatura de los paneles fotovoltaicos.
- **Prueba automática para pruebas de categoría 1.**

- Cálculo de los valores STC y comparación con los datos nominales.
- **Corrección de parámetros** introducidos incorrectamente con anterioridad en una **medición** o grupo de mediciones ya ejecutadas.
- El instrumento se controla a través de una **pantalla táctil a color** a través de la cual el usuario puede preparar e iniciar la prueba o medición seleccionada, almacenar los resultados y revisarlos en formato numérico y gráfico.
- Organizador de memoria. **operaciones sobre una medición o un A grupo de mediciones**, funcionalidad de búsqueda.
- **Gestor de la base de datos de paneles fotovoltaicos**.
- Auto-Seuencias (programas automáticos de prueba).
- El Metrel Electrical Safety Manager (MESM) SW 1201 es una potente solución de software diseñada para agilizar las pruebas de seguridad eléctrica. Permite a los usuarios predefinir estructuras de medición, cargar o descargar datos de prueba y revisar los resultados de manera eficiente. Con funciones avanzadas como el análisis de curvas de I/U, un explorador de bases de datos de paneles fotovoltaicos y la generación de informes profesionales, MESM

mejora la eficiencia del flujo de trabajo y garantiza una gestión de datos precisa.

APLICACIÓN

- **Pruebas de grandes plantas fotovoltaicas de hasta 1500 V**
- Pruebas de la primera inspección.
- Pruebas periódicas.
- Pruebas de mantenimiento.
- Evaluación y solución de problemas.
- Generación de informes.

NORMAS

Funcionalidad

- EN 62446
- EN 61557

Compatibilidad electromagnética

- EN 61326-1

Seguridad

- EN 61010-1
- EN 61010-2-30
- EN 61010-031

Fuente: METREL (sitio web)

Figura 0.1A: Ficha técnica del analizador de curvas I-V Metrel MI 3116 PV Analyser XA

DATOS TÉCNICOS

Pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz con iFlex CAT III 1500 V Fluke 393 FC



TOME MEDIDAS DE FORMA SEGURA
Pinza amperimétrica CAT III 1500 V

MORDAZA VERSÁTIL

Mordaza pequeña para acceder a cables en cajas combinadoras de alta densidad, capaz de sujetar varios cables

PROTECCIÓN IP54

Para trabajos en exteriores en entornos con polvo o humedad

MÁS FUNCIONES, PROTECCIÓN AUTOMÁTICA

Trabaja de forma eficaz con medidas de CC, indicador acústico de polaridad y función Visual Continuity

La única pinza amperimétrica de CAT III 1500 V del mundo

La pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz con iFlex CAT III 1500 V Fluke 393 FC está especialmente diseñada para técnicos que trabajen en entornos de hasta 1500 V como paneles solares, energía eólica, ferrocarriles eléctricos o bancos de baterías de centros de datos para SAI. La pinza puede medir hasta 1500 V CC, 1000 V CA y hasta 999.9 A CC o CA a través de la mordaza. La sonda de corriente flexible iFlex incluida amplía las medidas de CA hasta 2500 A.

La pinza cuenta con una mordaza pequeña que le permite acceder a cables de cajas combinadoras de alta densidad. Los cables de prueba se han diseñado pensando en su trabajo y tienen una categoría de seguridad CAT III 1500 V.

Otras funciones esenciales:

- IP54. Ideal para trabajar al aire libre en paneles solares o sistemas de energía eólica
- Medida de CC con lecturas en kVA
- El indicador acústico de polaridad ayuda a evitar conexiones erróneas en los cables
- Cuando se activa Visual Continuity se emite una luz verde brillante en la pantalla, ideal para trabajar en entornos oscuros y ruidosos
- Registro y generación de informes de los resultados de las pruebas a través del software Fluke Connect

Al medir CA, la sonda de corriente flexible iFlex ofrece un acceso inigualable a cables en espacios reducidos. La sonda iFlex se puede retorcer y girar en espacios extremadamente pequeños y proporciona medidas exactas de corriente.



Fuente: IMPROTEK (sitio web)

Figura 0.2A: Ficha técnica Fluke 393 FC, Pinza Amperimétrica

MIT2500

Comprobadores de aislamiento CATIV

Megger



- Pruebas de aislamiento de hasta 2.5 kV e intervalo de 200 GΩ en un instrumento de mano
- Terminal protector para una precisión de alta resistencia
- Tensión de prueba de aislamiento ajustable de 50 V a 2500 V
- Tensión de prueba de aislamiento estabilizada
- Opciones de recarga a través de red eléctrica y carga dentro de vehículo
- Pruebas de continuidad con un solo intervalo y más rápidas, desde 0.01 Ω a 1 MΩ
- Índice de polarización (PI) y relación de absorción dieléctrica (DAR)
- Aplicaciones de tipo CAT IV 600 V
- Compatible con CertSuite Asset

Fuente: Megger (sitio web)

Figura 0.3A: Ficha técnica del comprobador de aislamiento Megger MIT2500



DATOS TÉCNICOS

Cámara termográfica Fluke TiS60+



Realice un buen trabajo a la primera

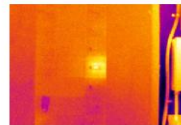
Aumente el rendimiento de su equipo con una resolución de 320 x 240. Las imágenes infrarrojas tomadas con la TiS60+ capturan diferencias de temperatura más pequeñas a una mayor distancia. Si la termografía es algo nuevo para usted o si su cámara es utilizada por un equipo con diferentes niveles de experiencia, la TiS60+ ofrece un enfoque fijo fácil de usar.

- Resolución de 320 x 240 que proporciona la claridad y el detalle de imagen que necesita
- Pantalla LCD de 3,5" para que pueda identificar los posibles problemas sobre el terreno
- Enfoque fijo fácil de usar, basta con apuntar y disparar
- Mida hasta 400 °C para ocuparse de todas sus aplicaciones
- Captura, revisión y almacenamiento de imágenes con una sola mano

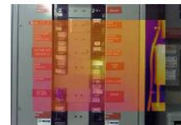
Vea el problema y su localización en una misma imagen con la tecnología IR-Fusion™.

IR-Fusion es la tecnología patentada por Fluke Corporation que automáticamente captura una imagen digital de luz visible y una imagen infrarroja. La cámara combina dos imágenes, pixel a pixel. De esta forma puede ver la imagen completa en luz infrarroja o visible o en varios grados de combinación intermedios.

La ubicación de un objetivo infrarrojo se puede identificar con precisión aun si el contraste infrarrojo es bajo y hay muy poca estructura en la imagen infrarroja.



Infrarrojo completo



Combinación al 50%, modo Picture-in-Picture (PIP: imagen en imagen)



Fuente: FLUKE (sitio web)

Figura 0.4A: Ficha técnica de cámara termográfica Fluke TiS60+



La Serie Mavic 3 Enterprise redefine los estándares de la industria para los drones comerciales pequeños. Con un obturador mecánico, una cámara con zoom 56x y un módulo RTK para lograr precisión centimétrica, el Mavic 3E lleva la eficiencia de la cartografía y de las misiones a nuevas cotas. Una versión térmica está disponible para misiones de extinción de incendios, búsqueda y rescate, inspecciones y operaciones nocturnas.



Fuente: DJISTORE (sitio web)

Figura 0.5A: Ficha técnica de Drone DJI Mavic 3 Thermal

PIRANÓMETROS

PMA2144 Digital Class II Pyranometer

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Los piranómetros digitales de clase I y clase II con clasificación ISO de Solar Light miden la radiación hemisférica global de 300 a 2800 nm. Utilizan tecnología de termopila, lo que garantiza una sensibilidad espectral muy amplia, planitud excepcional y excelente estabilidad a largo plazo. Estos piranómetros cuentan con un elemento sensor de unión de termopar sesenta y cuatro. El elemento sensor está recubierto con una capa no orgánica a base de carbono altamente estable, que ofrece excelentes características de absorción espectral. El elemento sensor está alojado bajo una sola cúpula de vidrio. El domo de vidrio óptico de precisión actúa como un filtro, con paso de banda espectral que permite que el espectro solar completo pase al sensor. La cúpula de vidrio también protege el sensor de los elementos. El sensor es una termopila ennegrecida de alta calidad. El calentamiento del sensor por la radiación solar entrante produce una señal en el rango de μ voltios. Cada piranómetro tiene su propio factor de calibración. Junto con el algoritmo de procesamiento, se programa en un chip de memoria integrado en el sensor.

Fuente: OCEANPROO (sitio web)

Figura 0.6A: Ficha técnica de Piranómetro Solar Light PMA2144 Digital Class II