

**Plan de negocios para una empresa de comercialización y mantenimiento de paneles
solares en Aguachica, Cesar**

Breyndi Yineht Pérez Sosa

Camila Fernanda Hernández Moncada

Departamento de Ciencias Administrativas Contables y Económicas

Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica

Administración de Empresas

Yazmin Hernández Álvarez

2025

Autorización para publicar y permitir la consulta y uso de obras en el Repositorio Institucional

Los autores o titulares del derecho de autor de la obra (trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, entre otros) denominado:

Plan de negocios para una empresa de comercialización y mantenimiento de paneles solares en Aguachica, Cesar.

Con base en el presente documento otorgamos a la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR una licencia no exclusiva, limitada y gratuita de conformidad con la normatividad vigente en la materia sobre la obra antes mencionada que se integra en el repositorio Institucional respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes y que se ajusta a las siguientes características:

- a) Los autores autorizan publicar la obra en el formato que se requiera (impreso, digital, electrónico o cualquier otro conocido o por conocer) así como su puesta a disposición en Internet.
- b) Tendrá una vigencia desde el momento en que se incluya en el repositorio y durante tres (3) años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor o autores podrá dar por terminada la licencia solicitándola a la Universidad con una antelación de dos (2) meses antes de la correspondiente prórroga.
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por tanto, renuncian a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia Creative Commons con que se publica y que admiten conocer.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original, producto de su ingenio y esfuerzo personal, sobre la que tienen los derechos y que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR y ante terceros.
- e) Los autores autorizan a la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Los autores autorizan la distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR tenga convenio.
- g) Los autores aceptan que la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

En constancia de lo anterior suscribimos el presente documento en la ciudad de Aguachica - Cesar

Fecha: 06/ 10/2025

Nombres y Apellidos: Camila Fernanda Hernández Moncada

Tipo de documento de identidad: CC X TI.____ CE____ **Número:** 1.006.440.593

Nombre y Apellidos: Breyndi Yineth Pérez Sosa

Tipo de documento de identidad: CC X TI ____CE____ **Número:** 1.007.582.326

Nota de Aceptación

Jaime Arturo Hernández Espinosa
Evaluador 1

Yaqueline Quintero Jiménez
Evaluadora 2

Yazmin Hernández Álvarez
Directora de proyecto

Aguachica Cesar, Fecha de sustentación (1 de octubre de 2025).

Dedicatoria

Dedico este trabajo, primordialmente, a Dios, mi protector y salvador, por su amor incondicional, sabiduría y refugio. A mis padres y hermanos, por creer siempre en mí e impulsarme siempre a dar lo mejor de mí y por ser mi mayor apoyo. Gracias a la profesora yazmin, por su dedicación y tiempo.

Camila Fernanda Hernández Moncada

A Dios, por darme la luz y la fuerza en cada paso; a mi madre, verdadero pilar de mi vida; a mis hermanos y amigos, por acompañarme con cariño y aliento; y a mis maestros, por sembrar en mí el valor del conocimiento.

Breyndi Yineth Pérez Sosa

Agradecimientos

*Agradezco a Dios mi padre celestial por permitirme avanzar cada día, a mis padres y abuelos
por el apoyo constante, paciencia y amor.*

*Gracias por estar siempre ahí sin juzgar, ayudándome a salir de situaciones de angustias y
desesperó. Sin ustedes nada de mi vida sería felicidad.*

Camila Fernanda Hernández Moncada

*A Dios, por darme la fortaleza para culminar este proyecto; a mis docentes, por su guía y
dedicación durante mi formación; y a mi familia y amigos, por su apoyo incondicional y constante
motivación.*

Breyndi Yineth Pérez Sosa

Resumen del Trabajo de Grado

Autores: Breyndi Yineht Pérez Sosa y Camila Fernanda Hernández Moncada

Director: Yazmin Hernández Álvarez

Título: Plan de negocios para una empresa de comercialización y mantenimiento de paneles solares en Aguachica, Cesar

Resumen

Este proyecto formula un plan de negocios en Aguachica, Cesar, enfocada en la venta e instalación de sistemas solares con servicios de Operación y Mantenimiento (O&M). Su propósito es demostrar la factibilidad comercial, técnica y financiera de una propuesta basada en kits residenciales (3–7 kilovatios pico, kWp) y comerciales (10–30 kWp), respaldados con O&M bajo Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA, por sus siglas en inglés) de 24 a 48 horas y opciones de financiación, con el fin de reducir costos energéticos y acelerar la transición energética local. La metodología combina: i) encuesta a 150 hogares y negocios para medir intención de compra, disposición a pagar y condiciones de techos; ii) análisis competitivo frente a WIREM, Solar Solutions y SS&D; iii) diseño de la propuesta de valor y segmentación; iv) arquitectura operativa con Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), procesos según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), además de inventarios ABC con punto de reorden (ROP); v) proyecciones financieras a cinco años con estimaciones de ingresos, costos de materiales (BOM, Bill of Materials $\leq 63\%$), gastos fijos y capital de trabajo, evaluadas con Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio-Costo (RBC). Los resultados evidencian un mercado receptivo, con alta preferencia empresarial por financiación y O&M, y capacidad inicial de nueve instalaciones mensuales. La rentabilidad proyectada es positiva (VAN superior a 952 millones COP, TIR $\approx 80\%$, RBC = 3,90) y la liquidez crece de forma sostenida, concluyendo que el proyecto es viable y sostenible.

Palabras clave: Creación de empresa, comercialización, fotovoltaico, paneles solares, viabilidad empresarial.

Summary of the Degree Project

Authors: Breyndi Yineht Perez Sosa y Camila Fernanda Hernandez Moncada

Director: Yazmin Hernandez Alvarez

Title: Business plan for a solar panel marketing and maintenance company in Aguachica, Cesar

Abstract

This project develops a business plan in Aguachica, Cesar, focused on the sale and installation of solar systems with Operation and Maintenance (O&M) services. Its purpose is to demonstrate the commercial, technical, and financial feasibility of a proposal based on residential (3–7 kilowatt-peak, kWp) and commercial (10–30 kWp) kits, supported by O&M under 24- to 48-hour Service Level Agreements (SLAs) and financing options, with the goal of reducing energy costs and facilitating the local energy transition. The methodology combines: i) a survey of 150 households and businesses to measure purchase intent, willingness to pay, and roof conditions; ii) a competitive analysis against WIREM, Solar Solutions, and SS&D; iii) a value proposition design and segmentation; iv) an operational architecture with a Work Breakdown Structure (WBS), processes according to the Technical Regulations for Electrical Installations (RETIE) and International Electrotechnical Commission (IEC) standards, as well as ABC inventories with reorder points (ROP); v) five-year financial projections with estimates of revenue, material costs (BOM, Bill of Materials $\leq 63\%$), fixed expenses, and working capital, evaluated using Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Benefit-Cost Ratio (BCR). The results show a receptive market, with a high business preference for financing and O&M, and an initial capacity of nine installations per month. The projected profitability is positive (NPV greater than 952 million COP, $IRR \approx 80\%$, $RBC = 3.90$) and liquidity grows steadily, concluding that the project is viable and sustainable.

Keywords: Business creation, marketing, photovoltaics, solar panels, business viability.

Tabla de Contenido

Introducción.....	14
Capítulo I. Generalidades del proyecto	16
Justificación	16
Antecedentes del proyecto	18
Objetivos	21
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos.....	21
Capítulo II. Plan de Mercado.....	22
Análisis de la industria, el cliente y la competencia	22
Análisis de la industria (solar fotovoltaica distribuida)	22
Análisis del cliente (segmentos y decisión de compra).....	23
Análisis de la competencia (local, departamental y nacional)	24
Descripción del producto o servicio	25
Diagnóstico del mercado	31
Diseño metodológico propuesto (Enfoque mixto)	31
Encuesta estructurada (Apéndice A)	33
Análisis y procesamiento de datos	34
Mercado meta final.....	53
Propuesta de valor por segmento	54
DOFA del mercado (Aguachica y entorno)	55
Análisis del diagnóstico del mercado	55
Matriz de gestión estratégica.....	58
Concepto del producto o servicio.....	61
Propuesta de valor	61
Capítulo III Estrategias de mercadeo y ventas	63
Segmento de mercado	63
Estrategias de ventas	64
Proyecciones de mercado y ventas.....	66
Políticas de cartera	70

Capítulo IV. Plan de operaciones	73
Descripción del proceso	73
Plan de producción	76
Plan de adquisiciones y requerimientos	79
Infraestructura y layout (diseños) requerido	81
Costos de producción	82
Parámetros técnicos especiales.....	83
Factibilidad ambiental del proyecto	86
Capítulo V. Plan de gestión de los recursos humanos.....	90
Identificación del equipo de RRHH de la EDT por perfil y competencias centrales ...	90
Mecanismos para lograr el desarrollo de los RRHH de la EDT	93
Capítulo VI. Plan organizacional y creación de la EDT.....	96
Estructura organizacional de la EDT	96
Aspectos asociados a la constitución del emprendimiento	97
Gastos de la puesta en marcha.....	100
Capítulo VII. Plan económico y financiero	102
Fuentes de financiación del proyecto	102
Costos y gastos de personal.....	102
Gastos anuales de administración	103
Estados financieros básicos.....	106
Evaluación financiera.....	111
Conclusiones.....	118
Recomendaciones	120
Referencias Bibliográficas.....	122

Lista de Figuras

Figura 1. Tipo de respondiente.....	34
Figura 2. Rango de factura mensual de energía.....	35
Figura 3. Tipo de vivienda.....	35
Figura 4. Tendencia vivienda	36
Figura 5. Espacio disponible en techo	38
Figura 6. Distribución por bandas de intención.....	39
Figura 7. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Motivadores	40
Figura 8. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Barreras	41
Figura 9. Método de pago preferido	42
Figura 10. Disposición a contratar mantenimiento anual	43
Figura 11. Preferencia de proveedor.....	44
Figura 12. Preferencia de proveedor.....	45
Figura 13. Factura mensual de energía.....	46
Figura 14. Horario de mayor consumo.....	46
Figura 15. Distribución por bandas de intención.....	47
Figura 16. % en nivel alto (4-5) - Motivadores	48
Figura 17. % en nivel alto (4-5) - Barreras.....	49
Figura 18. Método de pago preferido	50
Figura 19. Disposición a contratar mantenimiento anual	51
Figura 20. Preferencia de consumidor.....	52
Figura 21. Flujograma de proceso operativo.....	75
Figura 22. Plano layout interno – distribución de áreas (288 m2)	81
Figura 23. Estructura organizacional.....	96

Lista de Tablas

Tabla 1. Análisis de la competencia	24
Tabla 2. Ficha técnica - Paneles monocristalinos 410–605 Wp	26
Tabla 3. Ficha técnica - Inversores string monofásicos/trifásicos 3–30 kW	27
Tabla 4. Ficha técnica - Estructuras y protecciones eléctricas	27
Tabla 5. Ficha técnica - Kit Residencial On-Grid 3–7 kWp	28
Tabla 6. Ficha técnica - Kit Negocios On-Grid 10–30 kWp	29
Tabla 7. Ficha técnica - Plan Básico (anual)	29
Tabla 8. Ficha técnica - Plan Plus (semestral).....	30
Tabla 9. Ficha técnica - Plan Premium (trimestral).....	30
Tabla 10. Ficha técnica - Notas generales (aplican a todas las fichas).....	31
Tabla 11. Tipo de respondiente	34
Tabla 12. Rango de factura mensual de energía.....	35
Tabla 13. Tipo de vivienda	36
Tabla 14. Tendencia vivienda.....	37
Tabla 15. Espacio disponible en techo	38
Tabla 16. Distribución por bandas de intención	39
Tabla 17. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Motivadores.....	40
Tabla 18. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Barreras.....	42
Tabla 19. Método de pago preferido	43
Tabla 20. Método de pago preferido	43
Tabla 21. Preferencia de proveedor.....	44
Tabla 22. Preferencia de proveedor.....	45
Tabla 23. Factura mensual de energía	46
Tabla 24. Horario de mayor consumo	47
Tabla 25. Distribución por bandas de intención	48
Tabla 26. % en nivel alto (4-5) - Motivadores	49
Tabla 27. % en nivel alto (4-5) - Barreras	50
Tabla 28. Método de pago preferido	51

Tabla 29. Disposición a contratar mantenimiento anual	52
Tabla 30. Preferencia de consumidor	53
Tabla 31. Mercado meta final.....	53
Tabla 32. Propuesta de valor por segmento.....	54
Tabla 33. Matriz DOFA	55
Tabla 34. Matriz ANSOFF	59
Tabla 35. Matriz de estrategias por canal	65
Tabla 36. Supuestos de valor y mix (base Año 1).....	67
Tabla 37. Proyección mensual de ventas.....	68
Tabla 38. Proyección anual de ventas	68
Tabla 39. Políticas de cartera.....	70
Tabla 40. Materias primas e insumos requeridos	77
Tabla 41. Capacidad de producción	78
Tabla 42. Presupuesto de adquisición de maquinarias y equipos (COP)	79
Tabla 43. Presupuesto de materias primas e insumos proyectados	80
Tabla 44. Costos unitarios por tipo de instalación (M COP, Año 1).....	83
Tabla 45. Costos fijos mensuales (CIF fijos y soporte operativo).....	83
Tabla 46. Mapa de roles por EDT	90
Tabla 47. Perfiles y competencias por cargo (resumen ejecutivo).....	91
Tabla 48. Matriz de competencias (muestra de evaluación por rol).....	92
Tabla 49. Cronograma de constitución.....	99
Tabla 50. Gastos de la propuesta en marcha	100
Tabla 51. Nómina detallada por cargo (Año 1).....	102
Tabla 52. Resumen anual por área (Año 1)	103
Tabla 53. Gastos anuales de administración.....	103
Tabla 54. Composición de capital social	104
Tabla 55. Fuentes de financiación del proyecto	105
Tabla 56. Estado de resultados proyectado (Años 1–5, Millones de peso colombiano COP)	106
Tabla 57. <i>Estado de Flujo</i> de efectivo (Millones de pesos colombianos)	107

Tabla 58. Indicadores de evaluación financiera	108
Tabla 59. Estado de situación financiera proyectado (simplificado, Millones peso colombiano, COP)	108

Introducción

Esta propuesta, en términos generales, presenta el plan de negocios para una compañía en Aguachica, Cesar, que se dedicara a la venta e instalación de sistemas solares y ofrece un servicio de mantenimiento (en sus siglas de O&M, Operación y Mantenimiento). El documento se considera una guía integral para pasar de la oportunidad identificada a la ejecución disciplinada. Delimita el problema que soluciona —costos energéticos, necesidad de resiliencia y transición energética—, también delimita el alcance a las ventas de kits fotovoltaicos residenciales y comerciales más O&M, y adopta un enfoque centrado en el valor al cliente y en el desempeño medible del sistema (IEC/PR), lo cual es coherente con prácticas actuales de gestión de servicios y marketing basado en datos (Zeithaml et al., 2018; Kotler et al., 2021).

Primero, el lector hallará un diagnóstico del mercado que resume la demanda local potencial, los patrones de consumo de empresas y hogares, así como la estructura competitiva a nivel departamental e inmediato. Este bloque respalda el posicionamiento y los segmentos objetivo mediante la segmentación, el análisis del cliente y el mapeo de competencia. Asimismo, define la propuesta de valor (kits estándar por capacidad, financiación integrada y O&M con SLA 24–48 h) y el modelo de precios por valor, que está alineado con la disposición de pago y con cercos de complejidad (Nagle y Müller, 2018; Kotler et al., 2021).

El plan organizacional expone la estructura por procesos (EDT), los roles esenciales y las habilidades, además de los métodos para reclutar, incorporar y capacitar en 30-60-90, con el fin de disminuir el tiempo hasta alcanzar la competencia y garantizar seguridad y calidad en el lugar (Armstrong, 2020; ISO, 2019; SHRM, 2022; PMI, 2021). El plan económico-financiero, por último, consolida las proyecciones a cinco años (ingresos por instalación y O&M, costos, gastos, CAPEX y capital de trabajo), la estructura de financiamiento (deuda y patrimonio) y la valoración de viabilidad mediante pruebas de estrés sobre variables clave, TIR, VAN y RBC. Estos procedimientos se llevan a cabo

siguiendo los estándares para valorar proyectos (Koller et al., 2020; Brealey et al., 2020; Horngren et al., 2020).

En resumen, el documento brinda una perspectiva integral de qué se hará, cómo se llevará a cabo y con qué recursos y resultados previstos, para que quien lo lee tenga un mapa claro para la decisión y la implementación.

Capítulo I. Generalidades del proyecto

Justificación

En la región Caribe, particularmente en el municipio de Aguachica, Cesar se evidencia un problema estructural asociado al servicio eléctrico por la coincidencia de tres elementos: i) una mayor presión sobre el costo y calidad del suministro eléctrico en la región Caribe, ii) un recurso solar abundante y constante en el área, y iii) un marco regulatorio e incentivador que disminuye las barreras para la adopción de los usuarios residenciales, comerciales e industriales. Los precios finales en los mercados Caribe Mar y Caribe Sol, donde están ubicadas Afinia y Air-e, se han mantenido entre los más elevados de la nación, afectando de forma directa a hogares y empresas locales, en especial a los consumidores corporativo.

Frente a este contexto, Aguachica es un escenario ventajoso ya que cuenta con un recurso solar abundante y constante, con irradiaciones globales anuales superiores a 4,5 kWh/m²·día y una escasa variabilidad estacional. Estas circunstancias posibilitan factores de planta beneficiosos para sistemas fotovoltaicos distribuidos y aseguran un rendimiento constante en contratos de servicio posventa (O&M). Estas condiciones han sido registradas por la UPME en el Plan de Energización Rural Sostenible del Cesar y concuerdan con los mapas aprobados del Global Solar Atlas.

En Colombia, el marco normativo es propicio para invertir en energía solar. La Ley 1715 de 2014 y su actualización, la Ley 2099 de 2021, afianzaron instrumentos como deducciones en renta para proyectos de fuentes no tradicionales y gestión eficaz de energía, depreciación acelerada, exención arancelaria para equipos y exclusión de IVA. Asimismo, reforzaron al FENOGÉ como medio para financiar el sector. Estas disposiciones reducen barreras de entrada y facilitan la bancarización de proyectos, especialmente para pymes y grandes consumidores.

El mercado colombiano de autogeneración y generación distribuida también muestra señales positivas. Entre 2016 y 2023, los proyectos de autogeneración pasaron de

menos de 20 a más de 1.500, con una capacidad instalada superior a 700 MW, de los cuales cerca del 20 % corresponde a la región Caribe (UPME, 2023). La demanda eléctrica, además, mantiene una tendencia ascendente: se proyecta que el consumo nacional pase de 77.000 GWh en 2023 a más de 120.000 GWh en 2038, lo que abre espacio para sustituir parte del consumo convencional por energía solar.

A nivel social y ambiental, la fundación de una empresa dedicada a la instalación, mantenimiento y comercialización de sistemas fotovoltaicos en Aguachica contribuye a la transición energética nacional y a la mitigación del cambio climático, al reducir la huella de carbono y fomentar la resiliencia energética local. De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del IDEAM, el Cesar enfrentará un aumento de temperatura de hasta 1,2 °C y una disminución en la precipitación de hasta un 40 % al 2040, lo cual refuerza la pertinencia de diversificar la matriz energética regional con fuentes limpias.

El plan de negocios se construirá, desde el punto de vista metodológico, sobre marcos establecidos que disminuyen los riesgos y aumentan la calidad de las decisiones: validación de hipótesis comerciales a través de métodos Lean Startup, análisis del modelo comercial con el lienzo de Pigneur y Osterwalder y administración del proyecto mediante las mejores prácticas del Project Management Institute PMI. (Osterwalder y Pigneur, 2010; Blank, 2013; PMI, 2021).

En conclusión, hay fundamentos en el ámbito de la estadística (recurso solar y demanda proyectada), la regulación (incentivos y normas pro-Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, FNCER), el mercado (tracción en Autogeneración a Pequeña Escala, AGPE y tarifas relativas) y la metodología (marcos de validación y gestión) que corroboran la importancia social, teórica y práctica de establecer una compañía en Aguachica dedicada a vender y mantener soluciones fotovoltaicas, con capacidad para generar un impacto económico a nivel local y expandirse a nivel regional.

Antecedentes del proyecto

El modelo de empresas de servicios energéticos (ESCO) ha sido identificado en la bibliografía internacional como una vía efectiva para implementar medidas eficaces en los mercados emergentes (Hernández & Riaño, 2019). Guías técnicas y estudios de organismos multilaterales muestran que los contratos por desempeño (performance contracts) reducen consumos significativos cuando se aplican con seguimiento y garantía de ahorro. La Agencia Internacional de Energía confirma la tendencia: en América Latina, los ingresos del sector ESCO aumentaron un 13 % cada año entre 2019 y 2023 debido a las políticas de descarbonización y al incremento del costo de la energía (IEA, 2023).

En el plan de negocio mejorado se identificaron barreras culturales, informativas y económicas que obstaculizan la puesta en práctica de tecnologías para ahorrar: altos costes iniciales, acceso restringido a proveedores especializados y falta de conocimiento sobre los incentivos vigentes. Al mismo tiempo, las experiencias de negocios de referencia evidencian una oportunidad para innovar. En 2021, Celsia lanzó su programa "Plan 5 Caribe" con el propósito de promover la iluminación LED y sustituir las antiguas redes. Sin embargo, las acciones del programa no incluyen asesoramiento de puerta a puerta en municipios de tamaño medio (Moreno y Salazar, 2023). De la misma manera, compañías en crecimiento como Eficen S.A.S. han mostrado que el diagnóstico en el lugar, la instalación de dispositivos inteligentes y el seguimiento en línea generan un ahorro del 25 al 40% y mantienen la fidelidad de los clientes mediante contratos de servicio integral (PWC, 2024). La investigación competitiva del plan en curso ha corroborado que no hay suficientes participantes con este modelo en Aguachica, lo cual crea una brecha en el mercado que la propuesta podría llenar.

En Colombia, el programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE fue formalizado el Plan de Acción Indicativo (PAI - 2022-2030) mediante la resolución 40156 de 2022. Con la meta de ahorrar 1 688 PJ y evitar la emisión de 85 Mt de CO₂. Según el informe, solo el 31% de la energía primaria se convierte en energía útil, lo que supone un margen potencial mayor al 38% en los sectores industrial, comercial y residencial

(Ministerio de Minas y Energía, 2022). Estos datos han propiciado la creación de líneas crediticias ecológicas, deducciones del ingreso y reducciones del IVA que incrementan la rentabilidad de los proyectos relacionados con eficiencia (González, 2024).

Con el fin de evaluar la pertinencia de un proyecto solar en Aguachica, se recolectó información directa de usuarios residenciales y comerciales. Durante las últimas semanas de febrero y las primeras semanas de marzo de 2025 se realizaron encuestas mixtas (virtuales y físicas) en horarios de mañana, tarde y noche. En total, se obtuvo una muestra que incluyó facturas de energía de hogares con valores promedio a 300 mil pesos y facturas de comercios y locales comerciales que superaban en la mayoría de los casos los 500 mil pesos mensuales. La información empírica obtenida en Aguachica (Cesar) indica que los beneficios de esta ola regulatoria no alcanzan a los consumidores finales. En el plan de negocio mejorado se identificaron barreras culturales, informativas y económicas que obstaculizan la puesta en práctica de tecnologías para ahorrar: altos costes iniciales, acceso restringido a proveedores especializados y falta de conocimiento sobre los incentivos vigentes. Al mismo tiempo, las experiencias de negocios de referencia evidencian una oportunidad para innovar. En 2021, Celsia lanzó su programa "Plan 5 Caribe" con el propósito de promover la iluminación LED y sustituir las antiguas redes. Sin embargo, las acciones del programa no incluyen asesoramiento de puerta a puerta en municipios de tamaño medio (Moreno y Salazar, 2023). De la misma manera, compañías en crecimiento como Eficen S.A.S. han mostrado que el diagnóstico en el lugar, la instalación de dispositivos inteligentes y el seguimiento en línea generan un ahorro del 25 al 40% y mantienen la fidelidad de los clientes mediante contratos de servicio integral (PWC, 2024). La investigación competitiva del plan en curso ha corroborado que no hay suficientes participantes con este modelo en Aguachica, lo cual crea una brecha en el mercado que la propuesta podría llenar.

En síntesis, los antecedentes identifican cuatro hallazgos clave que se interrelacionan y explican la necesidad de estructurar un plan de negocios en energía solar para Aguachica.

En primer lugar, en Colombia hay un impulso financiero y normativo que apoya la transición energética. El Ministerio de Minas y Energía (2022) indica que la política pública define objetivos ambiciosos y brinda estímulos tributarios y arancelarios. No obstante, si no se utilizan estas herramientas, sigue existiendo el peligro de que la dependencia de fuentes fósiles permanezca elevada y de que las compañías fuera del territorio sean las únicas en beneficiarse económicamente de estos estímulos.

En segundo lugar, la viabilidad ha sido ya confirmada en la zona a través de las Empresas de Servicios Energéticos (ESCO), las cuales han empleado contratos de desempeño para crear valor (Hernández & Riaño, 2019). El inconveniente es que, sin la participación de actores locales para adecuar estas experiencias a la situación actual, los habitantes de Aguachica podrían quedarse atrás en el acceso a soluciones eficaces y competitivas.

En tercer lugar, se detecta una brecha a nivel local: las investigaciones de campo en Aguachica muestran que existen barreras para adoptar tecnologías solares y que no hay suficiente demanda. Si no se atienden, estas restricciones extenderían la desigualdad en términos energéticos, dejando a las casas y empresas sujetos a los altos precios y a la mala calidad del servicio de electricidad.

Finalmente, se detecta una oportunidad de competencia que proviene de la falta de paquetes integrales que incluyan diagnóstico, instalación y seguimiento, además de servicios de consultoría especializados (Rodríguez y Cubillos, 2022). Si no se actúa sobre este vacío, el mercado seguirá fragmentado, con usuarios enfrentados a proveedores parciales y sin acompañamiento técnico, lo que frena la confianza y la masificación de la energía solar.

No aprovechar la oportunidad de impulsar soluciones solares en Aguachica representa un riesgo significativo en varios niveles. En el plano económico, los hogares y comercios seguirán expuestos a tarifas altas y a la volatilidad del mercado eléctrico, perdiendo la posibilidad de estabilizar sus costos mediante autogeneración. En el ámbito empresarial, las pymes locales enfrentarán desventajas competitivas frente a compañías que

sí adopten tecnologías más eficientes, lo que puede limitar la atracción de inversión y el crecimiento del tejido productivo regional.

Estos factores apoyan la innovación, la transformación y el establecimiento de un servicio corporativo que incluya dispositivos inteligentes, asistencia técnica y sistemas de pago flexibles; todo esto no solo le proporciona al usuario beneficios económicos, sino también apuesta a la resiliencia energética y el desarrollo sostenible local. El costo de esperar o dejar pasar esta ventana de oportunidad se traduce en más años de rezago, pérdida de competitividad y aumento de la vulnerabilidad frente al cambio climático y las presiones del mercado eléctrico nacional.

Objetivos

Objetivo general.

Elaborar un plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la comercialización y mantenimiento de paneles solares, en el municipio de Aguachica, Cesar, con el fin de evaluar su viabilidad técnica, comercial y financiera, y proponer estrategias de posicionamiento en el mercado laboral.

Objetivos específicos.

- Determinar la viabilidad del mercado para la creación de una empresa que se dedicara a la comercialización y mantenimiento de paneles solares en el municipio de Aguachica, Cesar.
- Establecer la factibilidad técnica y operativa del plan de negocios, considerando las características del producto, el capital humano requerido, los riesgos asociados y la estructura organizacional necesaria para su implementación.
- Proyectar el plan económico y financiero necesario para la puesta en marcha y sostenibilidad de la empresa, incluyendo estimaciones de inversión, costos operativos, ingresos esperados y análisis de rentabilidad.

Capítulo II. Plan de Mercado

Análisis de la industria, el cliente y la competencia

Aguachica y el corredor del Magdalena Medio cuentan con las condiciones apropiadas para la propagación de soluciones fotovoltaicas distribuidas, como son un marco regulatorio que promueve la autogeneración y el manejo eficiente de la energía, una elevada irradiación relativa y la presión por mejorar la eficiencia energética en el sector industrial y comercial. En este contexto, el plan de negocios para una compañía que se dedica a la venta y al mantenimiento de paneles solares se sustenta en tres ejes analíticos: la dinámica del sector industrial, el perfil del consumidor y la estructura competitiva (Porter, 2008; IEA, 2023; UPME, 2024).

Análisis de la industria (solar fotovoltaica distribuida)

En Colombia, la industria se ha fortalecido en dos líneas complementarias: proyectos de gran tamaño que están conectados al SIN y la autogeneración o generación distribuida en techos o suelos próximos al consumo. Para localidades intermedias como Aguachica, el segundo riel predomina debido a su proximidad con los clientes, a que tiene menos obstáculos de conexión y a que sus tiempos de despliegue son más breves. La disminución constante de los costes de los módulos, la mejor eficiencia de los inversores (tanto híbridos como microinversores), la digitalización del monitoreo (SCADA ligero/IoT) y el aumento en la disponibilidad de esquemas para financiarse (arrendamiento operativo, PPA on-site y crédito verde) han hecho que se cambie el énfasis de "suministro e instalación" a "servicios relacionados con el ciclo de vida y rendimiento" (IRENA, 2024; Teece, 2018).

Desde la óptica de las cinco fuerzas, la competencia es moderadamente alta por el ingreso de integradores regionales y locales; el poder de negociación del proveedor ha disminuido debido a una mayor oferta de marcas y distribuidores, aunque los riesgos cambiarios siguen presentes; la amenaza de productos alternativos se manifiesta en soluciones eficientes (iluminación LED, gestión de demanda, variadores) y en menor

medida en técnicas de respaldo; las barreras tecnológicas para entrar son bajas, pero las barreras relacionadas con confianza, garantías y posventa están aumentando. Esto beneficia a las empresas que tienen protocolos claros de O&M y SLAs (Porter, 2008; Grant, 2019).

En términos regulatorios, la autogeneración y los incentivos a fuentes no convencionales mantienen el interés del negocio, mientras que, sobre todo en comercio e industria, la variabilidad tarifaria de la región Caribe funciona como estímulo para su adopción (UPME, 2024; IEA, 2023).

Implicación para el emprendimiento: El valor diferencial tiene que pasar del "producto" al "servicio medible". Hay que dar preferencia a contratos de mantenimiento predictivo, garantías de producción, monitoreo en tiempo real y respuesta técnica in situ. Todo esto se traduce en indicadores de disponibilidad y desempeño (Teece, 2018).

Análisis del cliente (segmentos y decisión de compra)

La demanda de energía solar en Aguachica está focalizada sobre todo en dos grupos de consumidores: las compañías y los hogares.

Hogares residenciales: están muy interesados en disminuir el precio de la factura energética y asegurar la estabilidad del servicio. La decisión de adquirir el producto está determinada por la inversión inicial, la facilidad para acceder a financiamiento y la transparencia en los ahorros que se generarán.

Empresas: tanto las industrias como los comercios aprecian la estabilidad de los costos operacionales, la continuidad del servicio y el retorno sobre la inversión. Este segmento enfatiza la importancia de contar con contratos de mantenimiento fiables, garantías aseguradas y un soporte técnico a tiempo para garantizar eficiencia y disponibilidad.

Ambos segmentos, de manera transversal, coinciden en dar prioridad a la calidad de los equipos y garantías, la posventa con indicadores de servicio, la posibilidad de financiación adaptable y la claridad en cuanto al tiempo que lleva recuperar la inversión.

No obstante, aún permanecen obstáculos comunes como la falta de conocimiento técnico, la desconfianza en las garantías y la escasa liquidez para realizar inversiones.

Análisis de la competencia (local, departamental y nacional)

La matriz que sigue compila hipótesis de trabajo fundamentadas en los patrones de oferta comunes en el mercado local de municipios intermedios y en el conocimiento sectorial colombiano (Porter, 2008; Blank, 2013).

Tabla 1. Análisis de la competencia

Competidor	Alcance principal	Oferta presumible	Fortalezas observables	Posibles brechas	Implicaciones estratégicas
WIREM (Aguachica)	Local	Venta e instalación de sistemas on-grid residenciales/comerciales; O&M bajo demanda	Cercanía geográfica; tiempos de respuesta cortos; costos competitivos	Protocolos formales de O&M y SLAs limitados; financiamiento al cliente final no estandarizado	Diferenciarse con contratos O&M con KPIs, monitoreo remoto y garantías de producción
SOLAR SOLUTIONS (Aguachica)	Local-regional	Integración de kits residenciales y pequeñas soluciones comerciales	Reconocimiento de marca local; portafolio rápido de entrega	Enfoque en “producto” más que en “servicio”; menor énfasis en analítica de desempeño	Ofrecer servicio gestionado de energía (monitoreo + mantenimiento + reportes)
SS&D INGENIERÍA SAS (Aguachica)	Local-regional	Proyectos a medida para comercio/industria; probable enfoque en instalación	Capacidad de ingeniería para proyectos a medida	Formalización de garantías extendidas y plan de mantenimiento sistemático	Competir con ingeniería de valor + contrato integral EPC +

Competidor	Alcance principal	Oferta presumible	Fortalezas observables	Posibles brechas	Implicaciones estratégicas
					O&M multianual
Integradores de Cesar (Valledupar y corredor)	Departamental	EPC de techos comerciales/industriales; algunos con PPAs	Escala media; acceso a marcas y logística	Menor foco en Aguachica; soporte post-venta no residente	Establecer base técnica local y acuerdos de SLA “same-day/next-day”
Integradores Costa Caribe (Barranquilla/Cartagena)	Regional	Proyectos comerciales/industriales; ofertas PPA/arrendamiento	Capacidad de financiamiento y portafolios amplios	Costos de desplazamiento; priorizan capitales departamentales	Capturar “mid-market” con respuesta local y costos de servicio inferiores
Grandes actores nacionales (p.ej., Celsia, Enel X, GreenYellow, Erco Energía, Unergy)	Nacional	PPA on-site, EPC llave en mano, O&M; foco en tickets altos	Solidez financiera, garantías robustas, reputación	Enfoque en tickets altos; menor interés en pymes dispersas	Posicionarse como “especialista regional” para tickets medianos con despliegue ágil

Descripción del producto o servicio

El producto esencial es la provisión de paneles solares y partes eléctricas relacionadas, que se entregan al consumidor final sin su instalación. Se brindan paneles monocristalinos de última tecnología con potencias que oscilan entre 410 y 605 Wp, eficacia elevada (20,5-22,8 %) y garantías que alcanzan los veinticinco años de funcionamiento. Estos se combinan con inversores monofásicos y trifásicos (3-30 kW),

estructuras metálicas que son resistentes a la corrosión y protecciones eléctricas en corriente alterna y continua, todos ellos acreditados bajo las regulaciones nacionales RETIE/NTC 2050 e internacionales IEC. El producto incluye una hoja de datos, certificados de conformidad, rotulado de seguridad y trazabilidad de lote (Ver imágenes en apéndices).

El servicio consiste en la instalación completa de sistemas solares fotovoltaicos para hogares y empresas con modalidad conectada a red (on-grid), además de planes para el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo (Ver imágenes en apéndices).

- **Instalación:** abarca la visita técnica, diseño, montaje, legalización ante el operador de red y puesta en marcha, con entrega de planos “as-built”, protocolos de prueba y manuales. Los kits varían según el cliente: residencial (3–7 kWp) y empresarial (10–30 kWp).
- **Mantenimiento (O&M):** Se brindan los planes Básico, Plus y Premium, que incorporan monitoreo remoto, soporte 24/7, limpieza e inspecciones periódicas, así como evaluaciones técnicas (termografía, IV y aislamiento). Estos servicios garantizan disponibilidad, mejoran el rendimiento y mantienen las garantías con tiempos de respuesta que oscilan entre 48 horas y el mismo día, dependiendo del plan.

1) Venta de paneles y componentes (suministro sin instalación)

Tabla 2. Ficha técnica - Paneles monocristalinos 410–605 Wp

Campo	Detalle
Código interno	PV-MONO-410/605
Uso previsto	Sistemas residenciales y comerciales on-grid (pequeña escala)
Rango de potencia	410–605 Wp
Eficiencia del módulo	20,5–22,8 % (según fabricante)
Tecnología	Mono PERC / TopCon

Campo	Detalle
Tolerancia de potencia	0 / +5 W
Coefficiente térmico (Pmax)	-0,35 a -0,29 %/°C
Certificaciones	IEC 61215 (diseño); IEC 61730 (seguridad)
Garantías de referencia	12 años producto; 25 años desempeño ($\geq 84-87$ % al año 25)
Entregables	Hoja de datos, certificado de conformidad, trazabilidad de lote
Observaciones	Compatibles con inversores string o microinversores; primera línea

Tabla 3. Ficha técnica - Inversores string monofásicos/trifásicos 3–30 kW

Campo	Detalle
Código interno	INV-STR-3/30
Rango de potencia	3–30 kW
Topología	MPPT múltiple, anti-isla, medición integrada
Comunicaciones	Wi-Fi / RS485 / App fabricante
Normativa	IEC 62109 (seguridad); cumplimiento NTC 2050 / NFPA 70 Art. 690
Grado de protección	Típicamente IP65 (según modelo)
Garantía de referencia	5–10 años (opción de extensión)
Observaciones	Versiones monofásicas y trifásicas; aptos para medición bidireccional

Tabla 4. Ficha técnica - Estructuras y protecciones eléctricas

Campo	Detalle
Código interno	RACK-AL/Z + KIT-PROT-DC/AC

Campo	Detalle
Estructuras	Aluminio o acero galvanizado; cálculo de viento local; equipotencialidad y puesta a tierra
Protecciones DC	Fusibles gPV, seccionadores, SPD (IEC 61643), cable PV1-F y conectores MC4
Protecciones AC	Breakers, SPD AC, coordinación básica con tablero
Normativa	RETIE vigente; NTC 2050; IEC 61643
Observaciones	Materiales anticorrosivos; rotulado de seguridad incluido en kit

2) Venta del servicio de instalación (casas y negocios, on-grid)

Tabla 5. Ficha técnica - Kit Residencial On-Grid 3–7 kWp

Campo	Detalle
Código interno	KIT-R-3/7
Alcance del servicio	Visita técnica, diseño básico, instalación, legalización ante operador de red y puesta en marcha
Componentes incluidos	Módulos 410–605 Wp; inversor 3–6 kW; estructuras; protecciones DC/AC; cableado; rotulado
Monitoreo	App del inversor con acceso para el cliente
Normas y pruebas	RETIE; NTC 2050; IEC 62446-1 (pruebas/documentación); IEC 61724-1 (indicadores)
Entregables	Planos “as-built”; memoria de cálculo simplificada; protocolos de pruebas; manual de operación
Tiempo de ejecución	3–10 días hábiles tras aprobación y disponibilidad
Garantía de instalación	24 meses

Campo	Detalle
Supuestos	Techo en buen estado; sin refuerzo estructural mayor; punto de conexión disponible; sin obras civiles

Tabla 6. Ficha técnica - Kit Negocios On-Grid 10–30 kWp

Campo	Detalle
Código interno	KIT-C-10/30
Alcance del servicio	Similar a KIT-R, incluye estudio de conexión y coordinación básica de protecciones
Componentes incluidos	Módulos 410–605 Wp; inversor trifásico 10–30 kW; estructuras; protecciones; medición bidireccional
Funciones añadidas	Reporte mensual de energía (PDF) y tablero básico de KPIs (PR y disponibilidad del inversor)
Normas y pruebas	RETIE; NTC 2050; IEC 62446-1; referencia técnica IEEE 1547 (interconexión)
Entregables	As-built; memoria de cálculo; protocolos; manual; reporte mensual 12 meses
Tiempo de ejecución	10–25 días hábiles (según alcance y operador de red)
Garantía de instalación	24 meses
Supuestos	Sin refuerzo estructural mayor ni obras civiles; disponibilidad de punto de conexión

3) Mantenimiento y posventa (sistemas propios o de terceros)

Tabla 7. Ficha técnica - Plan Básico (anual)

Campo	Detalle
Código interno	O&M-B

Campo	Detalle
Periodicidad	1 visita/año
Alcance	Inspección visual; torqueo de conexiones accesibles; verificación de aislamiento; revisión de SPD; 1 limpieza/año
SLA (Aguachica urbano)	Atención a fallas ≤ 48 h hábiles
Entregable	Informe técnico anual con hallazgos y recomendaciones
Notas	Preserva condiciones mínimas de garantía; PR estimado informativo

Tabla 8. Ficha técnica - Plan Plus (semestral)

Campo	Detalle
Código interno	O&M-P
Periodicidad	2 visitas/año
Alcance	Todo el Plan Básico + termografía IR anual; pruebas IV puntuales; 2 limpiezas/año; revisión de alarmas del inversor
SLA (Aguachica urbano)	≤ 24 h hábiles
Entregable	Informe por visita; estimación de PR y degradación; plan de acciones correctivas

Tabla 9. Ficha técnica - Plan Premium (trimestral)

Campo	Detalle
Código interno	O&M-PR
Periodicidad	4 visitas/año + monitoreo
Alcance	Todo el Plan Plus + monitoreo activo 24/7; mesa de ayuda; actualización de firmware; calibración de sensores; stock crítico de conectores/fusibles

Campo	Detalle
SLA (Aguachica urbano)	“Same-day / next-day”
Cláusula opcional	Bonificación por déficit de producción frente a curva acordada (sujeto a condiciones y medición)
Entregables	Reporte trimestral de PR, disponibilidad y eventos; bitácora de intervenciones

Tabla 10. Ficha técnica - Notas generales (aplican a todas las fichas)

Nota	Contenido
Alcance geográfico	Aguachica y municipios cercanos (Cesar/Bolívar – Magdalena Medio)
Validez de oferta	30 días; sujeta a inventarios y condiciones climáticas de instalación
Exclusiones típicas	Refuerzos estructurales mayores; obras civiles; adecuaciones internas no previstas; permisos no eléctricos
Documentación	Expediente técnico, garantías y plan de mantenimiento recomendado
Ajuste por caso	Los modelos son base y se ajustan en ingeniería de detalle por cliente

Diagnóstico del mercado

Diseño metodológico propuesto (Enfoque mixto)

En la fase cuantitativa se realizó una encuesta a 150 casos a mediados del mes de febrero y marzo del 2025 (negocios y hogares) para calcular la intención de compra, disposición a pagar y las condiciones del tejado para instalar el servicio, se calculó mediante la fórmula para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 8 %. La consistencia interna del cuestionario se evaluó con el

coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,82, lo que indica un nivel de confiabilidad alto. Los datos recolectados fueron procesados mediante estadística descriptiva y análisis comparativo con el software paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) que más adelante pueden observar en el documento.

En la fase cualitativa se revisaron documentos normativos (Ley 1715 de 2014, Ley 2099 de 2021, Resolución CREG 174 de 2021, RETIE), informes institucionales (UPME, DANE) y literatura científica sobre energías renovables. También se efectuó un estudio exhaustivo sobre la competencia local entre las cuales se identificaron varias organizaciones que brindan el servicio, como: (WIREM, Solar Solutions y SS&D Ingeniería S.A.S.) donde hubo comparación con el departamento/nacional, elaboración de propuesta de valor y segmentación. Arquitectura operativa (EDT, procesos RETIE/IEC, layout e inventarios ABC-ROP).

El uso de una metodología mixta fue pertinente, dado que el objetivo del proyecto no solo consistía en estimar el tamaño del mercado y la factibilidad financiera, sino también en comprender las percepciones de los clientes, las barreras de confianza y las oportunidades de diferenciación frente a la competencia. Como señalan Churchill y Iacobucci (2019), la integración de análisis cuantitativos y cualitativos en estudios de mercado contribuye a mejorar la calidad de las decisiones estratégicas en los negocios.

Objetivo: caracterizar la demanda local, motivadores y barreras de adopción, disposición a pagar por instalación y mantenimiento, y mapear la competencia inmediata (WIREM, SOLAR SOLUTIONS y SS&D INGENIERÍA SAS), además de actores departamentales y nacionales.

Ámbito: Aguachica y su área de influencia (municipios aledaños del Cesar y Magdalena Medio).

Población objetivo: hogares con facturas de energía medias–altas (mayores de 300 mil pesos) y negocios con consumo diurno relevante (comercio/servicios).

Encuesta estructurada (Apéndice A)

- **Muestra:** 150 casos, extraídos de una población estimada de 130.258 habitantes. para error muestral $\approx 8\%$ a 95 % de confianza ($p=0,5$).

Formula

$$\eta = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0 - 1}$$

$$n_0 = \frac{1,96^2 \times 0,25}{0,08^2} \approx 150,06$$

$$N = 130258 \text{ y } n_0 = 150,0625:$$

$$n = \frac{130,258 \times 150,0625}{130,258 + 150,0625 - 1} \approx \frac{195456841,125}{130407,0625} \approx 149.88$$

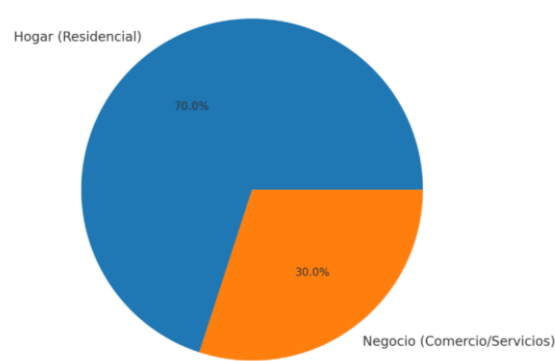
Para garantizar la potencia estadística se redondeó hacia arriba y se fijó $n=150$ encuestas.

- **Muestreo:** por cuotas (residencial/comercio) con captación en puntos de alto flujo y vía formulario digital. Se optó por este tipo de muestreo no probabilístico con el fin de facilitar la recolección de datos, también para destacar a la población objetivo.
- **Variables clave:** Se identificaron tres tipos de variables. En primer lugar, las variables independientes corresponden a aquellas que caracterizan a los encuestados y permiten segmentar el mercado como lo es el perfil del tipo cliente, rango de factura, entre otros. En segundo lugar, se encuentran las variables medidoras, que reflejan los factores psicológicos, motivadores (ahorro económico, sostenibilidad independencia económica) y las barreras (costo inicial, desconocimiento, desconfianza) medidos a través de las escalas (Likert 1–5). Finalmente, las variables dependientes corresponden a los resultados conductuales tales como la intención de compra (0–10), preferencia de pago (contado, crédito, cuotas), disposición a pagar por mantenimiento (rango), criterios de marca/garantía, percepción de proveedores locales.

Análisis y procesamiento de datos

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a aplicar un análisis cuantitativo de los datos obtenidos mediante las encuestas estructuradas. Enfoque que permitió organizar, resumir la información y se generaron los siguientes resultados y análisis, considerando que las figuras 1 a 11 corresponde a hogares mientras que las figuras 12 a 20 se basan en la encuesta aplicada a negocios.

Figura 1. Tipo de respondiente



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=150.

Tabla 11. Tipo de respondiente

Tipo de cliente	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Hogar (Residencial) Kits 3-7 kWp	105	70,0
Negocio (Comercio/Servicios) 10-30 kWp	45	30,0
Total	150	100

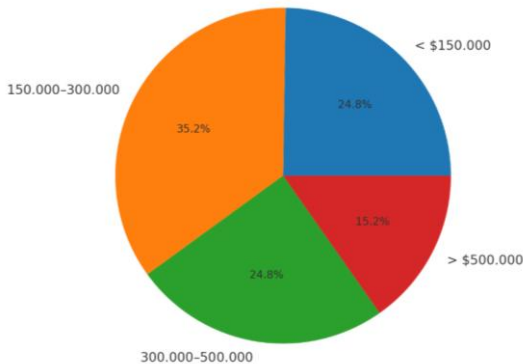
Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=150.

La muestra prioriza al segmento residencial (70 %), coherente con la oportunidad de adición de kits 3–7 kWp y la mayor base de potenciales clientes. El 30 % de negocios

garantiza información suficiente para precios y propuestas del rango 10–30 kWp y para estructurar planes de mantenimiento con SLA diferenciados. Esta proporción se mantendrá como referencia para proyecciones comerciales y dimensionamiento de cuadrillas.

Bloque B. Hogares

Figura 2. Rango de factura mensual de energía



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Tabla 12. Rango de factura mensual de energía

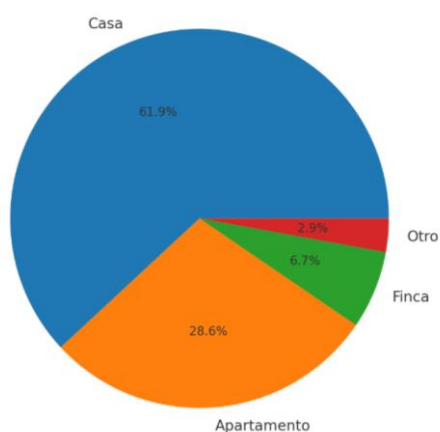
RANGO DE FACTURA MENSUAL	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Menos de \$ 150.000	26	24.8
\$150.000 - 300.000	37	35,2
\$300.000-500.000	26	24,8
Mas de \$ 500.000	16	15,2
Total	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

El 60,0 % de las viviendas encuestadas gastan más de \$300.000 al mes, lo que representa el 24,8 % en el rango de \$300.000 a \$500.000 y el 15,2 % con facturas que superan los \$500.000. Este conjunto es el más atractivo para adoptar sistemas solares, pues son aquellos que sienten las presiones más altas en sus costos de energía y, por lo tanto, ven con mayor claridad los beneficios económicos de la autogeneración. En este escenario, es estratégica la propuesta de kits residenciales KIT-R-3/7 kWp que ofrecen alternativas de

financiación, ya que posibilita convertir un alto gasto mensual en una inversión con un retorno cuantificable. Asimismo, el mercado con mayor potencial de recuperación de la inversión (payback) es aquel que paga más de \$500.000 y debe ser priorizado en las primeras campañas comerciales y visitas técnicas, puesto que fusiona una capacidad de pago elevada con una clara necesidad de disminuir los costos.

Figura 3. Tipo de vivienda



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Tabla 13. Tipo de vivienda

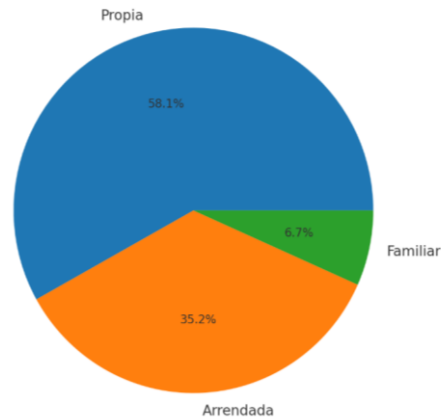
TIPO DE VIVIENDA	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Casa	65	61,9
Apartamento	22	28,6
Finca	10	6,7
Otro	8	2,9
Total	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

La tipología más común es la casa (cerca del 62 %), lo que indica una factibilidad técnica más alta para la instalación en cubierta y un retorno de inversión más favorable por la disponibilidad del área. El apartamento necesita validar los permisos y las áreas

comunes o cubiertas del edificio. La finca y otros espacios son nichos más reducidos con posibilidades, siempre que estén en condiciones adecuadas de sombra y el estado del techo.

Figura 4. Tendencia vivienda



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

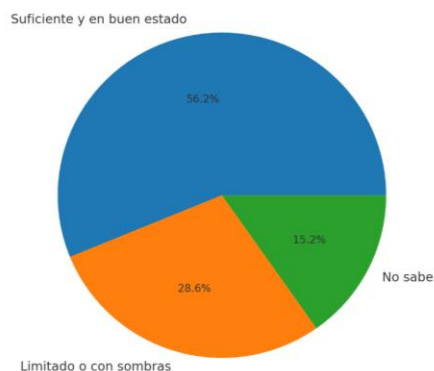
Tabla 14. Tendencia vivienda

TIPO DE VIVIENDA	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Propia	61	58.1
Arrendada	37	35,2
Familiar	7	6,7
Total	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

La propiedad, con una probabilidad de conversión más alta gracias a su facilidad de decisión y garantías, aglutina la mayor parte del mercado potencial (≈58%). En arrendadas (≈35 %), es recomendable brindar opciones transferibles y financiamiento flexible, así como coordinar permisos con el dueño. El subgrupo familiar requiere que se verifique la titularidad y la autorización antes de realizar una cotización.

Figura 5. Espacio disponible en techo



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

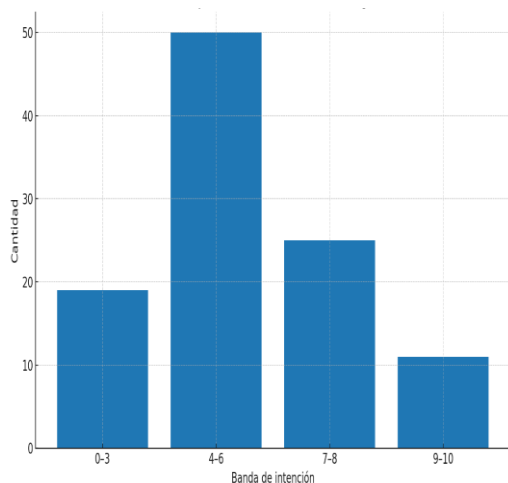
Tabla 15. Espacio disponible en techo

CONDICIÓN DEL TECHO PARA INSTALACIÓN	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Suficiente y en buen estado	59	56.2
Limitado o con sombras	30	28,6
No sabe	16	15,2
Total	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

El 56,2 % de las viviendas reporta condiciones adecuadas para la instalación inmediata, lo que disminuye los gastos y facilita el trabajo de ingeniería. El 28,6 % tiene limitaciones o sombras, lo que indica que sería apropiado sugerir mitigaciones (ajuste de potencia, optimizadores, ubicación alternativa). El 15,2% "no sabe" necesita una visita técnica para verificar la viabilidad.

Figura 6. Distribución por bandas de intención



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Tabla 16. Distribución por bandas de intención

BANDA DE INTENCIÓN	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
0 – 3	19	18,1
4 – 6	50	47,6
7 – 8	25	23,8
9 – 10	11	10,5
Total	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

El segmento de usuarios con una intención alta ($\geq 7/10$) representa aproximadamente el 34-35%, un porcentaje suficiente para iniciar una campaña de conversión enfocada en viviendas con techos adecuados y facturas que sean iguales o mayores a \$150.000. El grupo 4-6 (cerca del 48 %) es susceptible a ser persuadido con financiación, demostraciones de ahorro y testimonio de los consumidores. El grupo 0-3 necesita educación y ejemplos concretos para disminuir la incertidumbre.

Distribución (cuentas por escala) definida para n=105:

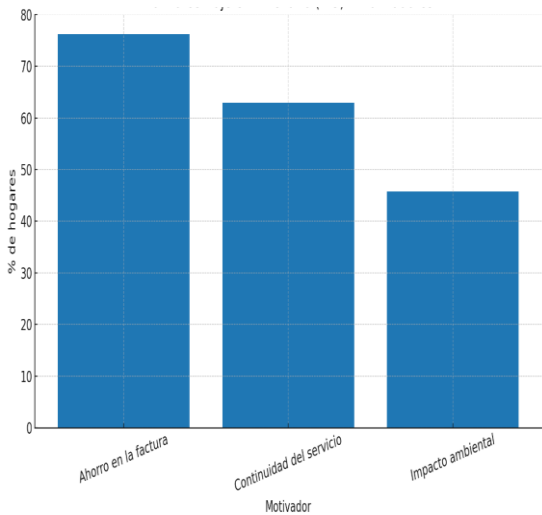
- Ahorro en la factura: 1:2 · 2:5 · 3:18 · 4:45 · 5:35

- Continuidad del servicio: 1:3 · 2:8 · 3:28 · 4:42 · 5:24
- Impacto ambiental: 1:6 · 2:15 · 3:36 · 4:30 · 5:18

Resumen (medias y % en nivel alto 4–5):

- Ahorro: media 4,01 | 76,2 % en 4–5
- Continuidad: media 3,79 | 62,9 % en 4–5
- Ambiental: media 3,49 | 45,7 % en 4–5

Figura 7. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Motivadores



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Tabla 17. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Motivadores

PORCENTAJE EN NIVEL ALTO (4-5) MOTIVADORES	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Ahorro de factura	70	76,2
Continuidad del servicio	30	62,9
Impacto ambiental	5	45,7
Total (n)	105	

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

El ahorro es lo que más motiva (promedio ~4,0; 76 % alto), después de la continuidad del servicio. El motivo ambiental es importante, pero no tan determinante. Para el plan: dar prioridad a los mensajes de fiabilidad y ahorro medible, y considerar la parte medioambiental como un valor adicional.

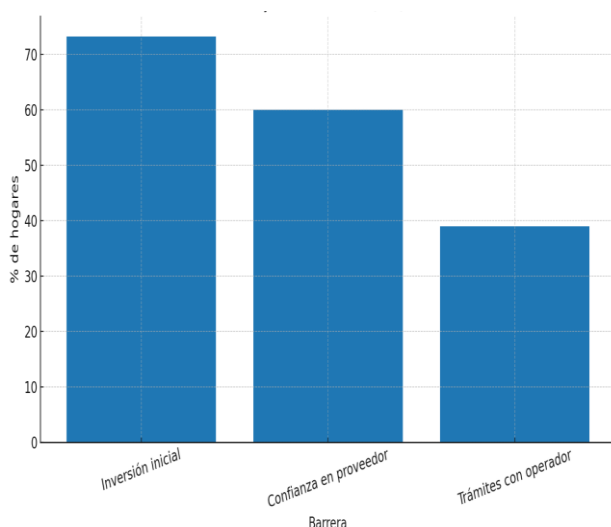
Distribución (cuentas por escala) definida para n=105:

- Inversión inicial: 1:4 · 2:7 · 3:17 · 4:46 · 5:31
- Confianza en proveedor: 1:6 · 2:12 · 3:24 · 4:40 · 5:23
- Trámites con operador: 1:10 · 2:18 · 3:36 · 4:28 · 5:13

Resumen (medias y % en nivel alto 4–5):

- Inversión: media 3,87 | 73,3 % en 4–5
- Confianza: media 3,63 | 60,0 % en 4–5
- Trámites: media 3,28 | 39,0 % en 4–5

Figura 8. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Barreras



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Tabla 18. Porcentaje en nivel alto (4-5) - Barreras

PORCENTAJE EN NIVEL ALTO (4-5) BARRERAS	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Inversión inicial	70	70,0
Confianza en proveedor	30	58,0
Trámites con operador	5	39,0
Total (n)	105	

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

La confianza en el proveedor es el siguiente obstáculo después de la inversión inicial. Los trámites son motivo de preocupación, aunque en menor medida. Para el plan: organizar acuerdos de financiación, garantías transparentes y SLAs; también proveer gestión de legalización como un servicio incluido para eliminar la sensación de trámite.

Figura 9. Método de pago preferido



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

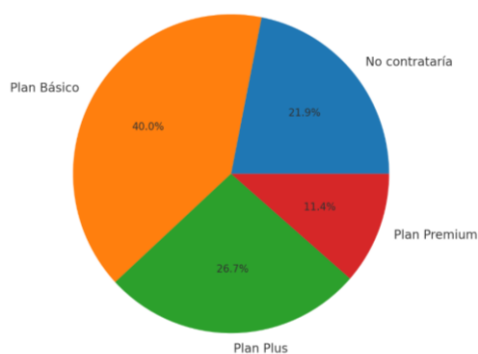
Tabla 19. Método de pago preferido

MÉTODO DE PAGO	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Crédito	47	44,8
Contado	26	24,8
Cuotas con aliado financiero	32	30,5
Total (n)	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

La financiación es predominante (alrededor del 75 % entre cuotas y crédito con aliados), lo que hace más importante contar con un flujo comercial que proporcione una preaprobación rápida y alianzas financieras.

Figura 10. Disposición a contratar mantenimiento anual



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

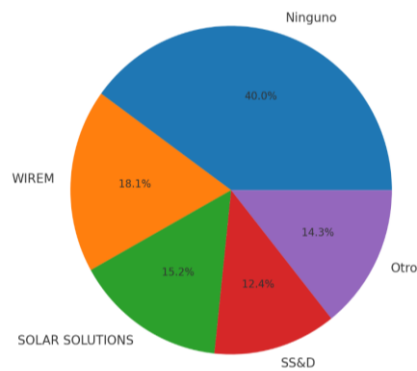
Tabla 20. Método de pago preferido

OPCIÓN	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
No contara	23	21,9
Plan básico	42	40,0
Plan plus	28	26,7
Plan premium	12	11,4
Total (n)	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

El 78,1 % está dispuesto a contratar un plan O&M, siendo el Básico/Plus su opción preferida. Recomendación: paquete de instalación + O&M con una rebaja durante dos años y recordatorios automáticos.

Figura 11. Preferencia de proveedor



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Tabla 21. Preferencia de proveedor

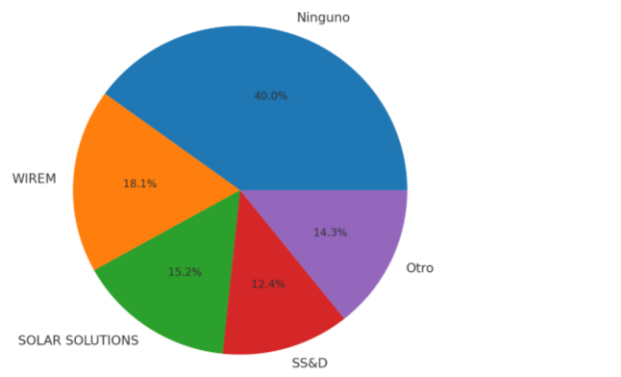
PROVEEDOR	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Ninguno	42	40,0
WIREM	19	18,1
SOLAR SOLUTIONS	16	15,2
SS&D	13	12,4
Otro	15	14,3
Total (n)	105	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

La preferencia de marca es difusa (40 % “ninguno”), lo que brinda la oportunidad de posicionarse con claridad en términos de alcance, garantías y SLA. Sugerido: campañas con ejemplos locales de la vida real, tiempos de respuesta y testimonios.

Bloque C (Negocios)

Figura 12. Preferencia de proveedor



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

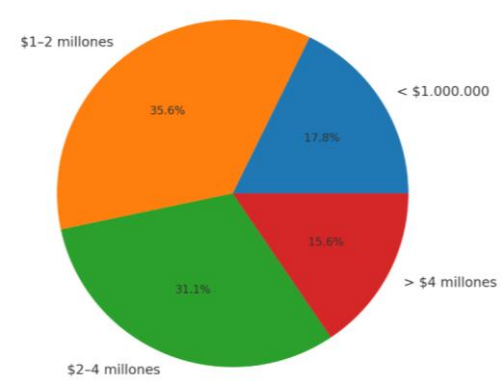
Tabla 22. Preferencia de proveedor

PROVEEDOR	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Ninguno	18	40,0
WIREM	8	18,1
SOLAR SOLUTIONS	7	15,2
SS&D	6	12,4
Otro	6	14,3
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105.

Los segmentos que predominan son los restaurantes y el retail alimentario (aproximadamente el 58 % en conjunto), que tienen consumo durante el día y techos disponibles, lo cual es perfecto para kits de entre 10 y 30 kWp y contratos O&M Plus con informe mensual.

Figura 13. Factura mensual de energía



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

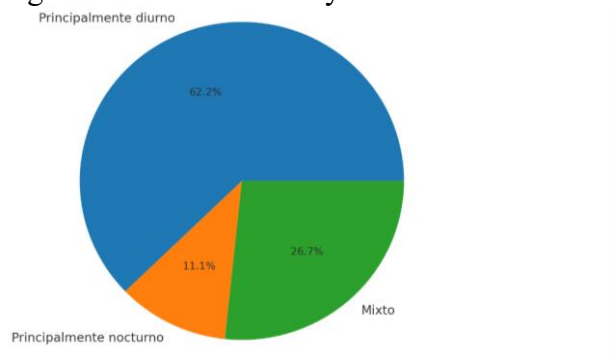
Tabla 23. Factura mensual de energía

RANGO DE FACTURA	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
< \$1.000.000	8	17,8
\$ 1 – 2 millones	16	35,6
\$ 2 – 4 millones	14	31,1
> \$ 4 millones	7	15,6
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

El 66,7 % de las empresas se encuentra entre \$1 y \$4 millones en facturación; en estos casos, el payback de 15 kWp suele ser competitivo si la financiación y la posventa son medibles. El 15,6 % con más de \$4 millones tiene prioridad para propuestas de mayor potencia dentro del rango permitido (hasta 30 kWp) y SLA de 24 horas.

Figura 14. Horario de mayor consumo



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

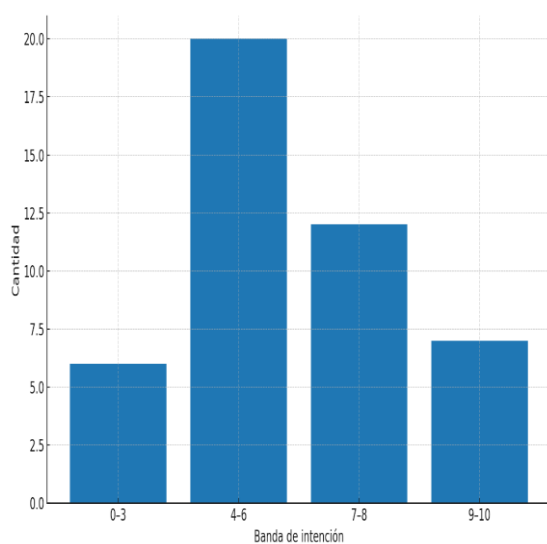
Tabla 24. Horario de mayor consumo

HORARIO DE MAYOR CONSUMO	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Principalmente diurno	28	62,2
Mixto	12	26,7
Principalmente nocturno	5	11,1
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

El 89 % se centra en el consumo diurno/mixto, lo que minimiza la dependencia de las medidas de almacenamiento y maximiza el autoconsumo con FV. Para kits de 10 a 30 kWp, con informe mensual y un SLA de entre 24 y 48 horas, es una solución natural.

Figura 15. Distribución por bandas de intención



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

Tabla 25. Distribución por bandas de intención

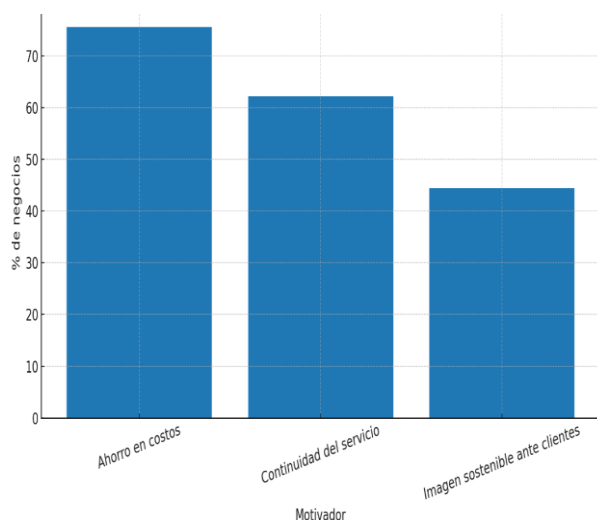
BANDA DE INTENCIÓN	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
0 -3	6	13,3
4 - 6	20	44,4
7 - 8	12	26,7
9 -10	7	15,6
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

El 89 % se centra en el consumo diurno/mixto, lo que minimiza la dependencia

La elevada intención comercial se encuentra alrededor del 42 %, superando a la de los hogares, lo que otorga prioridad a las visitas comerciales a restaurantes y tiendas minoristas con facturas de \$1 a \$4 millones y consumo durante el día. Este grupo es fundamental para alcanzar el objetivo de kWp del primer año.

Figura 16. % en nivel alto (4-5) - Motivadores



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

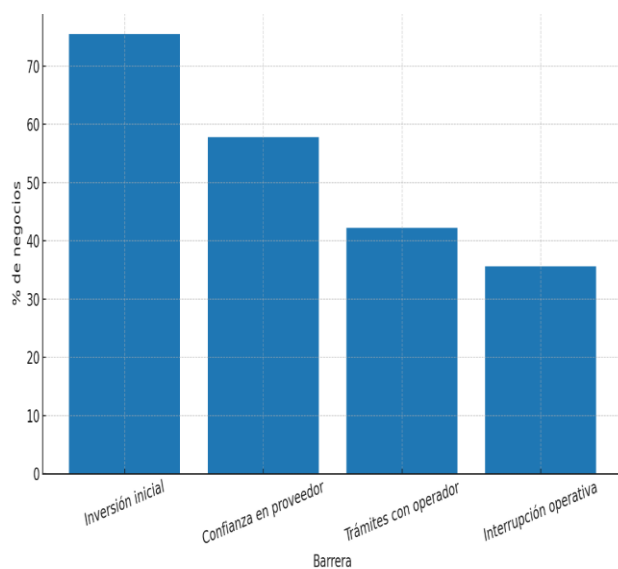
Tabla 26. % en nivel alto (4-5) - Motivadores

MOTIVADOR	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Ahorro de costos	28	75,6
Continuidad del servicio	12	62,2
Imágenes sostenibles ante clientes	6	44,4
Total (n)	45	

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

En empresas, el ahorro es claramente lo más importante; la continuidad es relevante para operaciones críticas; la imagen sostenible contribuye, pero no toma la delantera en la decisión.

Figura 17. % en nivel alto (4-5) - Barreras



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

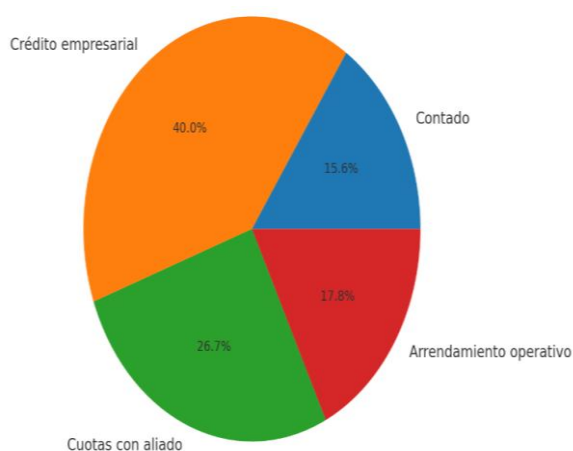
Tabla 27. % en nivel alto (4-5) - Barreras

BARRERA	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Inversión inicial	20	75,6
Confianza en proveedor	10	57,8
Tramites con operador	9	42,2
Interrupción operativa	6	35,6
Total (n)	45	

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

La confianza y el gasto inicial son las barreras más importantes. El miedo a los trámites y a la interrupción es importante, aunque secundario; se reduce con un plan de trabajo que incluya la legalización y que sea nocturno o fin de semana.

Figura 18. Método de pago preferido



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

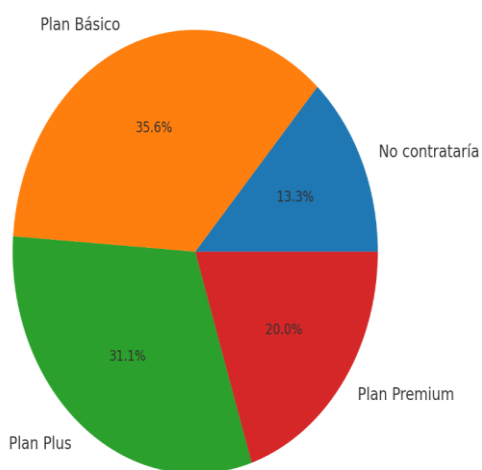
Tabla 28. Método de pago preferido

MÉTODO DE PAGO	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Contado	7	15,6
Arrendamiento operativo	8	17,8
Cuotas con aliado	12	26,7
Crédito Empresarial	18	40,0
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

Cerca del 84 % prefiere financiación (créditos, leasing o alianzas). Para el plan: afianzar el acuerdo con una entidad local y proporcionar preaprobación al comienzo del embudo comercial.

Figura 19. Disposición a contratar mantenimiento anual



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

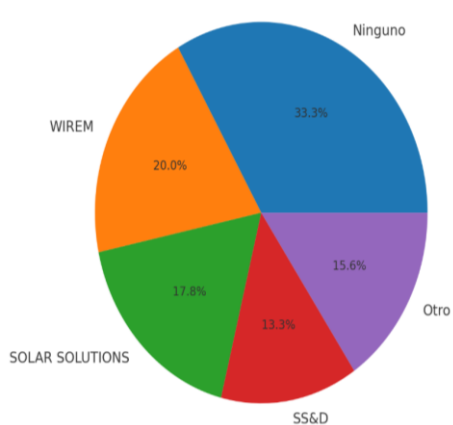
Tabla 29. Disposición a contratar mantenimiento anual

OPCIÓN	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
No contara	6	13,3
Plan Básico	16	35,5
Plan Plus	14	31,1
Plan Premium	9	20,0
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

El 86,7 % está dispuesto a algún plan O&M. Se recomienda "conjunto" de instalación + O&M Plus con SLA de 24 a 48 horas para restaurantes y tiendas; y Premium para clínicas/hoteles con cargas que son críticas.

Figura 20. Preferencia de consumidor



Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=45.

Tabla 30. Preferencia de consumidor

PROVEEDOR	FRECUENCIA (n)	PORCENTAJE (%)
Ninguno	15	33,3
WIREM	9	20,0
SOLAR SOLUTIONS	8	17,8
SS&D	6	13,3
Otro	7	15,6
Total (n)	45	100%

Fuente: Encuesta aplicada en Aguachica, Cesar (febrero–marzo 2025). n=105

Un tercio no tiene preferencia; terreno fértil para posicionarse con garantías claras, casos locales y financiación.

Mercado meta final

Tabla 31. Mercado meta final

Segmento	Perfil priorizado	Evidencia del estudio	Implicaciones comerciales
Residencial	Vivienda propia; factura \$150–500 mil; techo apto	60,0 % en esos rangos; 56,2 % con techo apto; 34,3 % alta intención	Kits 3–7 kWp, financiación y paquete O&M Básico. Incluir paquete de instalación + O&M Básico con rebaja inicial y renovación anual. Priorizar campañas en viviendas propias con techos aptos (56,2 % del total).
Comercio/Servicios	Retail y restaurantes; factura \$1–4 millones; consumo diurno	58 % retail/rest.; 66,7 % en \$1–4 M; 89 % diurno/mixto; 42,2 % alta intención	Kits 10–30 kWp, reporte mensual, SLA 24–48 h, O&M Plus Integrar O&M Plus con reportes

Segmento	Perfil priorizado	Evidencia del estudio	Implicaciones comerciales
			mensuales para aumentar la confianza en el proveedor. Gestionar alianzas financieras locales para cubrir la preferencia del 84 % por crédito/leasing.
Usuarios con sistemas de terceros	Equipos sin O&M o con bajo desempeño	Alta apertura a O&M; barreras de confianza	Auditoría + O&M Plus/Premium con KPIs y gestión de garantías Diseñar planes de O&M Premium con monitoreo remoto y KPIs claros Ofrecer auditorías técnicas iniciales (termografía, revisión de garantías).

Propuesta de valor por segmento

Tabla 32. Propuesta de valor por segmento

Segmento	Problema del cliente	Propuesta de valor	Elementos de prueba
Residencial	Alto gasto y poca claridad técnica	Instalación llave en mano con garantías claras y monitoreo	Checklist IEC/RETIE, manual simple y reporte de energía
Comercio/Servicios	Costo operativo y tiempos de respuesta	Instalación + reporte mensual + SLA 24–48 h	KPIs (PR y disponibilidad), mesa de ayuda

Segmento	Problema del cliente	Propuesta de valor	Elementos de prueba
Terceros (retrofit)	Rendimiento incierto, fallas	Diagnóstico + plan O&M y reemplazos críticos	Termografía/IV, bitácora y gestión de garantías

(Osterwalder & Pigneur, 2010; Zeithaml, Berry & Parasuraman, 1996).

DOFA del mercado (Aguachica y entorno)

Tabla 33. Matriz DOFA

Fortalezas	Debilidades
Demanda con intención relevante ($\geq 7/10$: hogares 34,3 %; negocios 42,2 %)	Liquidez limitada: alta preferencia por financiación
Alto encaje técnico: 56,2 % de hogares con techo apto; 89 % de negocios con consumo diurno/mixto	Brecha de confianza en proveedores; desconocimiento técnico
Posventa valorada (apertura a O&M en 78–87 %)	Informalidad/variabilidad en prácticas de instalación/O&M
Oportunidades	Amenazas
Posicionarse con SLA y garantías frente a preferencia difusa	Ofertas low-cost con calidad incierta
Bundles instalación + O&M y alianzas financieras	Variación de costos (cambio, logística) que presiona precios
Retrofit de sistemas de terceros	Competidores regionales con promociones agresivas

(Porter, 2008; Grant, 2019).

Análisis del diagnóstico del mercado

El diagnóstico del mercado señala que en Aguachica existen condiciones favorables para que una compañía enfocada en la venta e instalación de sistemas solares de pequeña escala, así como en el mantenimiento posventa, se establezca y logre consolidarse. Se observa una intención de compra considerable en ambos segmentos, utilizando una muestra de 150 casos (105 hogares y 45 negocios). En el sector residencial, el 34,3 % muestra una alta intención ($\geq 7/10$) con un promedio aproximado de 5,43/10; en contraste, en el sector

comercial la alta intención es del 42,2 %, con un promedio de 5,90/10. La intención está relacionada con las condiciones de los hogares: el 56,2 % afirma tener un techo "en buen estado y suficiente", y la mayoría abona facturas que varían entre \$150.000 y \$500.000.

Esto señala que es posible ahorrar si se fijan precios entre 3 y 7 kWp. En el contexto empresarial, el 89 % de las personas emplea su consumo durante horas diurnas o mixtas, mientras que el 66,7 % informa facturas que varían entre \$1 millón y \$4 millones. Este ajuste operativo resulta ventajoso para kits de 10-30 kWp con un alto nivel de autoconsumo y que producen informes simples acerca del rendimiento. Estos patrones coinciden con la lógica de segmentación y propuesta de valor, que propone iniciar desde las necesidades y los contextos de uso, no solo a partir de las características del producto (Osterwalder & Pigneur, 2010; Kotler & Keller, 2016).

El pilar fundamental en ambas partes es el ahorro económico (con promedios alrededor de 4.0/5), seguido por la continuidad y fiabilidad del servicio; el argumento medioambiental ayuda, aunque no es decisivo. En cuanto a los obstáculos, la inversión inicial y la confianza en el proveedor son fundamentales: en las viviendas, el primero es 3,87/5 y el segundo es 3,63/5; en los negocios, 3,98/5 y 3,60/5 respectivamente. En segundo lugar, lo que causa preocupación son los procedimientos y las interrupciones potenciales en la operación.

Esta combinación señala que la estrategia tiene que reducir las fricciones económicas y los riesgos percibidos: acuerdos claros con garantías, alianzas financieras visibles en el punto de contacto y un proceso de legalización asistido que se ofrezca como componente fundamental del servicio. La administración de servicios tiene la responsabilidad de convertir promesas en tiempos de respuesta explícitos y métricas sencillas (por ejemplo, la energía mensual y la disponibilidad del inversor), lo que convierte la calidad percibida en lealtad y recomendación, tal como se previó en los estudios sobre calidad de servicio (Zeithaml et al., 1996).

Los descubrimientos sobre los métodos de pago son evidentes y orientan la política comercial: en las casas, el interés por financiar excede el 75 % (fusionando crédito y cuotas

con aliado); en cambio, en negocios supera el 80 % si se consideran el crédito, aliado y arrendamiento operativo. Este hallazgo respalda un modelo disciplinado de precios que se basa en "cost-plus" y que, para completar, incluye ajustes por paridad competitiva y valor percibido en bandas por kWp. Además, queda rodeado por "fences" explícitos de complejidad (Monroe, 2003; Nagle y Müller, 2018).

Al mismo tiempo, existe una alta disposición para contratar mantenimiento: el 86.7% de las empresas y el 78.1% de los hogares manifestaron estar dispuestos a un plan O&M, prefiriendo el Básico/Plus. Esto permite que desde el principio se empaqueten la instalación y el funcionamiento y mantenimiento (O&M), creando flujos constantes y, sobre todo, una "prueba de confianza" que disminuye el impedimento del riesgo. Según las pruebas y las mejores prácticas para el desarrollo de clientes, se recomienda validar los paquetes y precios a través de iteraciones rápidas que sean comparables (Blank, 2013; Churchill & Iacobucci, 2019).

La competencia local, que incluye a SS&D, SOLAR SOLUTIONS y WIREM, se percibe como próxima y con plazos de entrega parecidos; no obstante, la preferencia por una marca concreta no es evidente: entre el 33 % y el 40 % de los entrevistados no señala un proveedor favorito. Este vacío de preferencia es una ocasión para fijar un lugar de referencia basado en la transparencia del alcance, garantías y un SLA establecido de 24 a 48 horas, apoyado por reportes de rendimiento y ejemplos concretos locales.

El diferencial debe fundamentarse en un costo de servicio posventa más reducido por la proximidad, una respuesta más rápida y contratos de mantenimiento que incluyan indicadores de desempeño que se informen de forma clara, en contraposición a los actores departamentales y nacionales, cuyas carteras y escalas pueden influir sobre los precios. La estructura de competencia, en términos de la rivalidad y los peligros de sustitución, señala que el mercado de entrada es bastante accesible por causa del umbral tecnológico bajo. No obstante, la duración de la ventaja dependerá de "servitizar" el producto y hacer que la confianza y la ejecución sean el eje central del planteamiento (Teece, 2018; Porter, 2008; Grant, 2019).

El análisis combinado de la capacidad operativa y la demanda revela que el cuello de botella no se encuentra en el interés del mercado, sino en la ejecución. El primer año podría concluir con alrededor de 103 instalaciones efectivas, que incluirían cerca de 46 residenciales (≈ 230 kWp) y 57 comerciales (≈ 855 kWp), si se cumple el 95 % y se cuenta con una capacidad de nueve instalaciones al mes. Además, se estima que habrá 78 contratos de O&M relacionados con esas instalaciones y otros 30 contratos adicionales sobre sistemas externos.

La capacidad se podría incrementar mediante la utilización de equipos propios o subcontratados en los picos, lo que elevaría el volumen sin comprometer la promesa de servicio, siempre y cuando los tiempos de respuesta permanezcan seguros. Para la planificación, es aconsejable elaborar proyecciones de escenarios de base, conservador y agresivo, revisándolos trimestralmente por los cambios estacionales, el aprendizaje operativo y las fluctuaciones en los costos (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Matriz de gestión estratégica

La matriz ANSOFF se muestra a continuación para el plan de negocios restringido (mantenimiento O&M, instalación de sistemas residenciales 3-7 kWp y empresariales 10-30 kWp, y venta de componentes y paneles). La matriz se construye a partir de los datos obtenidos en el estudio ($n=150$): hogares con alta intención 34,3% y negocios 42,2%; financiación elegida por aproximadamente el 75% de las viviendas y alrededor del 84% de los negocios; apertura a O&M del 78,1% en hogares y del 86,7% en negocios; el 56,2% de las casas tienen un techo adecuado; el 89% de las empresas tienen consumo durante el día o mixto y el 66,7% tienen facturas que oscilan entre \$1-4 millones; la preferencia del proveedor es difusa para un rango del 33 al 40%.

Tabla 34. Matriz ANSOFF

	Mercados actuales (Aguachica; residencial con factura \$150–500 mil y techo apto; retail/restaurantes con \$1–4 M y consumo diurno/mixto)	Mercados nuevos (municipios aledaños del Magdalena Medio/Cesar; conjuntos residenciales; gremios y cadenas locales)
Productos/servicios actuales (kits 3–7 kWp y 10–30 kWp; O&M Básico/Plus/Premium; venta de componentes para soportar la instalación)	Penetración de mercado: i) “precio desde” por kWp y fences por complejidad; ii) financiación preaprobada en punto de contacto; iii) bundle instalación + O&M a 24–36 meses; iv) SLA 24–48 h y reporte mensual simple (PR/disponibilidad) para negocios; v) programa de referidos y casos locales. KPIs: tasa de conversión $\geq 18\%$ en leads calientes; attach O&M $\geq 70\%$ hogares / $\geq 80\%$ negocios; MTTR ≤ 8 h urbano.	Desarrollo de mercado: i) expansión por corredores cercanos con alto consumo diurno (retail/servicios); ii) alianzas con gremios y administradoras de conjuntos; iii) acuerdos con ferreterías eléctricas para co-prospección; iv) microcampañas por barrios con facturas medias-altas. KPIs: 25–30 % de ventas fuera de Aguachica al mes 12; costo de adquisición (CAC) controlado $\leq 12\%$ del ingreso instalado.
Productos/servicios nuevos (sin salir de la pequeña escala)	Desarrollo de producto/servicio: i) auditoría “puesta a punto” para sistemas de terceros (termografía, IV, limpieza técnica) como puerta de entrada a O&M; ii) garantía de desempeño con bonificación por déficit (cuando exista monitoreo); iii) tablero de monitoreo simplificado para negocios; iv) plan O&M Premium con stock crítico local. KPIs: 30 contratos O&M de terceros/año; NPS posventa ≥ 60 .	Diversificación relacionada (selectiva): i) retrofit ligero (cambio de inversor/protecciones, reconfiguración strings) dentro del rango ≤ 30 kWp; ii) carports pequeños solo cuando aceleren cierres en negocios objetivo. Evitar diversificación no relacionada en los primeros 12 meses. KPIs: 10–15 % de ingresos por retrofit al mes 12; margen bruto de retrofit $\geq$ margen de instalación.

Se escoge ANSOFF porque facilita la organización del crecimiento en un mercado que presenta barreras de liquidez y confianza, pero con una intención suficiente. En penetración, la mayoritaria preferencia por financiación (alrededor del 75-84 %) da lugar a un embudo comercial en el que el crédito/aliado se ofrezca desde el primer contacto, con un "precio desde" por kWp y con fences transparentes según la complejidad para salvaguardar márgenes (Nagle & Müller, 2018; Monroe, 2003). La posibilidad de "servitizar" la oferta desde el primer día con bundles a 24-36 meses y SLA explícitos, dada la evidencia de apertura a O&M (78–87 %), enfrenta el obstáculo de confianza y convierte las ventas ocasionales en ingresos recurrentes (Zeithaml, Berry & Parasuraman, 1996).

En el desarrollo del mercado, las facturas de \$1 - 4 millones y los patrones de consumo (89 % mixto/diurno en empresas) señalan que las municipalidades aledañas tienen condiciones operativas y de asequibilidad similares. Por lo tanto, si se mantienen la calidad de instalación y los tiempos de respuesta, la expansión geográfica conlleva un riesgo incremental bajo. La línea de auditoría/retrofit, en el desarrollo de productos o servicios, se beneficia de la preferencia difusa del proveedor y de la presencia de sistemas instalados por terceros sin O&M. Esto permite un ingreso rápido a los contratos de mantenimiento con pruebas objetivas (termografía, IV, informes), como sugieren las buenas prácticas para diseñar una propuesta de valor (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Para no perder capacidades al escalar la operación principal, la diversificación se mantiene prudente y relacionada, con retrofits y carports pequeños. En general, la matriz lleva a un camino de crecimiento gradual y defendible: en primer lugar, capturar la participación donde ya existe intención y encaje técnico; en segundo lugar, expandirse a áreas similares; y al mismo tiempo, reforzar el componente de servicio que sostiene la reputación y el LTV. Esta organización es consistente con la lógica inicial de ANSOFF, que establece que el riesgo aumenta cuando se fusionan productos y mercados nuevos, así como con el análisis local realizado (Ansoff, 1965; Kotler & Keller, 2016).

Concepto del producto o servicio

Se entiende por emprendimiento a una solución solar de pequeña magnitud, tanto comercial como residencial, que está enfocada en el rendimiento y es llave en mano, y que se compone de tres líneas coordinadas: proporcionar paneles y componentes (para permitir la instalación), establecer kits residenciales de 3-7 kWp y comerciales de 10-30 kWp con estándares predefinidos, y dar mantenimiento escalonado (O&M) apoyado por indicadores de servicio. La característica que lo distingue es que el "producto" no se restringe al hardware: la oferta se presenta y se administra como un servicio cuyo desempeño puede medirse con indicadores de disponibilidad y Performance Ratio, conforme a la IEC 61724-1:2017+A1:2021, y con pruebas/documentación de puesta en marcha según la IEC 62446-1:2016+A1:2018 (IEC, 2018; IEC, 2021).

Para garantizar la consistencia y la posibilidad de escalar las operaciones, se basa en procesos que se pueden repetir, como listas de materiales estandarizados y listas de verificación de calidad/seguridad (PMI, 2021). El concepto, en cuanto a habilidades, da prioridad a la "servitización" y las capacidades dinámicas: la integración de supervisión sencilla, SLA locales y acuerdos O&M que recojan el aprendizaje en el terreno y lo transformen en una ventaja sostenida (Teece, 2018). Asimismo, se incluye financiación integrada al embudo comercial (arrendamiento/aliado/crédito) como parte del propio servicio, lo cual es consistente con la literatura reciente acerca de la elaboración de experiencias y la disminución de obstáculos en el proceso de adopción (Kotler et al., 2021).

Propuesta de valor

La propuesta de valor garantiza el ahorro medido y la tranquilidad en las operaciones a través de un producto-servicio que compite en términos de rendimiento y confianza, no únicamente por el precio. Los diferenciales que se persiguen son:

1. Transparencia técnica y económica: simulación y precio “desde” por kWp con reglas explícitas para ajustes por complejidad; enfoque de precio-valor con cercas (“fences”) para proteger margen y alinear expectativas (Nagle y Müller, 2018)

2. Calidad verificable: entrega de dossier técnico, protocolos y fotografías de control conforme IEC 62446-1+A1:2018, que sirven como “pruebas creíbles” del estándar de instalación y reducen asimetrías de información (IEC, 2018; Zeithaml, Bitner & Gremler, 2018).
3. Servicio con métricas y SLA: contratos O&M Básico/Plus/Premium con KPIs (PR y disponibilidad), SLA 24–48 h y reporte mensual sencillo para clientes; esto traslada la relación a una suscripción de desempeño (Baines et al., 2020; IRENA, 2020; IEA PVPS Task 13, 2020).
4. Garantía de instalación y compromiso de desempeño: cláusula opcional de bonificación por déficit cuando exista monitoreo y O&M activo, alineando incentivos y confianza de largo plazo (Teece, 2018; IEA PVPS Task 13, 2020).
5. Financiación integrada: ofertas de crédito/aliado/arrendamiento desde el primer contacto, reduciendo la barrera de inversión y facilitando la conversión sin sacrificar la disciplina de pricing (Kotler et al., 2021; Nagle & Müller, 2018).
6. Cercanía operativa y “retrofit” de terceros: base técnica local con stock crítico y línea de auditoría/puesta a punto (termografía, IV, limpieza técnica) para sistemas de terceros, que acelera captación de O&M y construye reputación con evidencia objetiva (IEA PVPS Task 13, 2020; Baines et al., 2020).

En términos generales, la idea y el valor propuesto desplazan la ventaja del hardware —que se puede imitar con facilidad— a la organización del servicio, que está respaldada por métricas, normas y aprendizaje operativo. Esta perspectiva es coherente con las recomendaciones más actuales en torno a la servitización y la capacidad de mantener una ventaja competitiva en mercados de tecnología distribuida (Teece, 2018; Baines et al., 2020), así como con las prácticas adecuadas de administración de servicios que se enfocan en la experiencia, la evidencia y la confiabilidad del proveedor (Gremler, Bitner & Zeithaml, 2018).

Capítulo III Estrategias de mercadeo y ventas

Segmento de mercado

El análisis de la encuesta (n=150) y de la lógica de segmentación contemporánea — que aconseja mezclar criterios demográficos/firmográficos, económicos, tecnográficos y conductuales para optimizar la conversión y el encaje (McDonald y Dunbar, 2018; Kotler et al., 2021)— establece que el mercado se divide en dos esferas primordiales: negocios y residencial. Cada una de estas tiene dos niveles prioritarios: núcleo e impulso. Estos niveles están determinados por la viabilidad técnica, la intención de compra y la capacidad de pago.

En el ámbito residencial, el núcleo ICP (perfil objetivo ideal) está compuesto por hogares que tienen una intención alta ($\geq 7/10$) y un techo apto. Este subgrupo, al mezclar los resultados de la encuesta, equivale aproximadamente al 19,3 % del total de los hogares (34,3 % con una intención elevada multiplicado por 56,2 % con techo adecuado). El segmento impulso está formado por hogares con intención media (4-6/10) y techo apto, que pueden ser persuadidos a través de financiación y demostraciones de ahorro. Representan aproximadamente el 26,8 % ($47,6 \% \times 56,2 \%$). Se priorizan los rangos de factura de \$150.000 a \$500.000 en ambos casos, que constituyen el 60 % de la base y proporcionan rendimientos competitivos con kits de 3 a 7 kWp.

En el sector de los negocios (comercio/servicios), la parte central del ICP se compone de restaurantes y retail con consumo mixto o diurno, una facturación entre \$1 y \$4 millones y una elevada intención. La combinación de la distribución observada (42,2 % alta intención; 88,9 % diurno/mixto; 66,7 % en \$1–4 M) nos da como resultado que el núcleo representa aproximadamente el 25,0 % del conjunto de empresas encuestadas. El segmento de impulso incluye compañías con una intención media (4-6/10) y un encaje operativo semejante (mixto o diurno y factura de \$1–4 M), que representan aproximadamente el 26,3 % del total. En los dos casos, se sugieren kits de 10 a 30 kWp, con un informe mensual simple y un SLA de 24 a 48 horas. Esto se debe a que la motivación principal es el ahorro y la inversión inicial es el obstáculo más importante. Además, hay una preferencia mayoritaria por financiación (84 % entre crédito, aliado y

arrendamiento), lo cual concuerda con las evidencias y con la sugerencia de crear propuestas "frictionless" en el embudo (Kotler et al., 2021).

A partir de esta estructura, la cuota de mercado a segmentar en el Año 1 se define como la porción del SAM (Serviceable Available Market) de alta y media intención que puede atenderse sin sobrepasar la capacidad operativa y manteniendo la promesa de servicio. Con una capacidad planificada de 9 instalaciones/mes (≈ 103 anuales efectivos) y la mezcla de demanda observada, la empresa proyecta ≈ 46 instalaciones residenciales (≈ 230 kWp) y ≈ 57 instalaciones de negocios (≈ 855 kWp). Expresado como metas de penetración por subsegmento (SOM), se propone: capturar 20–25 % del núcleo residencial y 5–10 % del impulso residencial dentro del área urbana atendida; capturar 30–35 % del núcleo de negocios y 10–15 % del impulso de negocios. Estas metas están alineadas con la preferencia de pago financiado (≈ 75 % hogares; ≈ 84 % negocios) y con la apertura a O&M (78–87 %), lo que permite sostener la conversión mediante preaprobación de crédito, precio “desde” por kWp con fences y bundles instalación + O&M a 24–36 meses (Nagle & Müller, 2018; Hinterhuber & Liozu, 2019).

El enfoque que se ha descrito garantiza la maximización del valor (pasar de una venta puntual a una relación recurrente mediante el mantenimiento), la viabilidad (objetivos que son viables con respecto a la capacidad de realización) y la focalización (dar prioridad donde hay coincidencia técnica y económica). Para perfeccionar la distribución de recursos y mantener la ventaja que se basa en el servicio y la experiencia del cliente (Baines et al., 2020; Zeithaml et al., 2018), se aconseja monitorear trimestralmente el mix y la penetración por subsegmento, el CAC por canal y el attach rate de O&M.

Estrategias de ventas

La estrategia comercial se estructura por canales y tiene como objetivo penetrar en el mercado actual (Aguachica) y desarrollar mercados adyacentes (municipios del Magdalena Medio y Cesar), enfocándose en kits residenciales de 3 a 7 kWp, kits para negocios de 10 a 30 kWp y O&M. Se organiza con metas, acciones, recursos, presupuestos, tiempos, frecuencias, secuencia de implementación y herramientas de análisis/corrección.

El diseño prioriza un embudo sin fricción (financiación integrada y precio “desde” por kWp con fences de complejidad) y la "servitización" (venta + O&M con métricas), lo cual es consistente con las mejores prácticas recientes en marketing y pricing, así como con la evidencia del estudio (Kotler et al., 2021; Nagle y Müller, 2018; Baines et al., 2020).

Tabla 35. Matriz de estrategias por canal

Canal	Objetivo del canal	Acciones de venta (qué se hará)	Medios y soportes	Presupuesto mensual Peso colombiano (COP)	Tiempo & dedicación
1. Inbound digital (residencial + negocios)	Generar demanda calificada para cumplir 4 instalaciones/mes ($\approx 45\%$ del objetivo)	Anuncios segmentados (FB/IG/Google) con <i>precio desde</i> /ahorro; formularios con preaprobación de crédito; secuencia de WhatsApp/Email en 24 h; webinars breves para negocios	Pág. de aterrizaje con simulador simple; CRM y autorespuestas; píxeles de seguimiento; creativos A/B	3.200.000 (2,4 M pauta + 0,8 M creativos/CRM)	1 growth + 1 ejecutor (≈ 60 h/mes)
2. Ventas directas B2B (retail/restaurantes)	Lograr 3 instalaciones/mes ($\approx 35\%$) y contratos O&M Plus	Prospección telefónica/visitas con guion de ahorro; diagnóstico express; propuesta con SLA 24–48 h y reporte mensual; referencias de pares	Rutas de visita; dossier técnico; casos locales; calculadora de TIR simple; demo de monitoreo	2.100.000 (1,6 M personal/viáticos + 0,5 M materiales)	1 ejecutivo + 1 soporte técnico (≈ 80 h/mes)
3. Alianzas y referidos (ferreterías, conjuntos, gremios)	Aportar 2 instalaciones/mes ($\approx 20\%$) y 10 O&M/mes (incluye terceros)	Convenios con incentivo por cierre (bono 300.000); charlas en conjuntos/gremios; programa de referidos con pieza canjeable	Kits POP; códigos de referido; micro-charlas; testimoniales	900.000 (incentivos estimados y materiales)	1 coordinador (≈ 24 h/mes)
4. Co-marketing financiero (banco/cooperativa)	Reducir fricción de inversión y elevar conversión total +2–3 pp	<i>Pre-approval</i> en landing; vitrinas cruzadas (sucursal/banca digital); <i>flyers</i> con cuotas estimadas	Simuladores de cuota; <i>landing</i> conjunta; señalética en sucursal	600.000 (co-pauta y material)	1 account (≈ 12 h/mes)
5. Posventa & retrofit (sistemas de terceros)	≥ 30 contratos O&M/año y 1 retrofit/mes	Auditoría “puesta a punto” (termografía/IV) a bajo costo; oferta O&M con bono por desempeño; campaña de limpieza técnica	Checklist IEC 61724-1/62446-1; reporte de hallazgos; bitácora	800.000 (insumos, traslados, campañas)	1 técnico IR + 1 asesor (≈ 36 h/mes)

Canal	Objetivo del canal	Acciones de venta (qué se hará)	Medios y soportes	Presupuesto mensual Peso colombiano (COP)	Tiempo & dedicación
6. Eventos locales y demostraciones	Reforzar confianza y acelerar cierres límite	<i>Open days</i> en sitios instalados; ferias locales con demo	Stand simple; caso en vivo; volante digital	400.000	Equipo comercial (≈ 16 h/mes)

Total, presupuesto mensual de referencia: 8.000.000 COP. La meta de 9 instalaciones/mes se distribuye: 4 inbound, 3 B2B, 2 alianzas/referidos. Los canales 4–6 son aceleradores y sostienen O&M/retrofit.

Explicación y coherencia con la Matriz ANSOFF

El plan busca, en Aguachica, penetrar el mercado a través de referidos, inbound y B2B con financiación integrada; esto soluciona la principal barrera de inversión. Además, se enfoca en la servitización (instalación + O&M, SLA y métricas) para establecer un vínculo y un flujo recurrente (Baines et al., 2020; Zeithaml, Bitner & Gremler, 2018). Simultáneamente, permite el desarrollo del mercado mediante la creación de alianzas y la realización de eventos en localidades vecinas, donde las facturas observadas y los patrones de consumo durante el día coinciden. Los KPIs y umbrales establecen normas para la reasignación ágil de recursos (CPL/CAC, conversión por fase, adjuntar O&M), mientras que los límites de precios mantienen el margen sin dejar de ser transparentes, lo cual es coherente con el pricing basado en valor (Nagle y Müller, 2018; Hinterhuber y Liozu, 2019). La combinación de estos componentes une el diagnóstico de demanda con una implementación comercial disciplinada y cuantificable, disminuyendo fricciones y llevando la ventaja hacia un servicio confiable y un rendimiento comprobado.

Proyecciones de mercado y ventas

El pronóstico se elabora con una perspectiva de capacidad limitada y fundamentada en la intención, a partir del análisis de mercado ($n=150$) y del marco previamente establecido por la Matriz ANSOFF:

- Para calcular el mercado obtenible al que se puede dar servicio (SOM), se utiliza la intención alta observada ($\geq 7/10$) y el ajuste técnico/económico por segmento;

- Se establece la capacidad operativa como límite a corto plazo (incremento de 9 a 12 instalaciones por mes en un año);
- Se modela la venta de instalaciones como ingresos únicos (que se reconocen en el acta de entrega) y en Operación y Mantenimiento (O&M) como ingresos mensuales que se repiten prorratedos desde el mes posterior a la activación del contrato; y
- Los precios se ajustan por inflación de manera mesurada: 4,5 % en el primer ajuste y una lenta convergencia a 3 % en los años posteriores, lo cual es coherente con las expectativas del banco central y del mercado (Banco de la república de Colombia prevé entre un 4,4 % y un 4,5 % para 2025; el Fondo monetario internacional calcula que estará cerca del 4,7 % ese mismo año; la meta a largo plazo es el 3 %).

Siguiendo las buenas prácticas de pronóstico utilizadas en negocios relacionados con suscripciones y proyectos (Hyndman & Athanasopoulos, 2021), se lleva a cabo un pronóstico operativo (top-down por capacidad y mix de intención) con supuestos claros y una revisión cada tres meses.

Supuestos de valor y mix (base Año 1)

Tabla 36. Supuestos de valor y mix (base Año 1)

Concepto	Detalle / Valor
Precio promedio instalación residencial (5 kWp)	COP 20,5 millones (rango: 19–22 millones)
Precio promedio instalación negocios (15 kWp)	COP 49,0 millones (rango: 44–54 millones)
Attach O&M (porcentaje de contratos con servicio de O&M asociado)	70 % en residenciales; 80 % en negocios
Tarifa promedio de O&M por año	Residencial: COP 0,655 millones Negocios (>6 kWp): COP 1,8 millones
O&M de terceros (retrofit)	30 contratos/año (promedio COP 0,9 millones/año)
Inflación aplicada para actualización de precios	Año 2: 4,5 % Año 3: 4,0 % Año 4: 3,5 % Año 5: 3,0 %

Proyección mensual – Año 1 (Mes 1 a Mes 12)

Meta anual: 103 instalaciones (= 46 residenciales + 57 negocios).

Nota: O&M se reconoce mensualmente desde el mes siguiente a la contratación.

Tabla 37. Proyección mensual de ventas

Mes	Inst. residenciales	Inst. negocios	Ingresos instalaciones Millones de peso colombiano (COP)	Ingreso O&M del mes (Millones COP)	Ingreso total (Millones COP)
Mes 1	3	4	257,5	0,0	257,5
Mes 2	3	4	257,5	0,7	258,2
Mes 3	3	5	306,5	1,5	308,0
Mes 4	3	5	306,5	2,4	308,9
Mes 5	4	5	327,0	3,3	330,3
Mes 6	4	5	327,0	4,2	331,2
Mes 7	4	5	327,0	5,2	332,2
Mes 8	4	5	327,0	6,1	333,1
Mes 9	4	5	327,0	7,1	334,1
Mes 10	4	5	327,0	8,0	335,0
Mes 11	4	5	327,0	9,0	336,0
Mes 12	6	4	319,0	10,1	329,1
Totales Año 1: Instalaciones: 103 · Ingresos por instalaciones: 3.736,0 M · Ingreso O&M reconocido: 57,6 M · Ingreso total: 3.793,6 M.					

Tabla 38. Proyección anual de ventas

Año	Instalaciones (unid.)	Precio medio por instalación Millones de pesos colombiano (COP)	Ingresos por instalaciones (Millones COP)	Ingresos O&M del año (Millones COP)	Ingreso total (Millones COP)	Inflación aplicada
1	103	36,3	3.736,0	57,6	3.793,6	Base
2	137	37,9	5.192,9	193,3	5.386,2	4,5 %
3	150	39,4	5.913,0	343,1	6.256,2	4,0 %
4	160	40,8	6.528,0	504,2	7.032,2	3,5 %
5	170	42,0	7.144,1	674,8	7.818,9	3,0 %

La técnica fusiona un pronóstico de capacidad restringida con una adaptación por intención de compra (Hyndman y Athanasopoulos, 2021). Se estableció un objetivo operativo de 103 instalaciones (aproximadamente 9 mensuales reales) para el primer año, con una combinación que concuerda con el estudio: 46 residenciales (de media 5 kWp) y 57 comerciales (de media 15 kWp). El precio medio por instalación del primer año (36,3 M) proviene del promedio ponderado de:

- Residencial: 20,5 M por instalación (kit 5 kWp dentro del rango listado 19–22 M).
- Negocios: 49,0 M por instalación (kit 15 kWp dentro del rango listado 44–54 M).

Para los años 2-5, el precio promedio se ajusta anualmente por la inflación (que se aplica al comienzo de cada año) con una trayectoria cautelosa: 4.5%, 4.0%, 3.5% y 3.0% respectivamente. Esto es coherente con prácticas de fijación de precios basadas en el valor y actualizaciones periódicas (Nagle y Müller, 2018; Hinterhuber y Liozu, 2019). La capacidad se incrementa de manera gradual a través de la eficiencia y la subcontratación (137, 150, 160 y 170 instalaciones por año).

El O&M se presenta como un ingreso recurrente mensual pro-rata a partir del mes posterior a la activación del contrato. Se incluye el attach rate, que es del 70 % en residenciales y del 80 % en negocios para las instalaciones recientes, además de 30 contratos anuales de sistemas de terceros (retrofit). Las tarifas promedio anuales empleadas en el primer año fueron: 0,655 M (para residencias), 1,8 M (para empresas) y 0,9 M (para terceros). Estas tarifas también se adaptan a la inflación anual que se indica. El total anual que se muestra en la tabla es el resultado de sumar el ingreso O&M (recurrente) y el ingreso por instalaciones (one-off). La metodología garantiza que los supuestos sean transparentes, que la mezcla y los márgenes se revisen cada tres meses y que, si el CAC o la conversión no cumplen con las metas, se puedan modificar de manera rápida (Zeithaml et al., 2018).

Políticas de cartera

La compañía implementará políticas de cartera con el objetivo de garantizar liquidez y disminuir las pérdidas crediticias, conservando condiciones sencillas y comprobables. Para las ventas de instalaciones al contado, se requiere un anticipo del 50 % en el contrato, un 40 % después de concluir la instalación y las pruebas, y un 10 % a la entrega y legalización; esto posibilita un objetivo de $DSO \leq 20$ días. En O&M, el pago se realiza mensualmente por adelantado ($DSO \leq 15$ días). Si no se paga a tiempo, el servicio se suspende automáticamente al día 16 de mora y se vuelve a activar cuando se abona. La venta de componentes se realizará al contado o a 15-30 días solamente para clientes corporativos con historial "A/B" y con un límite aprobado ($DSO \leq 30$ días). Si el cliente necesita un crédito, se dará prioridad a los aliados financieros (con una entrega anticipada y desembolso de entre el 10 y el 20 % antes del montaje). A clientes "A/B", el crédito directo de la compañía será extraordinario, con plazos de 12 a 24 meses, retención de dominio sobre los equipos y garantía mobiliaria hasta que se complete el pago.

Tabla 39. Políticas de cartera

Modalidad de venta / servicio	Condiciones de pago	Meta DSO*	Observaciones
Instalaciones (contado)	50 % anticipo al contrato 40 % tras instalación y pruebas 10 % a la entrega y legalización	≤ 20 días	Asegura liquidez durante la ejecución
O&M (Operación y Mantenimiento)	Pago mensual por adelantado	≤ 15 días	Suspensión automática al día 16 de mora; reactivación con abono
Venta de componentes	Contado o 15–30 días solo para clientes corporativos con	≤ 30 días	Control de riesgo crediticio

Modalidad de venta / servicio	Condiciones de pago	Meta DSO*	Observaciones
	historial “A/B” y límite aprobado		
Crédito con aliados financieros	Anticipo/desembolso 10–20 % antes del montaje	Según entidad	Facilita acceso a financiación externa
Crédito directo (clientes A/B, casos extraordinarios)	Plazos 12–24 meses Retención de dominio y garantía mobiliaria hasta pago total	—	Uso excepcional, controlado y con respaldo legal

Las tasas para crédito directo se determinan como tasa de oportunidad anual, que equivale a WACC + 3-5 puntos básicos, y se actualizan cada tres meses; la mora se cobra mediante una tasa penal dentro del límite legal más un cargo administrativo. Si se cumple con el margen objetivo, será posible ofrecer descuentos por pago anticipado de hasta un 2 % en las instalaciones y de hasta un 1 % en O&M anual prepago. Si no se cumple con lo acordado, la compañía llevará a cabo una corta secuencia de cobro: recordatorio a los cinco días, aviso y suspensión de O&M a los quince, prejurídico a los treinta, reporte y acuerdo a los cuarenta y cinco, y cobro jurídico/ejecución de garantías a los sesenta; en cuanto a obras, si dos hitos son incumplidos, se detiene la instalación y se vuelve a programar la fecha de entrega. Cuando sea pertinente, se espera ceder el contrato al aliado financiero y los gastos de reconexión y cobranza serán responsabilidad del deudor.

Se requerirá la verificación y documentación para conceder créditos: en el sector residencial se pedirá la identificación, los ingresos y la propiedad/autorización; en el sector empresarial, el RUT, la cámara de comercio, las declaraciones financieras o microestados y las referencias. Para prevenir costos adicionales no acordados, los contratos incluirán garantías mobiliarias, cláusulas para la protección de datos y resolución de conflictos, reserva de dominio y pagaré con carta de instrucciones. También se añadirán cercas claras del precio por complejidad (sombras, altura, refuerzos). Mantener el DSO consolidado por debajo de 25 días, la mora entre 30 y 60 días, así como la caja mínima equivalente a dos

meses de costos fijos, son los propósitos del flujo de caja. Además, si el DSO se aleja de estos valores, se emplea el factoring selectivo. Estas medidas armonizan la conversión comercial y el control del riesgo, alineando el precio de financiamiento con el costo del capital y con las mejores prácticas de cobranza y provisión. (Brigham & Ehrhardt, 2019; IFRS Foundation, 2018/2020; Nagle & Müller, 2018; Ross, Westerfield & Jaffe, 2019).

Capítulo IV. Plan de operaciones

Descripción del proceso

Seguidamente, se explica el procedimiento operativo que es necesario para llevar a cabo la propuesta, desde la captación del cliente hasta la posventa. Se resume en un flujograma. El diseño se basa en los principios de gestión por procesos y la calidad del servicio: garantizar la seguridad, la trazabilidad técnica, estandarizar las tareas y establecer puntos de control (Krajewski, Malhotra & Ritzman, 2019; PMI, 2021; Slack & Brandon-Jones, 2019). Se implementan listas de verificación y dossiers de entrega según la IEC 62446-1+A1:2018 y la verificación del rendimiento se lleva a cabo con base en la IEC 61724-1+A1:2021.

La legalización tiene lugar ante el operador de red, conforme a las leyes actuales. La operación se entiende como un "producto-servicio" con SLA de 24 a 48 horas en el posventa y supervisión/informe mensual, para que la eficiencia sea verificable y haya pruebas de la mejora continua (IEA PVPS Task 13, 2020).

En la captación y el prediagnóstico, el área comercial verifica rápidamente la intención, la capacidad de pago y la viabilidad básica utilizando facturas y fotografías del techo. La visita técnica compara condiciones reales (como las sombras, la estructura y las acometidas) mediante el uso de listas de verificación RETIE/IEC y mediciones sencillas.

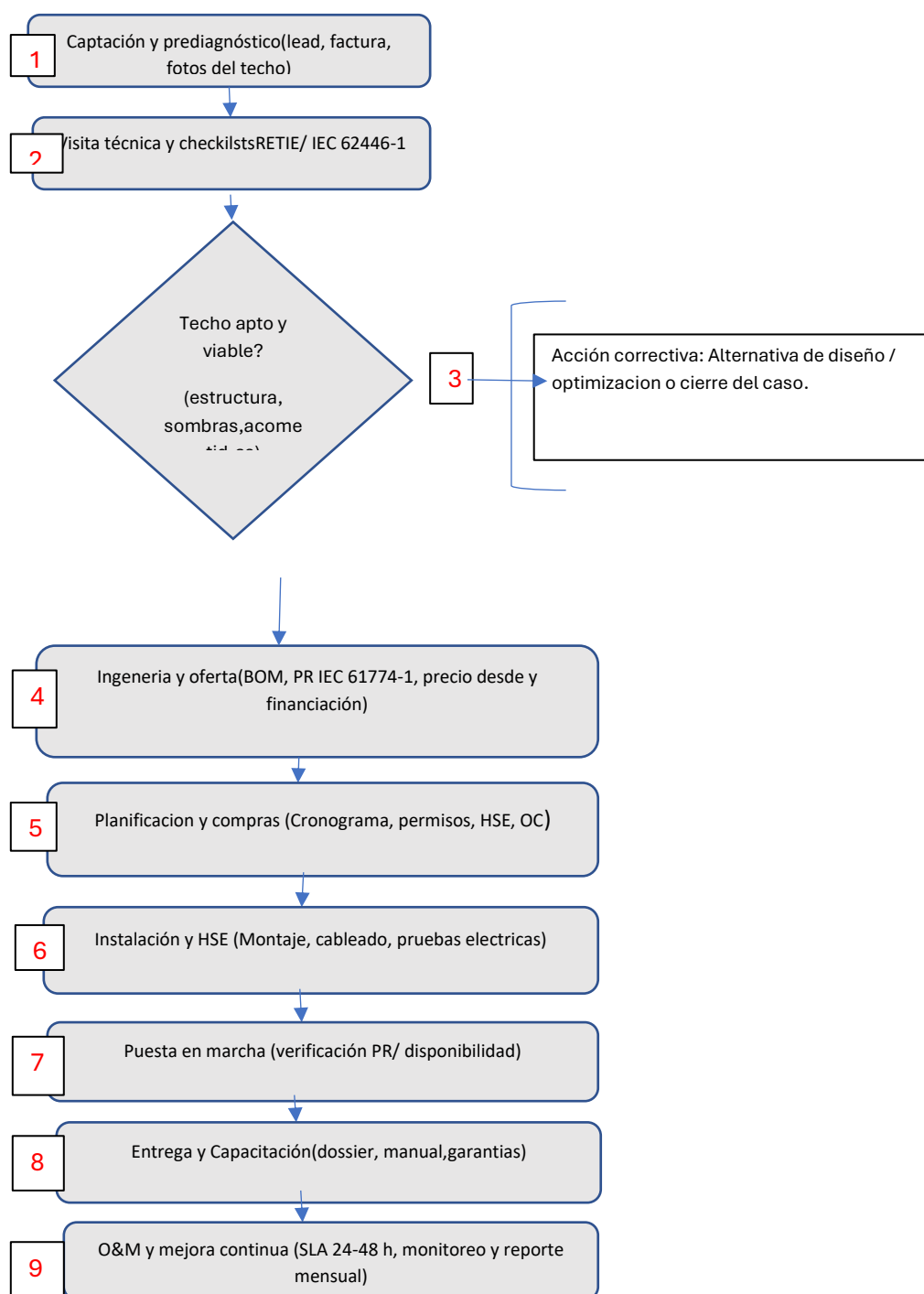
Si el lugar es viable, se procede a la ingeniería y a la oferta, en las cuales se establece la lista de materiales (BOM), se simula el rendimiento esperado y se hace una propuesta con "precio desde" por kWp, cercas según la complejidad y alternativas de financiamiento.

Al ser aprobada la oferta, la planificación y las compras concluyen el cronograma, los permisos, la seguridad y las órdenes de compra. La instalación lleva a cabo montaje mecánico y eléctrico, así como pruebas, canalizaciones y torqueos con control HSE.

Después, se procede a la puesta en marcha, comprobando los parámetros eléctricos y PR/disponibilidad. Al mismo tiempo, se lleva a cabo la legalización y conexión con el operador de red. El paquete de entrega y capacitación comprende el dossier de instalación, que incluye los planos "as-built", las fotografías de control, los informes, las garantías y el manual del usuario.

La posventa (O&M) se ofrece bajo los planes Básico/Plus/Premium: incluye visitas programadas, limpieza, termografía si es necesario, soporte y un informe mensual; los resultados obtenidos mejoran de manera constante la ingeniería, la adquisición y la implementación. Los indicadores principales incluyen el tiempo de ciclo por etapa, la realización de listas de verificación, la disponibilidad/PR, el OTIF de compras, el cumplimiento del SLA y el NPS posventa (Krajewski et al., 2019).

Figura 21. Flujograma de proceso operativo



Plan de producción

La operación se estructura en tres líneas coordinadas: i) venta e instalación de kits para viviendas con una capacidad de 3 a 7 kWp, ii) venta e instalación de kits para empresas con un rango de 10 a 30 kWp, y iii) servicio O&M. El procedimiento estándar es el siguiente: captación y prediagnóstico → visita técnica que incluye listas RETIE/IEC → ingeniería y oferta (BOM, simulación PR) → planificación y adquisiciones → montaje e inspecciones → arranque del sistema → legalización con el operador de red → entrega del equipo y formación del personal → servicio O&M con informe mensual. Como lo indican las referencias (IEC 62446-1+A1:2018; IEC 61724-1+A1:2021; PMI, 2021; Slack & Brandon-Jones, 2019; IEA PVPS, 2020), este proceso encadenado unifica la calidad, el tiempo de ciclo y la trazabilidad técnica.

Descripción del proceso por producto

- Kits residenciales 3–7 kWp. Tras validar factura y techo, la cuadrilla ejecuta montaje mecánico, canalizaciones y pruebas eléctricas; la puesta en marcha verifica parámetros y
- Performance Ratio (PR); se legaliza la conexión y se entrega dossier (planos “as-built”, actas, fotos de control, garantías).
- Kits negocios 10–30 kWp. El flujo es análogo, con mayor coordinación de seguridad industrial, logística y maniobras. Se prioriza continuidad del servicio del cliente y se programa la instalación para minimizar paradas.
- Comercialización sin instalación. Comercialización de inversores, paneles y BOS para proyectos ajenos; la compañía proporciona una ficha técnica y garantía, restringiendo su responsabilidad a la calidad del suministro.
- Servicio O&M. Planes básico, premium y plus que incluyen limpieza, inspección de torqueo y eléctrica, termografía (si aplica) y un informe mensual (PR, disponibilidad). Los hallazgos alimentan la mejora constante (Krajewski, Malhotra & Ritzman, 2019; Zeithaml, Bitner & Gremler, 2018; IEA PVPS, 2020).

Materias primas e insumos requeridos por producto (BOM referencial)

Tabla 40. Materias primas e insumos requeridos

Producto	Módulos FV (aprox.)	Inversor	Estructura/montaje	BOS eléctrico (principal)	Otros
R-3 kWp	6 ud x 500 Wp	1 x 3 kW	Perfil/carril + fijaciones techo	Cable FV 4–6 mm ² , conectores, breaker CC/CA, SPD CC/CA, canaletas	Etiquetas, puesta a tierra
R-5 kWp	10 ud x 500 Wp	1 x 5 kW	Idem dimensionado	Idem dimensionado	Medidor bidireccional (si aplica)
R-7 kWp	14 ud x 500 Wp	1 x 7 kW	Idem dimensionado	Idem dimensionado	
N-10 kWp	18–20 ud x 500–550 Wp	1 x 10 kW	Estructura reforzada	Tablero de protecciones, seccionadores, cableado 10–16 mm ² , barras equipotenciales	Señalización HSE
N-15 kWp	28–30 ud x 500–550 Wp	1 x 15 kW	Idem dimensionado	Idem + canalizaciones metálicas	
N-30 kWp	54–60 ud x 500–550 Wp	1 x 30 kW o 2 x 15 kW	Idem reforzado	Tablero general, canalizaciones, protección selectiva	
O&M	—	—	—	Kit limpieza, trapo antiestático, instrumentos (pinza TRMS, IR/termografía)	EPP, repuestos críticos (fusibles, conectores)

(BOM indicativo; la ingeniería ajusta cantidades exactas según ficha del sitio y normas IEC/RETIE.)

Proveedores por materias primas/insumos

- Paneles FV (Tier-1): mayoristas solares nacionales con portafolio LONGi, JA Solar, Trina, Canadian Solar (estándares IEC/UL).
- Inversores string: distribuidores de Huawei, SMA, Fronius, Solis, Growatt (según disponibilidad y servicio posventa)
- Estructura/montaje: perfiles anodizados y fijaciones certificadas para distintos tipos de cubierta; proveedores eléctricos para anclajes y pernos.
- BOS eléctrico y seguridad: mayoristas eléctricos (breakers CC/CA, SPD tipo II, tableros, canalizaciones), cable FV homologado, conectores MC4.

- Consumibles/EPP: ferreterías y casas de seguridad industrial locales (brocas, selladores, arneses).
 - Servicios conexos: transporte, alquiler de elevación, pruebas y mediciones.
- La selección pondera cumplimiento de normas IEC, lead times y soporte posventa (Chopra & Meindl, 2023; IEA PVPS, 2020).

Capacidad de producción/comercialización

Recursos base: 2 cuadrillas (4 técnicos c/u) + 1 ingeniero comisionado a puesta en marcha/legalización. Calendario de **22 días/mes**.

Tabla 41. Capacidad de producción

Tipo de trabajo	Tiempo típico por instalación*	Capacidad por cuadrilla	Capacidad total (2 cuadrillas)
R 3–7 kWp	1,5–2,0 días	0,55–0,67 inst./día	1,1–1,34 inst./día
N 10–15 kWp	2,5–3,0 días	0,33–0,40 inst./día	0,66–0,80 inst./día
N 30 kWp	4,0–5,0 días (ambas cuadrillas)	—	0,20–0,25 inst./día

El montaje, las pruebas y el cierre técnico están incluidos; la legalización puede realizarse simultáneamente.

La capacidad básica mensual (mezcla observada de aproximadamente 45% R y 55% N) es de cerca de 9 instalaciones al mes. Anualmente: alrededor de 103 instalaciones. La subcontratación táctica, o tercera cuadrilla, permite que la capacidad escale hasta 11-12 mensualmente sin alterar el SLA (PMI, 2021; Slack & Brandon-Jones, 2019).

En la venta sin instalación, la capacidad está determinada por el inventario disponible y el plazo de reposición; con un stock normalizado (ver más abajo), se pueden realizar ventas semanales de hasta 6 a 10 kits distribuidos por tamaño sin interferir en la instalación programada.

Plan de adquisiciones y requerimientos

La compañía organizará sus adquisiciones en dos áreas: las máquinas y los equipos (CAPEX de arranque y reemplazo) y las materias primas e insumos (BOM de kits y materiales para O&M) durante los periodos estimados. El dimensionamiento se basa en el mix operativo establecido (103 instalaciones en el primer año; crecimiento moderado durante los años dos a cinco) y en las políticas de inventario ABC–ROP, que incluyen un stock de seguridad para prevenir quiebras y retrasos (PMI, 2021; Heizer, Render & Munson, 2020; Chopra & Meindl, 2023).

Tabla 42. Presupuesto de adquisición de maquinarias y equipos (COP)

Ítem (unidades)	Cant.	Costo unit. estimado (M)	Subtotal (M)
Kit herramientas eléctricas y manuales por cuadrilla (taladro SDS+, impacto, esmeril, remachadora, llaves, crimpeadora MC4)	2	8,5	17,0
Escaleras/andamios livianos, líneas de vida temporales y cuerdas (por cuadrilla)	2	6,0	12,0
EPP completo (arneses, cascos, guantes dieléctricos, botas) por cuadrilla	2	3,0	6,0
Instrumentación eléctrica (multímetro TRMS, pinza CC, megóhmetro 1.000 V) por cuadrilla	2	5,0	10,0
Cámara termográfica IR (compartida)	1	12,0	12,0
Medidor de irradiancia / temperatura / anemómetro (compartido)	1	3,5	3,5
Telurímetro (puesta a tierra)	1	3,5	3,5
Kit de izaje liviano (malacate/polipasto, eslingas)	1	3,0	3,0
Portátil robusto para ingeniería y puesta en marcha	1	5,5	5,5
Estanterías y racks de bodega	1	4,0	4,0
Subtotal equipos			76,5
Vehículo tipo furgón/pick-up (opción compra)*	1	120,0	120,0
Contingencia 10 %			19,7

Ítem (unidades)	Cant.	Costo unit. estimado (M)	Subtotal (M)
Total, CAPEX Año 1 (con compra de vehículo)			216,2

*Año 1 (arranque, 2 cuadrillas)

Presupuesto de materias primas e insumos por periodos proyectados pesos colombianos (COP)

Se estima que el BOM instalado (que incluye módulos, inversor, estructura, cableado y protecciones) constituye alrededor del 63 % del precio de venta total para instalaciones de tipo residencial y negocios pequeños. Se calcula que los consumibles de O&M (insumos para inspección, limpieza y repuestos pequeños) representan el 5 % de las ganancias anuales de O&M. Estas proporciones son consistentes con los costos desglosados en la energía fotovoltaica distribuida y con las guías operativas/confiabilidad (IEC 61724-1/62446-1, IEA PVPS Task 13, 2020). Se utilizan los precios que ya han sido indexados por la inflación, los cuales se establecieron en la previsión de ventas.

Tabla 43. Presupuesto de materias primas e insumos proyectados

Año	Ingreso por instalaciones (Millones)	63 % BOM (Millones)	Ingreso O&M (Millones)	5 % consumibles O&M (Millones)	Presupuesto total de compras (Millones)
1	3.736,0	2.353,7	57,6	2,9	2.356,6
2	5.192,9	3.271,5	193,3	9,7	3.281,2
3	5.913,0	3.725,2	343,1	17,2	3.742,3
4	6.528,0	4.112,6	504,2	25,2	4.137,9
5	7.144,1	4.500,8	674,8	33,7	4.534,5

El presupuesto anual se implementará con órdenes de compra mensuales que estén en línea con el plan de instalaciones (rampa 9→12/mes) y con la política ABC-ROP: Clase A (paneles e inversores) con un punto de pedido equivalente a aproximadamente un mes de consumo más seguridad, Clase B (estructura/BOS) con cobertura de 3 a 4 semanas y Clase

C (consumibles) con revisión cada mes. El inventario del primer mes se igualará al stock objetivo de la Clase A. Además, los inventarios finales de cada mes no deben descender por debajo del ROP estimado (Chopra & Meindl, 2023; Heizer et al., 2020).

Con este método, la compañía garantiza contar con materiales, tener ciclos de tiempo regulados y un flujo de caja predecible, al tiempo que se beneficia de economías por volumen y disminuye los riesgos en términos de calidad y retrabajo a través de la homologación y las listas de verificación (PMI, 2021; Chopra & Meindl, 2023).

Infraestructura y layout (diseños) requerido

El lote comprende un patio frontal de 144 m² destinado a aparcar y cargar/descargar, así como una construcción techada de 288 m². La planta interna se distribuye en bodegas individuales para paneles (48 m²) e inversores/BOS (48 m²), un área de preparación de kits (48 m²), un taller ligero (30 m²), una zona de muelle/circulación (18 m²), oficinas comerciales/ingeniería (36 m²), una sala de reuniones (12 m²), servicios y vestidores (24 m²) y un cuarto de instrumentos/HSE/EPP (24 m²). Este diseño disminuye los traslados innecesarios, ubica cerca del muelle materiales críticos y aísla las áreas limpias de trabajo administrativo, lo cual es consistente con los principios de flujo, proximidad y seguridad en la concepción de instalaciones.

Figura 22. Plano layout interno – distribución de áreas (288 m²)

Sala de reuniones (≈12 m ²)	Preparación de kits (≈48 m ²)	Bodega A - Paneles (≈48 m ²)
Oficinas Comercial/Ing. (≈36 m ²)		
HSE/EPP/Instrumentos (≈24 m ²)	Muelle/Circulación (≈18 m ²)	Bodega B - Inversores/BOS (≈48 m ²)
Servicios/Vestidores (≈24 m ²)	Taller ligero (≈30 m ²)	

Costos de producción

Se expone la estimación de costos de producción para el primer año de funcionamiento (capacidad base: 103 instalaciones = 46 residenciales con 5 kWp y 57 comerciales con 15 kWp). La estructura mantiene el costeo por absorción (mano de obra directa, material directo y CIF fijos/variables) y distingue los costos de comercialización. Los supuestos técnicos y de precios se basan en el plan (BOM ≈ 63 % del precio instalado; tiempos de logística y cuadrilla) y están fundamentados en criterios recientes para la asignación y diseño de costos. (Horngren et al., 2020; Drury, 2018; Heizer, Render y Munson, 2020; Slack y Brandon-Jones, 2019; IEA PVPS, 2020).

Tabla 44. Costos unitarios por tipo de instalación (M COP, Año 1)

Concepto	Residencial 5 kWp	Negocios 15 kWp
Materia prima (BOM)	12,915	30,870
Mano de obra directa (cuadrilla + ing.)	1,070	1,666
Transporte/logística por obra	0,350	0,600
Consumibles y pequeños repuestos	0,200	0,350
Uso/herramientas (deprec. variable)	0,100	0,200
Costo variable unitario	14,635	33,686

Tabla 45. Costos fijos mensuales (CIF fijos y soporte operativo)

Concepto	Millones de pesos colombianos por mes- (M COP/ mes)
Arriendo bodega-oficina	8,0
Servicios públicos (energía, agua, datos)	2,5
Nómina fija (8 técnicos, ing., coord. ops., admi-contable, asesor) + prestaciones	40,3
Seguros (RC, incendio, vehículo)	1,2
Leasing/uso de vehículo	4,5
Depreciación equipos/herramientas	1,6
Mantenimiento flota/herramientas	1,2
Legal/contable y misceláneos	2,0
Total CIF fijos mensuales	61,3
Total CIF fijos anuales (×12)	735,6

Parámetros técnicos especiales

- Cámara de Comercio (constitución y actividad mercantil). Se formaliza la persona jurídica (preferentemente S.A.S.), se gestiona la matrícula mercantil del establecimiento y, en caso de que se prevea establecer contratos con el Estado, también el Registro Único de Proponentes (RUP). Este procedimiento valida la existencia de la compañía, su objeto social y su domicilio, lo que permite la

facturación y las relaciones comerciales ordinarias. (Guía de matrícula y establecimiento de empresas, Cámara de Comercio).

- DIAN – Registro Único Tributario (RUT). Antes de comenzar las actividades, se adquiere o se renueva el RUT con los códigos CIIU apropiados (instalación de sistemas eléctricos, mantenimiento, venta de equipos eléctricos). El RUT tiene la capacidad de identificar las obligaciones tributarias (IVA, retención, renta y SIMPLE si corresponde) y se actualiza con los cambios en la dirección o la actividad.
- Alcaldía de Aguachica (uso del suelo, ICA y seguridad humana). Se comprueba si el empleo del suelo de la bodega/local es compatible con las actividades de servicios técnicos, comercio y almacenamiento; se registra el impuesto ICA (Impuesto de Industria y Comercio). De acuerdo con lo que exige el municipio, se adquiere el concepto de seguridad del Cuerpo de Bomberos (extintores, planes de evacuación, señalización), condición común para habilitar talleres y bodegas. (Buenas prácticas municipales; consulte el POT local y los procedimientos territoriales).
- Operador de Red (OR) y comercializador de energía. Los sistemas de autogeneración a pequeña escala ($AGPE \leq 100 \text{ kW}$) se conectan mediante los métodos de acceso y conexión del OR local (en Cesar, esta es Afinia desde el comienzo; la compañía verificará si hay modificaciones regulatorias en 2025). La CREG 174 de 2021, que gestiona la integración de la autogeneración y que anuló a la CREG 030 de 2018, es vigente. El procedimiento requiere un estudio de protecciones, mediciones (con un contador bidireccional), un diagrama unifilar, cumplimiento del RETIE y, si es necesario, la venta o contrato de los excedentes. La compañía se encargará de coordinar las actas de puesta en servicio con el comercializador y el OR.
- Cumplimiento técnico eléctrico (RETIE/NTC 2050 e IEC). Toda instalación tiene que satisfacer las referencias técnicas aplicables (NTC 2050 y normas IEC para FV,

protecciones CC/CA, puesta a tierra y marcación) y la RETIE vigente. Es aconsejable manejar la inspección a través de un Organismo de Inspección Acreditado (OIA) y mantener el registro técnico (protocolos de pruebas, torques, PR/monitorización) como un anexo al acta de entrega y también a la legalización frente al OR.

- Ministerio del Trabajo (SG-SST y Trabajo en Alturas). La compañía pondrá en marcha el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) (Decreto 1072 de 2015) antes de la instalación de montajes en cubierta, lo que incluye la identificación de riesgos, matrices de riesgo, provisión del equipo personal de protección y un programa médico ocupacional. Además, todos los empleados que participen en cubierta tienen que acatar la Resolución 4272 de 2021 (Trabajo en Alturas): permisos y anclajes temporales, certificaciones vigentes por nivel, coordinador de trabajo en alturas y registro de entrenamientos.
- Autoridad Ambiental (CORPOCESAR) y gestión de residuos. Para sistemas FV sobre cubierta y escalas comunes del proyecto, generalmente no se necesita una licencia ambiental; no obstante, CORPOCESAR puede demandar otros instrumentos de control (planes de gestión de residuos, almacenamiento temporal, informes), lo cual debe ser consultado individualmente. Si la compañía maneja residuos peligrosos (baterías, aerosoles, solventes, aceites, RAEE de componentes), se registrará en el sistema RUA-RESPEL del IDEAM como generador de RESPEL y aplicará un plan de gestión de RAEE que siga lo estipulado en la Resolución 0851 de 2022 y las directrices nacionales sobre política de residuos peligrosos. Para proyectos de gran envergadura o de la tierra, se comprobará si es necesario realizar trámites adicionales con CORPOCESAR/ANLA.
- Marco de fomento e integración al sistema energético. El negocio se acoge a la Ley 1715 de 2014 y su modificación por la Ley 2099 de 2021, las cuales fomentan las FNCER y establecen que la autogeneración/distribuida sea incorporada al sistema, permitiendo así esquemas de excedentes y beneficios relacionados. Estas leyes son

útiles para la gestión de condiciones comerciales de autogeneración y para establecer relaciones con OR/comercializador.

- **Propiedad intelectual (SIC).** La marca y los signos distintivos de la compañía se protegerán registrándolos ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). El proceso se presenta en SIC en Línea e incluye el examen de forma, la publicación y el examen de registrabilidad; garantiza la exclusividad en la clase de Niza elegida y refuerza la propuesta comercial.
- **Entregables y restricciones clave.** La compañía, como condición de cumplimiento, (i) no activará ninguna instalación sin la aprobación del OR y un acta de inspección/RETIE; (ii) no realizará labores en cubierta sin permisos diarios y certificaciones vigentes de alturas; (iii) no manejará ni almacenará RAEE/residuos peligrosos sin un plan registrado y aprobado; y (iv) mantendrá activos y actualizados el RUT/matricula mercantil/ICA. La falta de cumplimiento puede resultar en la cancelación de conexiones, sanciones laborales/ambientales y clausuras. Por esta razón, cada obra contará con una carpeta que contenga la documentación correspondiente.

Factibilidad ambiental del proyecto

El proyecto es ambientalmente viable ya que su esencia—vender, colocar en techos y mantener sistemas solares fotovoltaicos de pequeña escala—impide el empleo intensivo del suelo, reduce la intervención sobre los hábitats y no supone emisiones locales mientras se lleva a cabo. En Colombia, las instalaciones en techos para autogeneración a pequeña escala ($AGPE \leq 100 \text{ kW}$) y la generación distribuida tienen un marco habilitante que regula su conexión sin requerir una licencia ambiental ordinaria, siempre que no se realicen trabajos de gran tamaño que afecten los recursos naturales.

La normativa vigente está regida por la CREG 174 de 2021 para el acceso y la conexión a la red, así como por el Decreto 1076 de 2015 (DUR del sector ambiente), que reúne los listados de proyectos que necesitan licencia y licencias ambientales específicas.

En la práctica, los sistemas FV en cubiertas no suelen estar incluidos en las listas de licencias. Por lo tanto, su viabilidad depende de cumplir con el RETIE/NTC 2050, recibir la aprobación técnica del Operador de Red (OR) y gestionar los permisos específicos que correspondan, sin requerir una licencia ambiental (CREG, 2021; MADS, 2015; Minenergía–RETIE).

La electricidad fotovoltaica tiene huellas de carbono de aproximadamente 20–60 gCO₂e/kWh durante el ciclo de vida, una cifra considerablemente inferior a los niveles de emisión de la electricidad de red cuando se incrementan las contribuciones térmicas en épocas secas. Según los informes oficiales (IEA PVPS, 2020–2024; XM/UPME), la evidencia de la tarea 12/13 de IEA PVPS revela que, para módulos cristalinos modernos con mejoras en eficiencia y manufactura, se observan cifras de referencia recientes entre ~40-55 gCO₂e/kWh. Esto significa que cada kWh solar reemplaza electricidad con intensidades de GEI que han fluctuado en Colombia entre ~0,11 tCO₂/MWh (en 2022) y valores más altos en 2024 debido al fenómeno de El Niño. Por lo tanto, cuando el sistema eléctrico aumenta la producción térmica debido a condiciones hidrológicas desfavorables, la aportación a la mitigación es positiva y se incrementa.

Los efectos ambientales previstos por cada fase son principalmente de baja magnitud y locales. Los impactos en la preoperación (ajustes de bodega y logística) y en el montaje se reducen a polvo puntual, ruidos intermitentes y movimiento de materiales; estos se manejan mediante planes de seguridad industrial, control del polvo, horarios y señalización. Cuando se realiza la instalación en cubiertas, no ocurren vertimientos ni emisiones significativas; el impacto paisajístico es poco y no se prevén peligros para la avifauna en áreas urbanas, ya que no existen superficies reflectivas extensas al aire libre.

El manejo de los desechos y el uso del agua para limpiar son los principales riesgos ambientales en la operación y mantenimiento. Se aconseja limpiar con métodos secos o húmedos, haciendo un uso eficiente del agua, evitando aditivos y garantizando que cualquier descarga cumpla con las normativas de vertimiento cuando sea pertinente (Resolución 631 de 2015 y Decreto 3930 de 2010, si se trata de vertimientos a cuerpos

acuáticos o alcantarillado). En el caso de un esquema típico de O&M que incluya lavados esporádicos y no tenga descargas industriales diferenciadas, únicamente se necesita documentar que el proceso no produce ARnD o, si lo hace, solicitar el permiso correspondiente ante CORPOCESAR o la autoridad competente.

La gestión de desechos es el núcleo de la elegibilidad medioambiental. Los embalajes de equipos están sujetos a la Responsabilidad Extendida del Productor de empaques y envases (Resolución 1407 de 2018), ya sea que la compañía esté vinculada a un plan colectivo o individual, especialmente si opera como importadora o pone productos en el mercado con material de empaque. La Resolución 851 de 2022 sobre RAEE incluye los dispositivos eléctricos y electrónicos (inversores, data loggers, protecciones y posiblemente módulos al final de su vida útil). Esta resolución establece la clasificación nacional, las responsabilidades del productor en términos de recolección y gestión, así como las condiciones para que los comercializadores acepten los productos.

Por lo tanto, la empresa debe coordinarse con programas autorizados de RAEE para asegurar la recepción y el seguimiento. Además, en el caso de que se incluyan baterías en proyectos específicos, es aplicable el régimen posconsumo particular: pilas/acumuladores bajo programas posconsumo actuales, con devolución obligatoria; y baterías plomo-ácido según la Resolución 372 de 2009. La empresa tiene la obligación de registrarse en el RUA-RESPEL/IDEAM y reportar su gestión cuando se generen residuos peligrosos en la operación, como baterías fuera de uso, aerosoles o aceites de instrumentos. Para estos registros, CORPOCESAR proporciona procedimientos y guías locales. Estas responsabilidades garantizan la economía circular y el control de las externalidades en la cadena FV.

En relación con la seguridad y el cumplimiento técnico-eléctrico, cualquier instalación tiene que seguir las buenas prácticas de IEC 62446-1 para la documentación del sistema y las pruebas de recepción, así como RETIE; esto disminuye los errores, atenúa los riesgos eléctricos y genera evidencia técnica para el cliente y el OR. El proceso de conexión y medición bidireccional se realiza de acuerdo con la CREG 174 de 2021, por medio del

operador de red local en Cesar. Su guía operativa incluye estudios simplificados y formularios para AGPE. Además de asegurar la seguridad, este paquete técnico-regulatorio actúa como una protección ambiental al evitar incidentes de arco, sobrecalentamientos o conexiones defectuosas.

Se considera que las medidas de manejo estándar pueden controlar los riesgos y condicionantes ambientales. Si en el futuro se plantean instalaciones en tierra (que no están contempladas en este plan), se llevarían a cabo evaluaciones adicionales relacionadas con el uso del suelo, drenajes, manejo de suelos y permisos forestales si fuera necesario; esta situación podría modificar la dirección de viabilidad y requerir procedimientos ambientales específicos según el Decreto 1076 de 2015. En la ciudad de Aguachica, con énfasis en techos de casas y negocios, la compañía tiene la posibilidad de garantizar trazabilidad ambiental a través de:

- I) confirmación de que no es necesario aplicar licencia por categoría y tamaño;
- II) cumplimiento del RETIE y conexión bajo CREG 174/2021;
- III) plan de RAEE y empaques/envases con objetivos anuales;
- IV) protocolo para limpieza que prevenga ARnD o administre permisos si son requeridos;
- V) registro RESPEL cuando se produzcan desechos peligrosos. Por lo tanto, los impactos residuales se consideran de corta duración en la obra, reversibles y bajos, con ganancias netas por la reducción de GEI durante toda la vida útil del sistema.

El proyecto es consistente con la política de transición energética (Leyes 1715 del 2014 y 2099 del 2021) y tiene viabilidad ambiental. Al establecer la responsabilidad posconsumo, conservar archivos técnicos de calidad y notificar al cliente sobre las ventajas en términos climáticos y de eficiencia, especialmente durante los periodos con una elevada intensidad de carbono en el sistema eléctrico nacional, se optimiza su aceptación social y regulatoria.

Capítulo V. Plan de gestión de los recursos humanos

Identificación del equipo de RRHH de la EDT por perfil y competencias centrales

Utilizando la EDT del proyecto (venta, instalación y O&M de sistemas FV de pequeña escala), se organiza el equipo en áreas y roles con perfiles, requisitos y competencias centrales. La definición se fundamenta en marcos de trabajo actuales para proyectos y gestión del talento, como SHRM BASK 2022, PMI 2021 (PMBOK® 7ª), ISO 10015:2019 para aprendizaje y Armstrong 2020 para diseño de puestos. Se priorizan las competencias técnicas, conductuales (“power skills”) y de negocio.

Tabla 46. Mapa de roles por EDT

EDT	Fase/entregable	Roles responsables (RACI simplificado)
1	Captación y prediagnóstico	Dir. Comercial (A), Ejecutivo B2B (R), Asesor Residencial (R), Ops Lead (C)
2	Visita técnica y factibilidad	Ing. de Proyectos (R), Líder de Cuadrilla (R), HSE (C), Ops Lead (A)
3	Ingeniería y oferta	Ing. de Proyectos (R), Dir. Comercial (C), Compras/Almacén (C), Ops Lead (A)
4	Planificación y compras	Ops Lead (A), Compras/Almacén (R), Ing. de Proyectos (C)
5	Instalación y HSE	Líder de Cuadrilla (R), Técnicos (R), HSE (A/C), Ops Lead (C)
6	Puesta en marcha y PR	Ing. de Proyectos (R/A), Líder de Cuadrilla (C)
7	Legalización con OR	Ing. de Proyectos (R), Ops Lead (A)
8	Entrega y capacitación	Ing. de Proyectos (R), Dir. Comercial (C)
9	O&M y soporte	Coord. O&M/ Customer Success (A/R), Técnicos (R), HSE (C)
10	Mejora continua	Ops Lead (A), Calidad (si aplica) / Coord. O&M (R), Gerencia (C)

Tabla 47. Perfiles y competencias por cargo (resumen ejecutivo)

Área	Cargo (HC inicial)	Misión del cargo	Requisitos mínimos	Competencias clave (nivel requerido)
Dirección	Gerencia General (1)	Asegurar viabilidad, cumplimiento normativo y resultados del plan	Profesional en Ing./Adm.; 7+ años dirigiendo P&L	Dirección estratégica (Avz.), finanzas para no financieros (Int.), liderazgo y toma de decisiones (Avz.)
Operaciones	Jefe de Operaciones / Ops Lead (1)	Planificar y ejecutar la cartera de proyectos, calidad y seguridad	Ing. Eléctrico/Mecatr.; 5+ años en EPC FV/eléctrico	Gestión de proyectos (PMI—Avz.), RETIE/NTC 2050 (Avz.), programación/OTIF (Avz.), liderazgo de cuadrillas (Avz.)
	Ingeniero/a de Proyectos (1)	Ingeniería, memoria técnica, PR y legalización	Ing. Eléctrico; experiencia 2–3 años FV; PV*soft	Diseño FV/PR IEC 61724-1 (Avz.), RETIE/IEC 62446-1 (Avz.), CAD (Int.), comunicación técnica (Avz.)
	Coordinador/a HSE (1)	SG-SST y Trabajo en Alturas; control de riesgos	Prof./Tec. SST; Res. 4272/2021 vigente	IPER (Avz.), permisos de trabajo (Avz.), liderazgo HSE (Int.), investigaciones incidentes (Avz.)
	Líder de Cuadrilla (2)	Ejecutar montaje y pruebas; liderar técnicos	Téc/Tecnólogo eléctrico; alturas vigentes	Montaje eléctrico FV (Avz.), lectura de planos (Avz.), calidad/torqueo (Avz.), liderazgo (Int.)
	Técnicos de Instalación (6–8)	Montaje mecánico/eléc., canalizaciones, pruebas	Téc. eléctrico; alturas vigentes	Cableado CC/CA (Int.), seguridad (Avz. en práctica), orden 5S (Int.)
Servicio	Coordinador/a O&M / Customer Success (1)	SLA 24–48 h, monitoreo, reportes y retención	Téc/Tecnólogo; 2+ años O&M	Diagnóstico FV (Avz.), PR/disponibilidad (Avz.), trato cliente (Avz.), CRM (Int.)
Abastecimiento	Coordinador/a Compras & Almacén (1)	Homologación, ROP y OTIF de materiales	Adm./Ing.; 3+ años compras eléctricas	ABC–ROP (Avz.), negociación (Avz.), control inventario (Avz.), ERP/Excel (Avz.)

Área	Cargo (HC inicial)	Misión del cargo	Requisitos mínimos	Competencias clave (nivel requerido)
Comercial	Director/a Comercial (1)	Liderar demanda y conversión con pricing por valor	Adm./Ing.; 5+ años B2B	Ventas consultivas (Avz.), pricing por valor (Int.), forecast (Avz.), liderazgo (Int.)
	Ejecutivo/a B2B (1)	Captación y cierre en retail/restaurantes	3+ años B2B técnico	SPIN/consultiva (Int.), finanzas cliente (Int.), gestión pipeline (Avz.)
	Asesor/a Residencial (1)	Prospección y cierre hogar con financiación	2+ años ventas	Escucha/objeciones (Avz.), CRM (Int.), educación técnica básica (Int.)
Adm./Finanzas	Analista Admin-Contable (1)	Facturación, cartera, costos y soporte	Tec./Prof. contable; IFRS Pymes	Facturación y cartera (Avz.), costos (Int.), Excel/ERP (Avz.)

HC inicial sugerido: 16–18 personas. **Escalamiento:** agregar 1 cuadrilla adicional (3–4 técnicos + 1 líder) y 1 ingeniero en el Año 3 si la capacidad sube a 12 instalaciones/mes.

Tabla 48. Matriz de competencias (muestra de evaluación por rol)

Rol	Competencia	Nivel requerido	Evidencia/evaluación
Ing. de Proyectos	RETIE/IEC 62446-1	Avanzado	Prueba técnica + checklist de dossier de entrega
Ing. de Proyectos	PR/IEC 61724-1 (análisis de datos)	Avanzado	Caso práctico con dataset real y reporte
Líder de Cuadrilla	Trabajo en alturas (Res. 4272/2021)	Avanzado	Certificación vigente + simulacro de rescate
Líder de Cuadrilla	Lectura de planos unifilares	Avanzado	Prueba práctica en sitio
Coord. O&M	Diagnóstico de fallas (string/inversor)	Avanzado	Prueba con multímetro/IR y protocolo
Compras/Almacén	ABC–ROP y OTIF	Avanzado	Caso de cálculo ROP + KPI mensual
Ejecutivo B2B	Ventas consultivas y CRM	Avanzado	Role-play + auditoría de pipeline
HSE	IPER y permisos	Avanzado	Auditoría de campo y cierre de hallazgos

Mecanismos para lograr el desarrollo de los RRHH de la EDT

El proyecto incorporará el desarrollo del talento humano como un proceso ininterrumpido que arranca en la contratación y termina con la consolidación del rendimiento en campo. Para conseguirlo, la compañía establecerá perfiles de acuerdo con competencias que estén en línea con la EDT y empleará "scorecards" que contengan los resultados esperados para cada rol.

El proceso de selección estará fundamentado en evidencias: análisis técnicos de RETIE/NTC 2050, interpretación de planos unifilares y simulación del Performance Ratio bajo IEC 61724-1, además de ejemplos de trabajo —como la instalación controlada o el diagnóstico de fallas— y entrevistas conductuales estructuradas. Antes de entrar, el pre-embarque consistirá en proporcionar el manual de cultura y políticas del SG-SST, un microcurso virtual sobre seguridad y la validación de documentos. Esta última se centrará especialmente en la certificación vigente para trabajar en alturas, según lo establece la Resolución 4272 del Ministerio del Trabajo de 2021, que es esencial para cualquier trabajo en cubiertas.

La inducción se entiende, desde el inicio de la vinculación, como un nexo entre la cultura organizacional, las demandas normativas y la ejecución técnica. En la primera semana se abordarán los principios de calidad, seguridad y ética, el empleo de EPP, las prácticas documentales según IEC 62446-1+A1:2018 y la implementación y supervisión siguiendo la IEC 61724-1+A1:2021. Simultáneamente, cada individuo se registrará en las herramientas de administración —CRM para funciones comerciales y ERP/gestión de proyectos para ingeniería y operaciones— con el objetivo de que la información circule sin obstáculos desde la oferta hasta la posventa.

Esta fase tiene como objetivo reducir el tiempo para la competencia y establecer expectativas cuantificables sobre la calidad del servicio y la conducta segura, de acuerdo con lo que sugieren las perspectivas actuales de onboarding enfocadas en el desempeño y la experiencia (PMI, 2021; Zeithaml et al., 2018).

Después de la inducción, el aprendizaje se incorpora intencionadamente al "flujo del trabajo". Desde el 8 hasta el 30, la persona pasará por un periodo de instrucción supervisada y "shadowing" con un mentor asignado. En ingeniería y campo, se realizarán listas de comprobación para las instalaciones y pruebas (torqueos, continuidad, aislamiento, puesta a tierra), elaboración de dosieres y verificación de PR. En cuanto al ámbito comercial, se practicarán guiones para ventas consultivas, cálculo del ahorro y oferta de financiación integrada. La filosofía consiste en aprender mediante la práctica, utilizando micro-módulos breves y repetibles, revisiones in situ y retroalimentación constante. Esta metodología está alineada con el concepto de "learning in the flow of work", que prefiere formatos concisos y aplicables a contenidos largos que están desconectados del contexto (Bersin, 2018; ISO 10015:2019).

La certificación interna por rol se llevará a cabo entre los días 31 y 60. Los técnicos deberán realizar una instalación completa de baja complejidad, superar una evaluación práctica de instrumentación (termografía aplicada, pinza CC y megóhmetro) y generar un expediente de entrega sin inconformidades; el personal encargado del servicio tendrá que solucionar un diagnóstico y elaborar un informe mensual claro para el cliente; por su parte, los roles comerciales tendrán que demostrar dominio sobre el embudo, el pricing por valor y los acuerdos financieros. El estándar de aprobación será "apto para trabajo autónomo", otorgado por HSE y Operaciones, garantizando que la autonomía se alcance cuando las habilidades críticas se demuestren en el contexto laboral y no únicamente en el aula (PMI, 2021; ISO 10015:2019).

Desde el día 61 hasta el 90, se reforzará el rendimiento con objetivos concretos y un seguimiento cada semana. En el campo, los indicadores se centrarán en la productividad por cuadrilla, el "first-time-right", PR dentro de ± 5 % del objetivo y cero incidentes incapacitantes. En el servicio, las métricas serán la satisfacción del cliente y el cumplimiento de SLA 24-48 horas. En términos comerciales, los indicadores serán la tasa de cierre, el margen por operación y la calidad del pipeline. La institución evaluará la eficacia de la capacitación mediante el modelo de cuatro niveles (conducta, resultados, reacción y aprendizaje), con el objetivo de verificar que no solo se adquieran

conocimientos, sino que estos generen cambios en los comportamientos y en los resultados operativos (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2019; Tannenbaum et al., 2021).

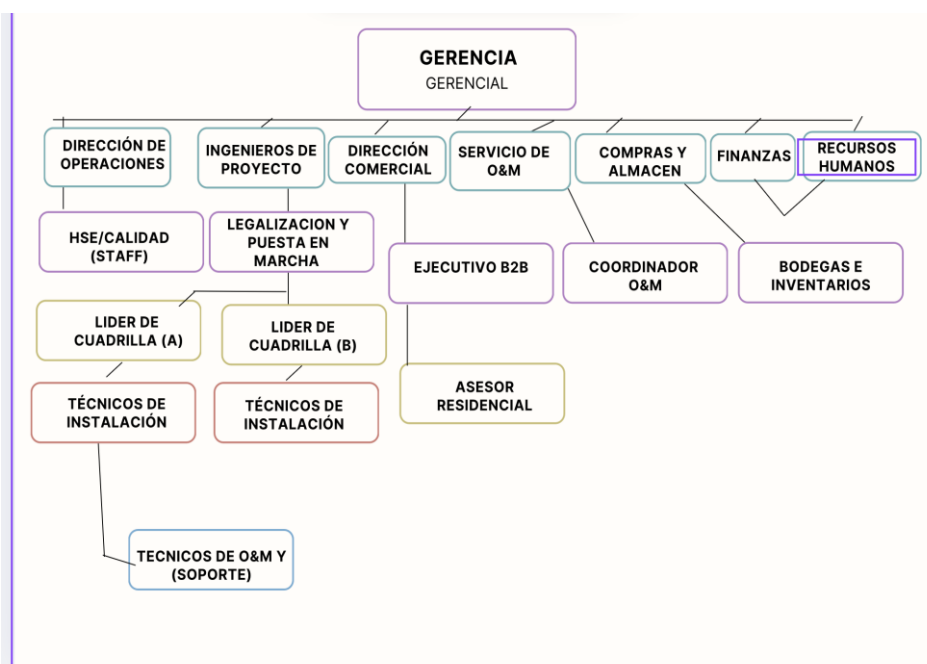
Este ciclo de desarrollo se mantendrá con procedimientos de gobierno sencillos y rastreables: una matriz de competencias por persona, con vigencias y evidencias; un tablero quincenal que registre el tiempo dedicado a la competencia y los errores críticos; y "after-action reviews" al término de cada obra para transformar incidentes y descubrimientos en mejoras procedimentales. La recertificación en alturas continuará vigente; la actualización técnica será cada seis meses y los refrescamientos se llevarán a cabo cuando los indicadores muestren desviaciones. Los mandos medios, de forma transversal, realizarán coaching breve y frecuente enfocado en la seguridad y las decisiones. Esto fortalecerá las denominadas "power skills" —juicio, colaboración y comunicación— que PMI y SHRM resaltan como cruciales para llevar a cabo proyectos y mantener el talento (PMI, 2021; SHRM BASK, 2022).

En última instancia, se comprenderá el proceso de reclutamiento, inducción y capacitación como un sistema integral: se escoge con base en las habilidades demostrables, se instalan hábitos y estándares desde el primer día y se verifica la autonomía mediante un rendimiento que puede ser observado. Esta integración, en un negocio que depende de los servicios —instalación y O&M de sistemas solares—, disminuye el tiempo de rampa, optimiza la calidad desde el primer momento y aumenta la confianza del cliente; además, alinea los resultados del aprendizaje con indicadores comerciales como OTIF, NPS, cumplimiento de SLA y seguridad operacional. En resumen, el desarrollo del talento deja de ser un suceso aislado y se transforma en la base que garantiza una experiencia técnica constante, seguridad y una mejor experiencia para el cliente.

Capítulo VI. Plan organizacional y creación de la EDT

Estructura organizacional de la EDT

Figura 23. Estructura organizacional



La Gerencia General dirige la estrategia, la sostenibilidad económica y la alineación de objetivos, y se requiere que posea experiencia en el manejo de P&L y en la gestión de riesgos. La Dirección de Operaciones tiene a su cargo la planificación y ejecución del portafolio de instalaciones, asegurando calidad inicial, seguridad y cumplimiento de tiempos; es experta en programación, RETIE/NTC 2050 y liderazgo de cuadrillas. La ingeniería de proyectos elabora memorias técnicas, dimensiona PR en línea con la IEC 61724-1 y se encarga de la puesta en marcha y la legalización ante el OR; se espera que tenga capacidad para diseñar FV, CAD y documentar según la IEC 62446-1. HSE/Calidad

trabaja como función staff de control, ejecuta el SG-SST, establece la coordinación del trabajo en alturas y revisa las listas de verificación y los archivos de obra. Los líderes de cuadrilla supervisan el ensamblaje mecánico y eléctrico, así como la realización de HSE y las pruebas en el lugar; se encargan de los técnicos y ponen por delante el “first-time-right”.

El servicio (O&M/Customer Success) garantiza la continuidad con SLA de 24 a 48 horas, supervisa el rendimiento y emite informes mensuales; su objetivo es la disponibilidad y la retención. Compras y almacén regula el nivel de servicio, la homologación y el ROP/ABC, equilibrando los costos. La Dirección Comercial, con precios de valor y financiamiento integrado, dirige la demanda y la conversión; el Ejecutivo B2B se encarga de cuentas comerciales/servicios con un ciclo de 25 días; el Asesor Residencial guía al hogar en diagnóstico y cierre, con transparencia en cuanto a ahorro. La administración y las finanzas supervisan la facturación, los costos, la cartera (DSO) y el apoyo contable-tributario.

Esta arquitectura hace más sencillo que se coordinen transversalmente, se clarifique "quién ejecuta y quién decide" y haya trazabilidad técnica y comercial, lo que disminuye los retrabajos y agiliza los flujos críticos del negocio solar distribuido. Su diseño se basa en prácticas de gestión por competencias, dirección de proyectos y diseño organizacional contemporáneas que sugieren estructuras ligeras con roles definidos, gobernanza mediante indicadores y aprendizaje constante como la parte central de la ejecución (PMI, 2021; Armstrong, 2020; SHRM, 2022).

Aspectos asociados a la constitución del emprendimiento

De acuerdo con la Ley 1258 de 2008, la compañía se constituirá como Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.), debido a su flexibilidad estatutaria, responsabilidad que se limita al aporte y facilidad para determinar entes administrativos según el proyecto (Reyes Villamizar, 2018; Congreso de Colombia, 2008). El objeto social se definirá de manera explícita como: i) comercialización (compra, venta e importación) de inversores, estructuras, paneles solares y BOS; ii) instalación y venta de sistemas solares para empresas y hogares pequeños; iii) mantenimiento correctivo y preventivo (O&M) de sistemas

fotovoltaicos propios o ajenos, que incluye supervisión básica, pruebas eléctricas y limpieza técnica. Acorde con el alcance del plan (Osterwalder & Pigneur, 2010), se incluirán actividades adicionales de capacitación técnica y representación comercial de marcas, pero no se extenderán a proyectos a gran escala ni EPC de generación utility-scale.

La actividad económica (CIIU) que se propone es la 4321, que consiste en instalaciones eléctricas como actividad principal. Como actividades secundarias, se registrarán las siguientes: 4663 – venta mayorista de materiales para construcción, ferretería y calefacción; 4752 – venta minorista de artículos de vidrio, pinturas y ferretería (si hay venta al por menor); y 3314 – mantenimiento y reparación de equipo eléctrico; con el objetivo de cubrir formalmente el servicio O&M. Esta elección permite emitir facturas tanto del suministro como de la instalación y del servicio, además de armonizar las obligaciones tributarias con el modelo empresarial (DANE, 2020).

La constitución seguirá un procedimiento estandarizado y secuencial. En primer lugar, se elaborarán estatutos de S.A.S. en un documento privado que incluya: nombre, objetivo, domicilio, duración, capital autorizado-suscrito-pagado, régimen administrativo (juntas opcionales y representante legal), reglas para la negociación y emisión de acciones y resolución de conflictos (Reyes Villamizar, 2018; Congreso de Colombia, 2008). Después se llevará a cabo la verificación de homonimia y el registro en la Cámara de Comercio (matrícula mercantil del establecimiento y de la sociedad).

Una vez finalizada la inscripción, se tramitará el RUT-NIT y la habilitación de facturación electrónica (Resolución 000042 del 2020) ante la DIAN, además de registrarse en el ICA municipal. Simultáneamente, se pondrá en marcha la gobernanza mínima (definición de facultades del representante legal, política de firmas y reglas de control interno), se establecerá el libro de accionistas y se abrirá la cuenta bancaria empresarial. La gestión de trabajo en alturas (Resolución 4272 de 2021) y el SG-SST (Decreto 1072 de 2015) se activarán para los grupos de trabajo antes del comienzo de operaciones en campo, además de la incorporación al Sistema de Seguridad Social y a la ARL. Por último, para

cada instalación (PMI, 2021), se conservarán los expedientes técnicos IEC/RETIE y se homologarán proveedores y marcas.

La misión se enfocará en "democratizar la energía solar residencial y comercial en Aguachica y sus alrededores, proporcionando sistemas confiables con rendimiento cuantificable (IEC 61724-1) y un servicio oportuno (SLA de 24 a 48 horas), mediante un portafolio transparente para la venta e instalación de kits y su mantenimiento, que disminuya los costos energéticos y aumente la capacidad de recuperación de los clientes".

Se proyecta que para el año 2029, la compañía será un referente en el Cesar en cuanto a soluciones solares de pequeña dimensión, debido a su calidad inicial, la experiencia del cliente y la administración responsable del medio ambiente (RAEE/posconsumo), utilizando un modelo operativo que se puede escalar y que es financieramente estable (Collins y Porras, 2002; Kaplan y Norton, 2004).

El cronograma de implementación se concibe en seis hitos, gobernados por la EDT:

Tabla 49. Cronograma de constitución

Fase / Hito	Meses (Año 1)	Actividades clave	Responsable líder
Constitución legal y alistamiento	1	Redacción estatutos S.A.S.; verificación de homonimia; matrícula en Cámara de Comercio; RUT–NIT y facturación electrónica; apertura de cuenta bancaria; contrato de arrendamiento; adecuaciones básicas del local; activación SG-SST y ARL; contratación núcleo (gerencia, operaciones, ingeniería, compras, comercial, admin.)	Gerencia
Homologación y “go live” comercial	2	Homologación de proveedores y marcas; inventario inicial (ABC–ROP); sitio web y landing; campañas digitales y ruta B2B; plantillas IEC/RETIE (dosier, checklists)	Dirección Comercial / Operaciones
Pilotos técnicos y cierre con OR	3–4	Instalaciones piloto (3–5 kWp y 10–15 kWp); trámite de acceso y conexión con Operador de Red; afinamiento de tiempos de ciclo; vinculación HSE; certificación interna 30–60–90 del equipo	Operaciones / Ingeniería
Lanzamiento formal de O&M	5–6	Diseño de planes O&M (Básico/Plus/Premium); tablero SLA 24–48 h; vinculación de coordinador	Servicio (O&M)

Fase / Hito	Meses (Año 1)	Actividades clave	Responsable líder
		O&M; primer paquete de contratos; ajuste de precios por valor y financiación integrada	
Escalamiento controlado	7–9	Estabilización a ≈9 instalaciones/mes; eventos de demostración; expansión a municipios cercanos; mejora continua (lecciones aprendidas)	Gerencia / Operaciones
Consolidación y preparación de escala	10–12	Revisión trimestral de metas, flujo de caja y márgenes; plan de tercera cuadrilla e ingeniero adicional; presupuesto año 2; auditoría de seguridad y calidad	Gerencia / Finanzas / HSE

Esta estructura legal y de implementación mantiene un balance entre gobernanza y agilidad: la S.A.S. proporciona flexibilidad para acordar normas internas, el objeto social limita el riesgo operativo, la CIU establecida permite facturar múltiples actividades, y el cronograma vincula la constitución legal con la habilidad operativa y el lanzamiento comercial, lo que disminuye el tiempo hasta los ingresos y fortalece la disciplina del proyecto.

Gastos de la puesta en marcha

Se presenta el presupuesto base para habilitar operaciones. Se prioriza el escenario con leasing de vehículo (OPEX).

Tabla 50. Gastos de la propuesta en marcha

Rubro de puesta en marcha	Detalle	Inversión (Millones)
Adecuaciones e infraestructura	Pisos, divisiones, baños; red eléctrica 30–45 kVA; iluminación/ventilación; estanterías; red de datos; CCTV/acceso; señalización HSE; mobiliario; rampa muelle; sistema FV demo 3 kWp; contingencia 10 %	238,7
Equipos y herramientas (sin vehículo)	Herramientas 2 cuadrillas; EPP; instrumentación (TRMS, megóhmetro, IR); kit irradiancia; telurímetro; izaje; portátil robusto; estanterías técnicas; contingencia 10 %	84,2
Capacitación y reclutamiento inicial	Publicación, pruebas, exámenes, dotación; ruta 30–60–90 por rol	30,6

Capital de trabajo – inventarios iniciales	Materiales para ~10 kits (BOM $\approx$ 63 % del PVP; $\approx$ 22,9 M por instalación)	229,0
Software y configuración inicial	Implementación ERP/CRM, licencias iniciales	6,0
Constitución y registros	Cámara de Comercio, NIT, marca (SIC), notariales/abogados	4,0
Total puesta en marcha (Opción A: vehículo en leasing)		592,5

Con un gasto anual total de personal de 829,9 millones, 689,1 millones en gastos de administración y ventas (incluyendo su nómina) y 592,5 millones en leasing (puesta en marcha), la compañía tiene una base para organizar la rentabilidad y el flujo de caja.

Capítulo VII. Plan económico y financiero

Fuentes de financiación del proyecto

A continuación, se detalla la composición del capital social de una S.A.S. y las vías de financiación que se utilizarán para satisfacer el requerimiento de fondos iniciales (592,5 Millones de peso colombiano (COP), escenario base con vehículo en leasing), basándose en los criterios de estructura ideal de capital y gobierno corporativo. La propuesta establece una conexión entre la flexibilidad de la S.A.S. (Ley 1258 del año 2008) y las prácticas adecuadas de financiación de proyectos y generación de valor (Koller, Goedhart & Wessels, 2020; Reyes Villamizar, 2018; Brealey, Myers & Allen, 2020).

Las siguientes proyecciones financieras se construyen con base en los volúmenes y precios de venta estimados en el Capítulo III, Tablas 16 a 18, los cuales se derivan del estudio de mercado realizado en el Capítulo II”.

Costos y gastos de personal

La empresa operará con 17 HC (cabezas) según el arranque escalonado: Gerencia, Operaciones (jefe, 2 Líderes, 6 Técnicos), Ingeniería de Proyectos, HSE, Compras & Almacén, Comercial (Ejecutivo B2B y Asesor Residencial), O&M (Coordinador) y Recursos Humanos & Finanzas (Analista). HSE ingresa en mes 3 (10 meses activos) y O&M en mes 5 (8 meses activos).

Tabla 51. Nómina detallada por cargo (Año 1)

Cargo	HC	Inicio	Salario base (Millones/mes)	Costo empleador (Millones/mes)	Meses activos	Costo anual (Millones)
Gerencia General	1	Mes 1	7,0	9,8	12	117,6
Jefe de Operaciones	1	Mes 1	5,5	7,7	12	92,4
Ingeniero/a de Proyectos	1	Mes 1	4,2	5,88	12	70,56
Coordinador/a HSE	1	Mes 3	3,8	5,32	10	53,20
Líder de Cuadrilla (2)	2	Mes 1	2,6 c/u	7,28 (2×)	12	87,36

Técnicos de Instalación (6)	6	Mes 1	2,0 c/u	16,80 (6×)	12	201,60
Coord. Compras & Almacén	1	Mes 1	2,8	3,92	12	47,04
Ejecutivo/a B2B	1	Mes 1	3,0	4,20	12	50,40
Asesor/a Residencial	1	Mes 1	2,2	3,08	12	36,96
Analista Admin-Contable	1	Mes 1	2,2	3,08	12	36,96
Coordinador/a O&M	1	Mes 5	3,2	4,48	8	35,84
Total Año 1 (nómina + prestaciones/SS)	17					829,92

Tabla 52. Resumen anual por área (Año 1)

Área	Costo anual (Millones)
Operaciones (jefe, Líderes, Técnicos, HSE)	434,56
Ingeniería de Proyectos	70,56
Servicio (O&M)	35,84
Comercial (Ejecutivo B2B + Asesor)	87,36
Compras & Almacén	47,04
Recursos Humanos & Finanzas (Analista)	36,96
Dirección (Gerencia)	117,60
Total	829,92

Gastos anuales de administración

Los gastos de soporte (software, comisiones, viajes, arriendo, servicios, seguros, marketing, honorarios y otros) junto con la nómina comercial y administrativa se consolidan en este presupuesto. Se adopta un vehículo en leasing (OPEX) para mantener la coherencia con el flujo de operaciones.

Tabla 53. Gastos anuales de administración

Concepto	Supuesto	Gasto anual (Millones)
Nómina adm. & ventas (Gerencia 117,6; Admin 36,96; Comercial 87,36)	De tabla de nómina	241,92
Arriendo bodega–oficina	8,0 M/mes	96,00
Servicios públicos (energía, agua, datos)	2,5 M/mes	30,00
Seguros (RC, incendio, vehículo)	1,2 M/mes	14,40
Software/licencias (ERP/CRM, ofimática)	1,8 M/mes	21,60
Marketing y publicidad	Plan anual	96,00
Comisiones comerciales	% sobre ventas Año 1	60,76
Viajes y viáticos comerciales	2,0 M/mes	24,00
Honorarios legales/contables	2,0 M/mes	24,00
Leasing vehículo (operativo)	4,5 M/mes	54,00
Papelería, cafetería, aseo	1,6 M/mes (0,8 + 0,8)	21,60
Tarifas bancarias	0,4 M/mes	4,80
Total gastos adm. & ventas (Año 1)		689,08

Composición del capital social (S.A.S.)

Tabla 54. Composición de capital social

Concepto	Detalle
Capital autorizado	1.000 millones COP (1.000.000 de acciones de valor nominal \$1.000)
Capital suscrito	400 millones COP (400.000 acciones)
Capital pagado inicial	327 millones COP (327.000 acciones) Plazo estatutario: hasta 12 meses para pagar saldo suscrito
Estructura accionaria inicial	Socio A: 60 % (240.000 acciones) Socio B: 40 % (160.000 acciones)

- **Reserva para crecimiento:** El capital autorizado no suscrito, que asciende a 600 M COP, queda disponible para futuras rondas (puede ser una prima de colocación para robustecer el patrimonio sin diluirlo demasiado).

Esta configuración mantiene el control, brinda espacio para nuevas emisiones y formaliza la incorporación de socios con compromisos de pago programados, propios del régimen S.A.S. (Reyes Villamizar, 2018).

Tabla 55. Fuentes de financiación del proyecto

Fuente	Monto (Millones COP)	% sobre 592,5	Instrumento	Destino principal	Plazo / Observaciones
Capital social pagado	327,0	55,2 %	Acciones ordinarias S.A.S.	Adecuaciones, equipos/herramientas, parte del inventario y preoperativos	Aportes de socios; permite absorber riesgos de arranque
Crédito bancario CAPEX	147,5	24,9 %	Préstamo de inversión	Adecuaciones e instrumental (no cubierto por capital)	36–48 meses, cuota fija; garantías reales/personales
Crédito de proveedores	59,0	10,0 %	Plazo 30–45 días (DPO)	Porción del inventario inicial ($\approx$ 25–30 %)	Cupos con mayoristas; sujeta a historial y rotación
Línea rotativa de trabajo	59,0	10,0 %	Cupo revolvente	Caja de maniobra, marketing, desfases de cobro (DSO)	12 meses renovables; se usa/cancela según flujo
Total fuentes	592,5	100 %			

- el leasing operativo del vehículo traslada ese activo a OPEX (no al CAPEX), reduciendo caja inicial;
- la línea rotativa mitiga picos de capital de trabajo por la política 50–40–10 y el DSO objetivo;
- el crédito CAPEX se alinea a la vida útil de las adecuaciones y equipos, minimizando descalces plazo–activo (Brealey et al., 2020; Koller et al., 2020).

Estados financieros básicos

Las proyecciones financieras a cinco años (ingresos recurrentes O&M, razón BOM=63 % del precio instalado y consumibles O&M=5 %, nómina base (17 HC), gastos administrativos y CAPEX de arranque) se generan utilizando las suposiciones que ya se han incluido en el documento, como los volúmenes y precios de venta por año. Estas proyecciones incluyen el flujo de efectivo, el balance general y el estado de resultados. Las cifras se muestran en millones de COP (M). El método se basa en prácticas adecuadas de evaluación y pronóstico financiero (Hyndman & Athanasopoulos, 2021; Brealey, Myers & Allen, 2020; Horngren, Datar & Rajan, 2020). Los supuestos fundamentales de ingresos son los que se establecen en el plan: Primer año con 103 instalaciones y O&M reconocido mensualmente en proporción; del segundo al quinto años, rampa de 137 a 170 instalaciones y ajuste inflacionario (del 4,5 % al 3,0 %).

Para el BOM, se destina el 63 % del ingreso obtenido por instalaciones; para los consumibles, en cambio, se asigna el 5 % de los ingresos por O&M. La nómina del primer año asciende a 829,92 M (17 HC), y los costos de ventas y administración llegan a 689,08 M. De estos costes, las comisiones suman 60,76 M (cerca del 1,60 % de las ventas), el alquiler equivale a 96,0 M y el leasing del vehículo se cifra en 54,0 M. Las políticas de cobro/pago se modelan con DSO objetivo inferior o igual a veinte días (instalaciones), DSO inferior o igual a quince días (O&M) y DPO alrededor de treinta y cinco días con proveedores.

Tabla 56. Estado de resultados proyectado (Años 1–5, Millones de peso colombiano COP)

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por instalaciones	3.736,00	5.192,90	5.913,00	6.528,00	7.144,10
Ingresos por Operación y mantenimiento	57,60	193,30	343,10	504,20	674,80
Ingresos totales	3.793,60	5.386,20	6.256,10	7.032,20	7.818,90
(-) Costos de venta (BOM + consumibles)	2.356,60	3.281,20	3.742,40	4.137,80	4.534,50

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad bruta	1.437,00	2.105,00	2.513,70	2.894,40	3.284,40
(-) Gastos de administración y ventas (sin comisiones)	386,40	403,79	419,94	434,64	447,68
(-) Gastos de personal administrativo	310,00	420,00	435,00	450,00	470,00
(-) Gastos del personal operativo	519,92	701,23	731,63	757,53	773,76
(-) Comisiones comerciales	60,76	86,27	100,20	112,63	125,23
(-) Gastos Preoperativos (Año 1)	34,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Utilidad Operacional	125,37	493,11	826,86	1.139,60	1.466,00
(-) Depreciación / Amortización	39,15	42,71	42,71	40,88	40,71
Utilidad Operacional	86,17	450,40	784,15	1.098,72	1.427,02
(-) Gasto financiero (intereses)	22,67	17,55	11,50	4,34	0,00
Resultado antes de impuestos (EBT)	63,50	432,85	772,65	1.094,38	1.427,02
(-) Impuesto de renta (35 %)	22,23	151,50	270,43	383,03	499,46
Utilidad neta	41,28	281,35	502,22	711,35	927,56

Nota. La depreciación se calculó bajo el método de línea recta, considerando una vida útil promedio de 5 años para equipos tecnológicos y paneles solares, y de 3 años para intangibles. Los valores corresponden a la asignación anual del costo histórico de los activos menos su valor residual, siguiendo la normativa contable colombiana y NIIF para Pymes. ‘En la metodología de proyecciones financieras se aclara el criterio de depreciación (cap. III).’

Tabla 57. *Estado de Flujo de efectivo* (Millones de pesos colombianos)

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Entradas de efectivo (operación)					
Cobros por servicios de instalaciones	3.736,0	5.192,9	5.192,9	5.528,0	7.144,1
Cobros por servicios de mantenimiento	57,6	193,3	343,1	504,2	674,8
Total, de entradas de operación	3.793,6	5.386,2	6.256,2	7.032,2	7.818,9
Salidas de efectivo (operación)					

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Pagos a proveedores (BOM + consumibles)	2.356,60	3.281,20	3.742,40	4.137,80	4.534,50
Pago de gastos administrativos	386,40	403,79	419,94	434,64	447,68
Pago del personal administrativo	310,00	420,00	435,00	450,00	470,00
Pago de personal operativo	519,92	701,23	732,63	757,53	773,76
Pago de comisiones comerciales	60,76	86,27	100,20	112,63	125,23
Pagos de impuestos corrientes	22,23	151,50	270,43	383,03	499,46
Flujo de efectivo de operación (CFO)	65,40	248,33	502,95	714,56	930,04
Flujo de inversión (CFI – Capex)	328,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo de financiación (CFF)	446,28	-33,34	-39,39	-46,55	0,00
Variación neta de efectivo	182,78	214,99	463,56	668,01	930,04
Efectivo final	182,78	397,77	861,33	1.529,34	2.459,38

Tabla 58. Indicadores de evaluación financiera

TIO	19,50%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	-329	182,78	214,99	463,56	668,01	930,04
TIR	86%					
VPN	\$ 955,37					
PRI	2,7 años					
RB/C	3,9					

Tabla 59. Estado de situación financiera proyectado (simplificado, Millones peso colombiano, COP)

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Activo corriente					
Efectivo	182,78	397,77	861,33	1.529,34	2.459,38
Cuentas por cobrar	207,87	295,13	342,80	385,33	428,43
Inventarios	196,14	272,62	310,43	342,72	375,07

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Activo no corriente					
Propiedad, planta y equipo neto	285,58	244,87	204,16	163,45	122,74
(-) Depreciación acumulada	-39,15	-42,71	-42,71	-40,88	-40,71
Intangibles netos	4,17	2,17	0,17	0,00	0,00
Total, activos	876,54	1.212,56	1.718,89	2.420,84	3.385,62
Pasivo corriente					
Cuentas por pagar (proveedores)	225,70	313,71	357,21	394,36	431,58
Otros pasivos corrientes (provisiones e impuestos por pagar)	163,28	163,28	163,28	163,28	163,28
Deuda bancaria (largo + corto plazo)	119,28	85,94	46,55	0,00	0,00
Patrimonio					
Capital social pagado	327,00	327,00	327,00	327,00	327,00
Utilidades retenidas	41,28	281,35	502,22	711,35	927,56
Total, pasivo + patrimonio	876,54	1.171,28	1.396,26	1.595,99	1.849,42

Nota. "Otros pasivos corrientes" incluye provisiones e impuestos acumulados y otros acumulados operativos para equilibrar el balance simplificado. Se podrá desglosar este ítem al especificar el calendario de pagos (nómina, impuestos y provisiones).

El margen utilidad operacional se expande de 3,3 % a 18,8 % y el margen neto de 1,1 % a 11,9 % en el transcurso de los Años 1 a 5, gracias a la escala, la estabilización del gasto fijo y la finalización del gasto financiero en el cuarto año. La productividad del equipo (tercera cuadrilla desde el segundo año) y la disciplina en DSO son los aspectos principales para mejorar; un mes de inventario objetivo de BOM libera caja en el primer año y reduce las futuras necesidades de capital de trabajo. La estructura sugerida —leasing operativo del vehículo, crédito de proveedores, equit treientos veintisiete Millones y

crédito CAPEX 147,5 Millones— posibilita arrancar con un flujo de caja positivo y concluir el periodo con una caja amplia sin estresar la operación.

Formula

$$MargenEBITDA = \frac{EBITDA}{Ingresos\ totales} \times 100$$

- Año 1: $\frac{125,37}{3.793,60} \times 100 = 3,3\%$
- Año 2: $\frac{493,11}{5.386,20} \times 100 = 9,1\%$
- Año 3: $\frac{826,86}{6.256,10} \times 100 = 13,2\%$
- Año 4: $\frac{1.139,60}{7.032,20} \times 100 = 16,2\%$
- Año 5: $\frac{1.466,00}{7.818,90} \times 100 = 18,8\%$

Cómo se calcularon las proyecciones.

(I) Ingresos anuales tomados del plan (instalaciones + O&M) con inflación 4,5 %→3,0 % y rampa 103→170 instalaciones.

(II) COGS = 63 % del ingreso por instalaciones + 5 % del O&M.

(III) Nómina: 829,92 Millones en Año 1 (17 HC) y, desde Año 2, se adiciona una tercera cuadrilla y un ingeniero (full-year), indexando por inflación.

(IV) Gastos A&V fijos: se tomó la base del plan sin comisiones y se indexó por inflación; comisiones como $\approx 1,60\%$ de ingresos (derivadas de 60,76 M sobre 3.793,6 M en Año 1).

(V) Depreciación/amortización: línea recta para adecuaciones (10 años), equipos (5) y software (3), con prorrata 11/12 en Año 1.

(VI) Capital de trabajo: DSO 20 días, DPO 35 e inventario de 1 mes BOM; O&M cobrado anticipado según política.

(VII) Financiamiento: equity 327,0 M y crédito CAPEX 147,5 M a 48 meses (método francés); intereses decrecientes hasta extinguirse en el cuarto año.

Evaluación financiera

La valoración financiera del proyecto es la siguiente, tomando como base las previsiones a cinco años que ya se han realizado. Todo se expresa nominalmente y en Millones de pesos colombianos. Para la valoración del proyecto (sin considerar el financiamiento), se emplea una tasa de descuento WACC = 19,5 %, que resulta de combinar un costo efectivo anual de la deuda (aproximadamente 18,2 % con escudo fiscal) y un costo conservador del capital accionario (23 %, conforme a la estructura D/E propuesta). Para mayor claridad, los flujos de caja del proyecto se determinan mediante.

Formula

$$FCFF_t = \text{Flujo de operación}_t + \text{Intereses}_t(1 - \text{Tasa de impuestos}) \\ - \text{Inversión en activos(Capex)}_t$$

FCFF: t_0 : inversión en activos 328,90; t_1 – t_5 :

Intereses $(1-0,35) - (1 - 0,35) - (1-0,35)$

Con los datos del plan resultan (Millones COP): Inversión inicial $t_0 = -328,90$

$t_1 = 80,14$; $t_2 = 259,74$; $t_3 = 510,43$; $t_4 = 717,38$; $t_5 = 930,04$.

a) Aspectos de liquidez

La posición de caja mejora constantemente: El flujo de operación (CFO) crece desde 65,40 (primer año) hasta 930,04 (quinto año), y el payback descontado es de aproximadamente 2,7 años (a un 19,5 %). El capital de trabajo se gestiona con DSO alrededor de 20 días y DPO en torno a 35 días; siguiendo estas directrices, la razón

corriente proyectada pasa de aproximadamente 1,39 (Año 1) a cerca de 1,87 (Año 2), y la prueba ácida sube desde aproximadamente 0,93 hasta llegar a 1,34. Este crecimiento está respaldado por la conversión operativa y por disminuir el servicio de deuda. La liquidez es fuerte desde el segundo año, aunque al principio es ajustada. En ese momento, el CFO cubre sin dificultad los intereses y las amortizaciones.

Se emplearon indicadores financieros estándar:

- Razón corriente (Activo corriente / Pasivo corriente): pasa de 1,39 en el año 1 a 1,87 en el año 2.
- Prueba ácida (Activo corriente – Inventarios) / Pasivo corriente: aumenta de 0,93 en el año 1 a 1,34 en el año 5.

Estos indicadores confirman que la empresa podrá cubrir sus obligaciones de corto plazo sin dificultades, gracias al crecimiento progresivo de sus ingresos y al control de sus gastos.

b) Aspectos de endeudamiento

El apalancamiento es decreciente y no muy alto. En el primer año, la relación Deuda/EBITDA es aproximadamente $0,95\times$ y la cobertura de intereses (EBIT/Int.) es alrededor de $3,8\times$. La relación Índice de cobertura de servicio de deuda (DSCR) ($\text{CFO} / [\text{interés} + \text{abono a capital}]$) era aproximadamente $1,29\times$ en el primer año y asciende a cerca de $4,88\times$ en el segundo año debido al aumento del flujo operativo. En el cuarto año la deuda se extingue, lo que elimina los gastos financieros y aumenta la resiliencia del flujo.

Fórmula

Deuda/Activos:

$$\frac{\text{Pasivo total}}{\text{Activo total}}$$

Año 1 = $508,17 / 876,54 = 0,58$ (58 %).

Año 5 = $594,86 / 3.385,62 = 0,18$ (18 %).

Se observa una reducción sostenida en el apalancamiento.

Deuda/Patrimonio:

$$\frac{\text{Pasivo total}}{\text{Patrimonio}}$$

$$\text{Año 1} = 508,17 / 368,28 = 1,38.$$

$$\text{Año 5} = 594,86 / 2.790,76 = 0,21.$$

La empresa pasa de financiarse principalmente con deuda a estar respaldada mayormente con capital propio.

Cobertura de intereses (EBIT / Gastos financieros):

$$\text{Año 1} = 86,17 / 22,67 = 3,8.$$

$$\text{Año 3} = 784,15 / 11,50 = 68,2.$$

La capacidad para cubrir los intereses mejora rápidamente, hasta que la deuda se extingue en el año 4.

Ratio de cobertura del servicio (CFO / [Intereses + abono de capital]):

$$\text{Año 1} = 65,40 / 50,80 \approx 1,29.$$

$$\text{Año 2} = 248,33 / 50,80 \approx 4,88.$$

El flujo de operación alcanza para cubrir la deuda desde el inicio y mejora año tras año.

c) Aspectos de rentabilidad

Durante los años 1 a 5, el margen Depreciación and Amortización / Utilidad antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (EBITDA) se incrementa desde el 3,3 % hasta alcanzar el 18,8 %, mientras que el margen neto aumenta del 1,1 % al 11,9 %. La causa inicial es la escala (un mayor número de instalaciones) y la estabilidad del gasto fijo, además de que el gasto financiero se detiene en el cuarto año. El margen bruto se mantiene en el intervalo 37-42 % gracias a la disciplina de compras ($BOM \leq 63\%$) y la productividad de los equipos.

Se calcularon los principales indicadores de rentabilidad para el período de proyección:

- **Margen bruto = Utilidad bruta / Ventas:**
 Año 1 = $1.437 / 3.793,6 = 37,9 \%$
 Año 5 = $3.284,4 / 7.818,9 = 42,0 \%$
 Se mantiene estable gracias al control de costos ($BOM \leq 63 \%$).
- **Margen Operativo = EBITDA / Ventas:**
 Año 1 = $125,37 / 3.793,6 = 3,3 \%$
 Año 5 = $1.466 / 7.818,9 = 18,8 \%$
 Refleja eficiencia operativa y economías de escala.
- **Margen neto = Utilidad neta / Ventas:**
 Año 1 = $41,28 / 3.793,6 = 1,1 \%$
 Año 5 = $927,56 / 7.818,9 = 11,9 \%$
 Aumenta por reducción de gastos financieros y crecimiento sostenido.
- **ROA (Rentabilidad sobre activos) = Utilidad neta / Activos totales:**
 Año 1 = $41,28 / 876,54 = 4,7 \%$
 Año 5 = $927,56 / 3.385,62 = 27,4 \%$
 Mejora por mayor eficiencia en el uso de los activos.
- **ROE (Rentabilidad sobre patrimonio) = Utilidad neta / Patrimonio:**
 Año 1 = $41,28 / 368,28 = 11,2 \%$
 Año 5 = $927,56 / 2.790,76 = 33,2 \%$
 Indica que los accionistas reciben una rentabilidad creciente con el tiempo.

El proyecto muestra un incremento sostenido en márgenes, ROA y ROE, lo que confirma su rentabilidad y atractivo financiero.

d) Evaluación de viabilidad (Proyecto – sin efecto del financiamiento)

- Valor Presente neto (VNP): \$ 955,37
- Tasa interna de retorno (TIR): $\approx 86 \%$ anual
- Relación Beneficio/Costo (RBC, a 19,50%): 3,90
- Período de Recuperación de la Inversión (PRI): $\approx 2,7$ años

La viabilidad financiera y la holgura de creación de valor para el proyecto, según los supuestos del plan (precios, mezcla, costos y políticas de capital de trabajo), son confirmadas por $VAN > 0$, $TIR \gg WACC$ y $RBC > 1$.

Valor Actual Neto (VAN \$ 955,37 MILLONES)

El VAN se obtiene tomando los flujos de caja libres del proyecto (FCFF) y descontándolos al Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), que en este caso fue estimado en 19,5 % anual.

- Primero se calcularon los ingresos proyectados (instalaciones y contratos de O&M), se restaron los costos (materiales, nómina, gastos administrativos y capital de trabajo) y se obtuvo el flujo neto de cada año.
- En el año 0 aparece la inversión inicial de –328,9 M COP (compra de equipos, herramientas y capital de trabajo).
- Los flujos positivos en los años 1 a 5 (que van creciendo de ≈ 65 Millones a más de 930 M) se descontaron a valor presente con la tasa del 19,50 %.
- La suma de esos valores presentes, menos la inversión inicial, dio como resultado un valor actual neto (VAN) de +955,37 Millones de peso colombiano (COP).
un VAN positivo significa que el proyecto genera valor económico adicional por encima de la rentabilidad mínima exigida (WACC).

Tasa Interna de Retorno (TIR del proyecto: $\approx 86\%$ anual)

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea exactamente cero.

- Para calcularla se utilizaron los mismos flujos de caja del proyecto, pero en este caso se buscó iterativamente la tasa de retorno en la que el valor presente de los ingresos es igual al de los egresos.
- El resultado fue una tasa interna de retorno (TIR) de $\approx 86\%$ anual, lo cual significa que, si el proyecto se financiara solo con capital propio, este generaría una rentabilidad implícita del 80 % cada año.

- Como la tasa interna de retorno (TIR) es mucho mayor que el Costo promedio ponderado del capital (86 % vs. 19,50 %), se confirma que el proyecto tiene un amplio margen de rentabilidad y una alta resistencia frente a variaciones en los supuestos.

Relación Beneficio/Costo (RBC, a 19,5 %: 3,9)

La Capital basado en riesgo (RBC) compara los beneficios actualizados frente a los costos actualizados.

- Se calcularon todos los ingresos netos futuros y se trajeron a valor presente con el mismo Costo promedio ponderado del capital (WACC) de 19,50 %.
- Luego, ese valor presente de beneficios (≈ 1.281 Millones de pesos colombianos) se dividió entre el valor presente de los costos (la inversión inicial, ≈ 329 Millones de pesos colombianos).
- El cociente fue 3,90, lo que indica que por cada peso invertido el proyecto genera 3,9 pesos de retorno neto en valor presente.

Un Capital basado en riesgo (RBC) mayor que 1, y sobre todo tan alto, demuestra que el proyecto es altamente rentable y competitivo.

Periodo de recuperación de inversión ($\approx 2,7$ años)

El (PRI) descontado mide cuánto tiempo tarda el proyecto en recuperar la inversión inicial, pero considerando el valor del dinero en el tiempo.

- Se fueron acumulando los flujos de caja positivos de cada año, descontados al 19,50 %.
- En el primer año se recupera solo una parte de la inversión, en el segundo se acumula una fracción mayor, y entre el segundo y el tercer año se alcanza el punto de equilibrio.

- El cálculo detallado indica que la inversión se recupera en 2,7 años, o sea, poco después del segundo año y antes de terminar el tercero.

Esto quiere decir que, en términos reales, el proyecto recupera lo invertido en un tiempo de más de dos años y medio, un plazo muy breve para proyectos de infraestructura energética.

Conclusiones

La investigación corrobora que existe una oportunidad de mercado firme para una empresa que se dedique a la comercialización y mantenimiento de sistemas FV con O&M en Aguachica. La demanda muestra que hay una intención de compra significativa (34,3 % para viviendas con alta intención; 42,2 % para empresas), además de un encaje técnico (56,2 % de hogares con techos adecuados; 89 % de negocios con consumo mixto o durante el día). Esto beneficia a los kits residenciales entre 3 y 7 kWp y a los kits comerciales entre 10 y 30 kWp como elemento central de la oferta. Estas cifras se basan en el diagnóstico y el DOFA del proyecto.

La financiación se identifica como un requisito clave para la adopción, ya que cerca del 84 % de las empresas manifiestan preferencia por mecanismos como crédito, arrendamiento o aliados financieros. De igual forma, la disposición a contratar mantenimiento es elevada ($\approx 86,7$ % en negocios, con patrones similares en hogares). Estas condiciones facilitan la implementación de paquetes integrados (bundle) que combinen la instalación del sistema fotovoltaico con contratos de Operación y Mantenimiento (O&M), respaldados con Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) de 24 a 48 horas y reportes periódicos simplificados para el cliente.

La ventaja competitiva se basa en la organización del servicio (confianza, métricas y estándares) y no en el hardware. Esto respalda el "servitization" de la propuesta (instalación + O&M con indicadores clave de rendimiento).

En términos operativos, la capacidad de ejecución y no la demanda es el cuello de botella inicial: con nueve instalaciones mensuales (95 % de cumplimiento), el primer año termina con aproximadamente 103 instalaciones (alrededor de 46 residenciales y 57 comerciales), más cerca de 78 contratos O&M relacionados y unos 30 con terceros; se puede ampliar utilizando una tercera cuadrilla o mediante subcontratación puntual sin comprometer la promesa del servicio.

Las proyecciones indican que los márgenes se expandirán (EBITDA del 3,3 % al 18,8 % y margen neto del 1,1 % al 11,9 % entre el primer y el quinto año) y que la liquidez aumentará (CFO de 65,4 millones a 930 millones), gracias a la estabilización de los costos fijos, la eliminación de deuda al cuarto año y la escala.

La factibilidad del proyecto está respaldada por la evaluación financiera (sin el financiamiento): VAN (19,5 %) = +955,37 Millones, TIR $\approx$ 86 %, RBC = 3,9 y la recuperación descontada es de aproximadamente 2,7 años. La robustez del flujo de caja proyectado se explica por estas métricas, que incluyen un inventario objetivo de 1 mes de BOM, así como la política de capital de trabajo ($DPO \approx 35$; $DSO \leq 20$).

Recomendaciones

Formalizar acuerdos financieros a nivel local para la preaprobación en el primer contacto y empaquetar la instalación más O&M con SLA y reportes mensuales; esta estrategia recoge la fuerte inclinación hacia el financiamiento y la apertura al mantenimiento que se han observado.

Trabajar con KPIs de disponibilidad/PR y respuesta en un lapso de 24 a 48 horas, fortaleciendo así la propuesta de valor que se fundamenta en confianza y servicio medible.

Poner en marcha la tercera cuadrilla y/o los subcontratos pico de acuerdo con la rampa de demanda, dándole prioridad al control de calidad de instalación y a los plazos de respuesta; evaluar trimestralmente el mix y la capacidad.

Mantener el BOM en un 63% o menos del precio instalado y un inventario objetivo de aproximadamente un mes; mantener el DSO en 20 o menos (en instalaciones) y el DPO alrededor del 35 con los proveedores para moderar las necesidades de caja y mantener la liquidez.

Emplear "precio desde" por kWp con cercas explícitas según la complejidad para preservar márgenes sin sacrificar la transparencia; modificar las listas de acuerdo con la inflación anual pronosticada. (Respaldo por la estructura de precios del plan y las prácticas óptimas).

Establecer como prioridad la penetración en Aguachica (núcleo ICP definido), después el desarrollo de mercado en localidades de Magdalena Medio/Cesar, y al mismo tiempo desarrollar el servicio (auditorías y retrofit de terceros) para acelerar O&M.

Es fundamental que se mantengan las revisiones trimestrales de WACC, VAN/TIR y sensibilidad a TRM/precio-BOM; el proyecto genera valor con un margen amplio según las métricas actuales, pero la disciplina en términos de costes y conversión es esencial para mantener el perfil proyectado de VAN/TIR.

Fortalecer el posicionamiento como experto regional en "instalación + servicio" al capitalizar la preferencia difusa de proveedores mediante casos locales, garantías claras y pruebas fotográficas/documentales de estándares (IEC).

Referencias Bibliográficas

- Ansoff, H. I. (1965). *Corporate Strategy*. McGraw-Hill.
- Armstrong, M. (2020). *Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice* (15th ed.). Kogan Page.
- Baines, T., Ziaee Bigdeli, A., Sousa, R., & Schroeder, A. (2020). Servitization and operations management research. *Journal of Operations Management*, 65(6), 763–787.
- Blank, S. (2013). *The Four Steps to the Epiphany* (2nd ed.). K&S Ranch.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). *Principles of Corporate Finance* (13th ed.). McGraw-Hill.
- Churchill, G. A., & Iacobucci, D. (2019). *Marketing Research: Methodological Foundations* (12th ed.). Cengage.
- Celsia. (s.f.). *Plan 5 Caribe*. Celsia S.A. E.S.P. Recuperado el 27 de marzo de septiembre de 2025 de: <https://www.celsia.com/es/plan-5-caribe>
- Collins, J., & Porras, J. (2002). *Built to Last: Successful Habits of Visionary Companies* (Updated ed.). HarperBusiness.
- Congreso de Colombia. (2008). Ley 1258 de 2008 – Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.).
- CREG. (2021). Resolución 174 de 2021 – Integración de autogeneración a pequeña escala y generación distribuida.
- DANE. (2020). *CIIU Rev. 4 A.C. – Clasificación Industrial Internacional Uniforme adaptada para Colombia*.
- Damodaran, A. (2023). *Applied Corporate Finance* (5th ed.). Wiley.

- DIAN (Unidad Administrativa Especial). (2020). Resolución 000042 de 2020 – Sistema de facturación electrónica.
- Drury, C. (2018). *Management and Cost Accounting* (10th ed.). Cengage.
- Grant, R. M. (2019). *Contemporary Strategy Analysis* (10th ed.). Wiley.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management* (13th ed.). Pearson.
- Hinterhuber, A., & Liozu, S. M. (2019). *Value First, Then Price: Quantifying Value in Business Markets*. Routledge.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice* (3rd ed.). OTexts.
- IEA (International Energy Agency). (2023). *Renewables 2023: Analysis and Forecasts to 2028*. IEA.
- IEA PVPS Task 13. (2020). *Performance and Reliability of Photovoltaic Systems – Current Practices*. International Energy Agency.
- IEC. (2018). IEC 62446-1 – Photovoltaic systems: Requirements for testing, documentation and maintenance (+A1:2018).
- IEC. (2021). IEC 61724-1 – Photovoltaic system performance monitoring (2017 + A1:2021).
- IEC. (varios). IEC 61215 (diseño de módulos); IEC 61730 (seguridad de módulos); IEC 62109 (seguridad de inversores); IEC 61643 (protecciones contra sobretensiones).
- IEEE. (2018). IEEE Std 1547-2018 – Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources.
- IRENA. (2020). *Renewable Power Generation Costs in 2020*. International Renewable Energy Agency.
- ISO. (2019). ISO 10015:2019 – Guidelines for competence management and people development.

- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Strategy Maps*. Harvard Business School Press.
- Kieso, D. E., Weygandt, J. J., & Warfield, T. D. (2020). *Intermediate Accounting* (17th ed.). Wiley.
- Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2020). *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies* (7th ed.). Wiley.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management* (15th ed.). Pearson.
- Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2021). *Marketing 5.0: Technology for Humanity*. Wiley.
- McDonald, M., & Dunbar, I. (2018). *Market Segmentation: How to Do It and How to Profit from It* (4th ed.). Wiley.
- Ministerio del Trabajo (Colombia). (2015). Decreto 1072 de 2015 – Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- Ministerio del Trabajo (Colombia). (2021). Resolución 4272 de 2021 – Capacitación y certificación en trabajo en alturas.
- Monroe, K. B. (2003). *Pricing: Making Profitable Decisions* (3rd ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Nagle, T. T., & Müller, G. (2018). *The Strategy and Tactics of Pricing* (6th ed.). Routledge.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. Wiley.
- PMI (Project Management Institute). (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). PMI.
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78–93.
- Reyes Villamizar, F. (2018). *Derecho Societario Contemporáneo* (3.^a ed.). Legis.
- SHRM. (2022). *SHRM Body of Applied Skills and Knowledge (BASK)*. Society for Human Resource Management.

- Slack, N., & Brandon-Jones, A. (2019). *Operations Management* (9th ed.). Pearson.
- Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40–49.
- IFRS Foundation. (2021). IAS 1, IAS 7, IAS 16, IAS 38 – *International Financial Reporting Standards*. IFRS Foundation.

Apéndices

Apéndice A. Encuesta

Encuesta de mercado – Sistemas solares residenciales y de negocios (Aguachica, Cesar)

Objetivo general: medir intención de compra, motivadores/barreras, disposición a pagar por instalación y mantenimiento, y preferencias de proveedores en Aguachica y su área de influencia.

Población objetivo: hogares con consumo residencial y negocios con consumo diurno (tiendas, restaurantes, hoteles, clínicas, educación).

Modo: presencial asistida por encuestador y/o formulario digital. **Duración estimada:** 8–10 minutos.

Consentimiento informado (Ley 1581 de 2012 – Habeas Data)

“Se solicita autorización para recoger y tratar datos con fines exclusivos de investigación de mercado del proyecto ‘Plan de negocios de soluciones solares’. La participación es voluntaria y anónima; puede retirarse en cualquier momento. Al continuar, autoriza el uso estadístico de sus respuestas.”

Bloque A. Filtro y segmentación

A1. ¿Responde como hogar o como negocio?

- a) Hogar (Residencial) → Saltar a Bloque B (Residencial)
- b) Negocio (Comercio/Servicios) → Saltar a Bloque C (Negocios)

Bloque B. Hogares (mostrar solo si A1=Hogar)

B1. Rango de su factura mensual de energía (COP):

- a) < \$150.000
- b) \$150.000–\$300.000
- c) \$300.000–\$500.000

- d) > \$500.000

B2. Tipo de vivienda:

- a) Casa
- b) Apartamento
- c) Finca
- d) Otro

B3. ¿La vivienda es propia o arrendada?

- a) Propia
- b) Arrendada
- c) Familiar

B4. Espacio disponible en techo para instalación:

- a) Suficiente y en buen estado
- b) Limitado o con sombras
- c) No sabe

B5. Probabilidad de instalar un sistema solar en los próximos 12 meses (0–10):

- Escala numérica 0=Nada probable ... 10=Muy probable

B6. Motivadores (califique 1–5):

- Ahorro en la factura / Continuidad y confiabilidad del servicio / Impacto ambiental
(Escala Likert: 1=Muy bajo ... 5=Muy alto)

B7. Barreras percibidas (1–5):

- a) Inversión inicial
- b) Confianza en el proveedor
- c) Trámites con el operador de red

B8. ¿Cómo preferiría pagar una instalación?

- a) Contado
- b) Crédito
- c) Cuotas con aliado financiero

- d) No lo ha considerado

B9. Disposición a contratar **mantenimiento anual:**

- a) No contrataría
- b) Plan Básico
- c) Plan Plus
- d) Plan Premium

B10. Si ya tiene sistema solar:

- Año de instalación / Marca del inversor / ¿Tiene contrato de mantenimiento? Sí/No
(Si “No posee sistema”, saltar a B11)

B11. Preferencia de proveedor local (si tuviera que elegir hoy):

- a) Ninguno
- b) WIREM
- c) SOLAR SOLUTIONS
- d) SS&D
- e) Otro (¿cuál?)

B12. Sensibilidad al precio – kit residencial 5 kWp (Van Westendorp)

“Piense en un sistema solar típico de 5 kWp con instalación y legalización.”

- A. ¿A qué precio le parecería **demasiado barato** que dudaría de su calidad? (COP___)
- B. ¿A qué precio le parecería **barato, pero aún aceptable**? (COP___)
- C. ¿A qué precio le parecería **caro, pero aún lo consideraría**? (COP___)
- D. ¿A qué precio le parecería **demasiado caro e inaceptable**? (COP___)

B13. Aceptación por tramos (Gabor–Granger)

“Si el precio total del kit 5 kWp fuera...”

- COP \$19 millones → ¿Consideraría comprar? Sí/No
- COP \$22 millones → Sí/No
- COP \$25 millones → Sí/No

Bloque C. Negocios (mostrar solo si A1=Negocio)

C1. Actividad principal:

- a) Tienda
- b) supermercado
- c) Restaurante
- d) Hotel
- e) Alojamiento
- f) Clínica/Salud
- g) Educación
- h) Otro

C2. Empleados (rango):

- a) 1–5
- b) 6–10
- c) 11–30
- d) 31+

C3. Factura mensual de energía (COP):

- a) < \$1 millón
- b) \$1–2 millones
- c) \$2–4 millones
- d) > \$4 millones

C4. Horario de mayor consumo:

- a) Principalmente diurno
- b) Principalmente nocturno
- c) Mixto

C5. Probabilidad de instalar un sistema solar en 12 meses (0–10).
(Escala 0–10)**C6. Motivadores (1–5):**

- Ahorro en costos / Continuidad del servicio / Imagen sostenible ante clientes

C7. Barreras (1–5):

- Inversión / Confianza en proveedor / Trámites / Interrupción operativa por instalación

C8. Método de pago preferido:

- a) Contado
- b) Crédito empresarial
- c) Cuotas con aliado
- d) Arrendamiento operativo

C9. Disposición a contratar **mantenimiento anual:**

- a) No
- b) Básico
- c) Plus
- d) Premium

C10. Si **ya tiene sistema solar:**

- Potencia instalada (kWp)
- ¿Contrato O&M vigente? Sí/No
- ¿Satisfecho con rendimiento? 1–5

C11. Preferencia de proveedor (si tuviera que elegir hoy):

- Ninguno
- WIREM
- SOLAR SOLUTIONS
- SS&D
- Otro

C12. Sensibilidad al precio – kit negocios 15 kWp (Van Westendorp)

“Piense en un sistema de 15 kWp con instalación y legalización.”

- A. Demasiado barato (COP___)
- B. Barato (COP___)
- C. Caro (COP___)

- D. Demasiado caro (COP___)

C13. Aceptación por tramos (Gabor–Granger)

“Si el precio del kit 15 kWp fuera...”

- COP \$44 millones → Sí/No
- COP \$50 millones → Sí/No
- COP \$56 millones → Sí/No

Apéndice B. Imágenes de productos y servicios

