UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Propuesta Para La Implementación De Un Sistema De Apoyo De Alimentación Eléctrica Renovable Basado En Paneles Fotovoltaicos Para El Suministro De Energía En Las Zonas Comunes Del Conjunto Residencial Natura, En Madrid - Cundinamarca

Autores

Karem Lizeth Galindo Leal

Camilo Andrés López Cogua

Tutor

Guillermo Enrique Real Flórez

Ingeniero Industrial

Especialista en Gerencia de Producción

Magister en Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

enero de 2023

Contenido

Resumen 14

Palabras Clave 14

Introducción 15

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 18

1.1 ALCANCE 18

1.2 IDENTIFICACIÓN 18

1.2.1 Diagnóstico Internacional 19

1.2.2 Diagnóstico Nacional 22

1.2.3 Diagnóstico Regional 24

1.3 INVOLUCRADOS 24

1.4 ÁRBOL DEL PROBLEMA 27

1.5 ÁRBOL DE SOLUCIONES 28

1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 29

1.7 FACTORES IN-OUT 30

1.8 BENEFICIOS 31

1.9 RESPONSABLES 33

1.10 A QUIÉN SE ENTREGA 33

1.11 MARCO REFERENCIAL 33

1.11.1 Nivel Local 34

1.11.2 Nivel Nacional 34

1.11.3 Nivel Internacional 35

1.12 MARCO CONCEPTUAL 37

1.12.1 Fuentes de energía 37

1.12.2 Energía solar 38
1.12.3 Radiación solar 38
1.12.4 Sistema eléctrico fotovoltaico 38
1.13 MARCO NORMATIVO 46
1.13.1 Ley 1715 de 2014 47
1.13.2 Decreto 2469 de 2014 47
1.13.3 Decreto 2143 de 2015 47
1.13.4 Resolución UPME 0281 de 2015 47
1.13.5 Resolución CREG 024 de 2015 47
1.13.6 Decreto 1623 de 2015 47
1.13.7 Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016 48
1.13.8 Decreto 348 de 2017 48
1.13.9 Decreto 1543 de 2017 48
1.13.10 Resolución CREG 030 de 2018 48
1.13.11 Resolución UPME 203 de 2020 48
1.13.12 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE 2013 49
1.13.13 Código Eléctrico Colombiano – NTC2050 49
2. ANÁLISIS DEL MERCADO 50
2.1 OFERTA Y DEMANDA 50
2.2 MERCADO OBJETIVO 51
2.3 MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN 52
2.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO 52
2.4.1 Ciclo de Vida del Producto 54
2.5 CARACTERIZACIÓN DE LA COMPETENCIA, POLÍTICAS Y PRECIOS 55
2.6 TÉCNICAS Y FORMAS DE ANÁLISIS 58

2.7 MUESTRA 59
2.8 ENCUESTA 61
2.9 CONSTRUCCIÓN DE LA ENCUESTA 63
2.10 RESUMEN DE LA ENCUESTA 72
2.10.1 Producto 72
2.10.2 Demanda 72
2.10.3 Oferta 73
2.10.4 Demanda Potencial 74
2.10.5 Precios 74
2.10.6 Canales de Mercado 74
2.10.7 Estrategias de Mercado 75
2.10.8 Correlación de Preguntas 75
2.11 CAPACIDAD DEL PROYECTO 78
2.12 PLAN DE VENTAS 79
3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO 85
3.1 OBJETIVOS 85
3.1.1 Objetivo general 85
3.1.2 Objetivos específicos 85
3.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS 86
3.3 ACCIONES PARA ABORDAR LOS OBJETIVOS 87
3.4 LIMITANTES DE LOS OBJETIVOS 89
3.5 RIESGOS Y CÓMO SE VAN A MITIGAR 90
3.5.1 Probabilidad 91
3.5.2 Impacto 91
3.5.1 Valoración del Riesgo 92

3.6 POLÍTICA DE CALIDAD 97
3.7 POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 98
3.8 POLÍTICA AMBIENTAL 99
3.9 POLÍTICA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL 99
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO 101
4.1 EJECUCIÓN DEL PROYECTO 101
4.1.1 Escenario 1: Sistema fotovoltaico On Grid – 100% 102
4.1.2 Escenario 2: Sistema fotovoltaico On Grid – 50% 103
4.1.3 Escenario 3: Sistema fotovoltaico Híbrido – 100% 105
4.1.4 Escenario 4: Sistema fotovoltaico Híbrido – 50% 107
4.1.5 Puntos de Control 109
4.2 DISEÑO 110
4.2.1 Escenario 1 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 100% 111
4.2.2 Escenario 2 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 50% 114
4.2.3 Escenario 3 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 100% 115
4.2.4 Escenario 4 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 50% 118
4.3 DIAGRAMAS DE PROCESO 120
4.4 TAMAÑO DEL SISTEMA 122
4.4.1 Análisis de distribución entre Actividad / Área 122
4.4.2 Cálculo de áreas 125
4.4.3 Propuesta de Distribución de Planta 125
4.5 RECURSOS 126
4.6 MATERIALES 129
4.6.1 Escenario 1 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 100% 129
4.6.2 Escenario 2 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 50% 131

4.6.3 Escenario 3 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 100% 132
4.6.4 Escenario 4 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 50% 134
4.7 MACROLOCALIZACIÓN 134
4.8 MICROLOCALIZACIÓN 136
4.9 RESULTADOS 137
5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO 138
5.1 MISIÓN 138
5.2 VISIÓN 138
5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL 138
5.4 COMPETENCIAS 139
5.5 INFORMACIÓN 140
5.6 IMPACTO LABORAL 141
6. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO 143
6.1 SUPUESTOS 143
6.2 COSTOS 144
6.3 INGRESOS 145
6.3.1 Ingresos del Escenario 1 145
6.3.2 Ingresos del Escenario 2 147
6.3.3 Ingresos del Escenario 3 148
6.3.4 Ingresos del Escenario 4 148
6.4 RECURSOS HUMANOS 148
6.5 INFRAESTRUCTURA FÍSICA 150
6.5.1 Gastos Administrativos y Operativos 151
6.6 EQUIPOS 152
6.7 MATERIALES 153

6.7.1 Materiales del Escenario 1 153
6.7.2 Materiales del Escenario 2 154
6.7.3 Materiales del Escenario 3 154
6.7.4 Materiales del Escenario 4 155
6.8 PLATAFORMA DE INGRESOS 156
6.9 FLUJO DE CAJA 156
6.9.1 Flujo de Caja para el Escenario 1 156
6.9.2 Flujo de Caja para el Escenario 2 162
6.9.3 Flujo de Caja para el Escenario 3 167
6.9.4 Flujo de Caja para el Escenario 4 172
6.10 INDICADORES FINANCIEROS 177
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 178
8. REFERENCIAS 181
ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT – ACCIONES Y ACTIVIDADES 185
ANEXO 2. FORMATO - ENCUESTA DE SATISFACCIÓN 186
ANEXO 3. FORMATO – ENCUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO 188
ANEXO 4. RESULTADO DE ENCUESTA - ESTUDIO DE MERCADO 197

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Generación de energía eléctrica en el mundo basada en paneles fotovoltaicos. 19
Figura 2. Ranking de países en el mundo en generación de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos. 20
Figura 3. Mapa de radiación solar de Bogotá y sus alrededores 22
Figura 4. Historial de capacidad instalada en Colombia de energía solar fotovoltaica 23
Figura 5. Involucrados (Stakeholders) 25
Figura 6 . Árbol del Problema 27
Figura 7. Árbol de Soluciones 28
Figura 8. Diagrama de Factores In-Out 30
Figura 9. Sistema Fotovoltaico Off Grid 39
Figura 10. Sistema Fotovoltaico On Grid 40
Figura 11. Sistema Híbrido de Generación Eléctrica 40
Figura 12. Partes de un panel solar fotovoltaico 41
Figura 13. Ciclo de vida del producto 54
Figura 14. Evolución del precio del KWh ofertado por ENEL S.A en el 2022 para el estrato 4 55
Figura 15. Diagrama Radar 57
Figura 16. Pronóstico de Capacidad Instalada en Colombia 83
Figura 17. Árbol de objetivos y acciones. 86
Figura 18. Mapa de calor General 92
Figura 19. Matriz de Calor – Riesgos del Proyecto 97
Figura 20. CPM – Escenario 1 – On Grid 100% 103
Figura 21. CPM – Escenario 2 – On Grid 50% 105
Figura 22. CPM – Escenario 3 – Híbrido 100% 106
Figura 23. CPM – Escenario 4 – Híbrido 50% 108
Figura 24. *Mapa de brillo solar* 110
Figura 25. Diagrama de Procesos 121
Figura 26. Diagrama de Actividades 124
Figura 27. Diagrama Relacional de Actividades 124
Figura 28. Propuesta Distribución en Planta 125

Figura 29. *Características técnicas principales del Panel solar seleccionado* 129
Figura 30. *Características técnicas principales del inversor seleccionado*..... 129
Figura 31. *Características técnicas principales del medidor bidireccional* 130
Figura 32. *Características técnicas principales del inversor seleccionado*..... 132
Figura 33. *Características técnicas principales de las baterías seleccionadas*..... 133
Figura 34. *Características técnicas principales del inversor seleccionado*..... 134
Figura 35. Localización de Madrid, Cundinamarca..... 135
Figura 36. Ubicación Conjunto Residencial Natura 136
Figura 37. Estructura Organizacional..... 139
Figura 38. Edad de la Población Objetivo - Entrevista – Análisis de Mercado..... 197
Figura 39. Término Energía Renovable - Entrevista – Análisis de Mercado 197
Figura 40. Término Energía Solar - Entrevista – Análisis de Mercado..... 198
Figura 41. Función de los Paneles Solares - Entrevista – Análisis de Mercado..... 198
Figura 42. Costo del Servicio Público Eléctrico - Entrevista – Análisis de Mercado..... 199
Figura 43. Calidad del Servicio Público Eléctrico - Entrevista – Análisis de Mercado.... 199
Figura 44. Cortes de Energía Eléctrica - Entrevista – Análisis de Mercado..... 200
Figura 45. Utilidad de Energía Renovable - Entrevista – Análisis de Mercado 200
Figura 46. Fuente de Energía Viable - Entrevista – Análisis de Mercado 201
Figura 47. Implementación del Sistema en Conjunto - Entrevista – Análisis de Mercado 201
Figura 48. Mayor Motivación - Entrevista – Análisis de Mercado 202
Figura 49. Cuota Extraordinaria - Entrevista – Análisis de Mercado..... 202
Figura 50. Costo de Cuota Extraordinaria - Entrevista – Análisis de Mercado..... 203
Figura 51. Retorno de Inversión - Entrevista – Análisis de Mercado 203
Figura 52. Costos de Mantenimiento - Entrevista – Análisis de Mercado 204
Figura 53. Megaproyectos en Colombia - Entrevista – Análisis de Mercado 204
Figura 54. Implementación de Sistemas en Madrid - Entrevista – Análisis de Mercado 205
Figura 55. Negocio de Venta de Paneles Solares - Entrevista – Análisis de Mercado... 205
Figura 56. Aspectos importantes para la Implementación - Entrevista – Análisis de Mercado 206
Figura 57. Obstáculo para la implementación - Entrevista – Análisis de Mercado..... 206
Figura 58. Plan de Pagos (por cuotas) - Entrevista – Análisis de Mercado 207

Figura 59. Beneficios Tributarios - Entrevista – Análisis de Mercado 207
Figura 60. Primera fuente de Información - Entrevista – Análisis de Mercado..... 208
Figura 61. Envío de Información del Sistema - Entrevista – Análisis de Mercado 208
Figura 62. Canales de Comunicación - Entrevista – Análisis de Mercado..... 209
Figura 63. Charla de Energía Solar - Entrevista – Análisis de Mercado 209

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Roles y responsabilidades de los Involucrados..... 25
Tabla 2. Beneficios de los involucrados..... 31
Tabla 3. Tipos de Paneles Solares..... 42
Tabla 4. Ficha técnica de la encuesta. 60
Tabla 5. Operacionalización de Factores y Variables. 63
Tabla 6. Demanda de Consumo en el 2022 en el conjunto Natura. 78
Tabla 7. Capacidad Instalada en Colombia 2016 – 2021..... 79
Tabla 8. Cálculo de Pronostico con regresión lineal 81
Tabla 9. Pronóstico de capacidad instalada 2022 -2026..... 82
Tabla 10. Acciones para el cumplimiento de los objetivos. 87
Tabla 11. Limitantes de los objetivos..... 89
Tabla 12. Niveles de Probabilidad. 91
Tabla 13. Niveles de impacto 91
Tabla 14. Riesgos y Acciones Correctivas..... 93
Tabla 15. Escenarios o alternativas de implementación. 101
Tabla 16. Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E1..... 102
Tabla 17. Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E2..... 103
Tabla 18. Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E3..... 105
Tabla 19. Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E4..... 107
Tabla 20. Puntos de Control..... 109
Tabla 21. Tipos de Relación entre áreas 123
Tabla 22. Tipo de Actividad / Área..... 123
Tabla 23. Estimación de áreas por Actividad / Área Funcional 125
Tabla 24. *Cálculo del tiempo disponible del operario*..... 126
Tabla 25. Análisis de Capacidad 127
Tabla 26. Número de puestos de trabajo por Áreas 128
Tabla 27. Competencias para el desarrollo de funciones 139
Tabla 28. Especificaciones Administrativas..... 141
Tabla 29. Costos de mantenimiento anual por escenario 144
Tabla 30. Ingresos del escenario 1 a lo largo de la vida útil del proyecto..... 146
Tabla 31. Ingresos del escenario 2 a lo largo de la vida útil del proyecto..... 147

Tabla 32. Cargos, Funciones y Salario 148
Tabla 33. Nómina total Mensual 149
Tabla 34. Nómina total del Proyecto por Escenario 150
Tabla 35. Cálculo de Infraestructura física 150
Tabla 36. Costo total de infraestructura física del proyecto por escenario 151
Tabla 37. Cálculo Costo Mensual Administrativo y Operativo 151
Tabla 38. Costo total Administrativo y Operativo por Escenario 152
Tabla 39. Costo Total de Equipos 152
Tabla 40. Costo de los equipos y materiales para el escenario 1 153
Tabla 41. Costo de los equipos y materiales para el escenario 2 154
Tabla 42. Costo de los equipos y materiales para el escenario 3 154
Tabla 43. Costo de los equipos y materiales para el escenario 4 155
Tabla 44. Flujo de caja para el Escenario 1 156
Tabla 45. Flujo de caja para el Escenario 2 162
Tabla 46. Flujo de caja para el Escenario 3 167
Tabla 47. Flujo de caja para el Escenario 4 172
Tabla 48. Principales indicadores financieros por escenario 177

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Formula – Tamaño de Muestra Finita 59
Ecuación 2. Cálculo – Tamaño de Muestra Finita 60
Ecuación 3. Ecuación de la recta 80
Ecuación 4. Calcular la variable “a” 80
Ecuación 5. Calcular la variable “b” 81
Ecuación 6. Formula del error estándar 83
Ecuación 7. Coeficiente de Correlación 84
Ecuación 8. *Cálculo del número de paneles solares* 112
Ecuación 9. *Cálculo del número de inversores* 112
Ecuación 10. *Cálculo del voltaje de entrada a cada MPPT del inversor* 113
Ecuación 11. *Cálculo de la capacidad de la batería en Wh* 116
Ecuación 12. *Cálculo de la capacidad de la batería en Ah* 116
Ecuación 13. *Cálculo del número de baterías* 117

RESUMEN

Los altos consumos eléctricos asociados a las zonas comunes del conjunto residencial Natura, en Madrid – Cundinamarca, representan un egreso importante para su administración, lo que, a su vez, es obtenido del pago de la cuota mensual de administración por parte de los copropietarios, la cual, también es elevada por este y otros factores adicionales. Gracias a incentivos gubernamentales y partir de estos, la creciente implementación de sistemas de energía renovable basados en paneles fotovoltaicos en el sector residencial e industrial, este proyecto propone evaluar la viabilidad de implementar este tipo de sistemas en el conjunto residencial Natura, como un apoyo al suministro eléctrico de las variadas zonas comunes que posee dicha propiedad. Para ello, se evaluaron cuatro alternativas de acuerdo con el estudio de mercado realizado, las cuales fueron evaluadas en aspectos técnicos, administrativos, económicos y financieros, para determinar la solución que más se ajusta a las necesidades de los copropietarios y/o habitantes del conjunto residencial Natura.

PALABRAS CLAVE

Energías renovables, sistemas fotovoltaicos, radiación solar, conjunto residencial.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el mundo ha orientado sus esfuerzos para que la matriz energética en la cual se basa su obtención de energía eléctrica, se fundamente en energías renovables, aprovechando la disponibilidad inagotable de dichos recursos, se genere un menor impacto ambiental en su utilización y se garantice el suministro confiable.

Colombia, al igual que un gran número de países, incentiva el uso de este tipo de energías renovables a través de beneficios tributarios y la generación de proyectos a pequeña y gran escala. Entre los tipos de energía que se encuentran en esta rama, la energía solar toma especial protagonismo, debido a la facilidad con la que la energía es tomada directamente del sol a través de la radiación solar y convertida en energía eléctrica, gracias a los paneles fotovoltaicos.

Es por esto que se pretende determinar la viabilidad del uso de este tipo de tecnología en el conjunto residencial Natura, ubicado en el municipio de Madrid, Cundinamarca, de modo que sea un apoyo al suministro de energía eléctrica de las zonas comunes del conjunto residencial, ya que debido a la variedad de las mismas, este consumo representa un pago mensual elevado al proveedor de energía ENEL, lo que a su vez repercute en el bolsillo de los copropietarios, ya que un porcentaje del pago mensual de la cuota de administración, es destinado a cubrir este gasto. Allí radica la importancia de solucionar este elevado consumo, debido a que este dinero que se podría ahorrar con el uso de paneles fotovoltaicos, podría repercutir en un ahorro directo para los copropietarios, mediante la reducción de la cuota de administración o la inversión de este ahorro en beneficios adicionales para la comunidad que allí reside.

En vista de lo anteriormente descrito, en el primer capítulo se realizó la identificación del proyecto, determinando el alcance, los involucrados, se estableció de manera clara el problema, las partes involucradas, los beneficios, los responsables y a quiénes se entregaba la propuesta aquí elaborada. Posterior a ello, se hizo la revisión de los marcos referencial, conceptual y normativo aplicados al proyecto.

El segundo capítulo comprende el análisis del mercado, allí se revisó la oferta y la demanda existentes en el entorno del proyecto, se estableció el mercado objetivo y la manera por la cual iba a ser medida la satisfacción del usuario final. Se realizó la caracterización del producto y se establecieron las principales características de la competencia, es decir, empresas que se dediquen a la implementación de soluciones como las propuestas en el presente documento. Como instrumento principal de este capítulo, se realizó una encuesta a una muestra de la población objetivo, clasificada como muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, dirigido a una población finita de tipo cuantitativa, con el fin de obtener información primaria de factores de gran importancia. A partir de los datos obtenidos de dicha encuesta, se hizo el análisis de cada una de las preguntas y sus resultados obtenidos, para el posterior desarrollo de la propuesta.

A continuación, el capítulo tres aborda la planificación del proyecto, donde se establecieron los objetivos que rigen su desarrollo y las acciones encaminadas a lograr su cumplimiento, así como las limitantes por cada uno de ellos y los posibles riesgos a los que podrían estar sujetos, los cuales fueron evaluados y se establecieron las acciones correctivas pertinentes.

El capítulo cuatro aborda la ingeniería del proyecto, cuyo eje central se encuentra en el diseño establecido del producto para cada uno de los escenarios planteados como posibles alternativas de solución. Para cada uno de ellos también se definió el tamaño del sistema, los recursos y materiales necesarios para llevar a cabo su implementación.

Posteriormente, el estudio administrativo abarca el capítulo cinco, cuyo fin es establecer las principales definiciones administrativas del proyecto, como lo son la misión, la visión, la estructura organizacional necesaria para llevar a cabo la ejecución del proyecto, las competencias del personal que tendrá como responsabilidad la ejecución del proyecto, información administrativa y el impacto laboral que tendría llevar a cabo la implementación del proyecto.

El capítulo seis corresponde al estudio económico y financiero del proyecto, el cual es clave para determinar la viabilidad de los escenarios planteados a lo largo del documento. Para su elaboración fue necesario realizar algunos supuestos importantes. Para cada uno de los escenarios planteados, en el horizonte planeado de vida útil, se obtuvo la estructura de

costos, los ingresos del proyecto, los recursos humanos necesarios para su implementación, la estructura física, los equipos y materiales. A partir de los datos obtenidos en los apartados mencionados anteriormente, se realizó el flujo de caja, el cual, junto con los principales indicadores financieros de los escenarios evaluados, permitió determinar la inviabilidad, en el contexto del proyecto, de las alternativas que hacen uso de baterías para el almacenamiento de energía.

Finalmente, se encuentran las conclusiones obtenidas tras la realización de la propuesta y el análisis obtenido a partir de los datos encontrados.

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se realiza la identificación del alcance del proyecto y sus limitantes. Se hace el diagnóstico regional, nacional e internacional para conocer la realidad de estos entornos en cuanto a la implementación de paneles fotovoltaicos como alternativa de solución en la generación eléctrica.

Adicionalmente, se identifican las partes interesadas y los posibles beneficios que estas pueden obtener, así como los responsables de la ejecución del proyecto y a quiénes serán entregados los resultados una vez culminen las tareas requeridas para su formulación.

Por otra parte, se evaluaron alternativas similares implementadas en distintos proyectos tanto a nivel local, nacional e internacional y se identificó la normativa en el marco legal colombiano que rige la ejecución del proyecto.

1.1 ALCANCE

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar una propuesta de viabilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de apoyo eléctrico a partir de energía renovable, basado en paneles fotovoltaicos, para las zonas comunes del conjunto residencial Natura, en Madrid, Cundinamarca. Para ello, se llevará a cabo un estudio de mercado, una evaluación técnica, financiera, normativa, administrativa y ambiental.

La propuesta no contempla la elaboración de la ingeniería a detalle, así como tampoco la instalación y puesta en marcha del sistema, equipos o materiales asociados y su futuro mantenimiento. Tampoco se contemplan las especificaciones técnicas de construcción y trámites legales para su eventual implementación.

1.2 IDENTIFICACIÓN

En la actualidad, la preocupación por la contaminación ambiental, así como el agotamiento de los combustibles fósiles, ha impulsado en gran medida la investigación y la

implementación de energías a partir de fuentes renovables, lo que a su vez ha facilitado la disponibilidad en el mercado cada vez a precios más asequibles.

A continuación, se desarrollará un diagnóstico internacional, nacional y regional enfocado a la implementación de soluciones de energía renovables basados en paneles solares como instrumento de captación de la radiación solar.

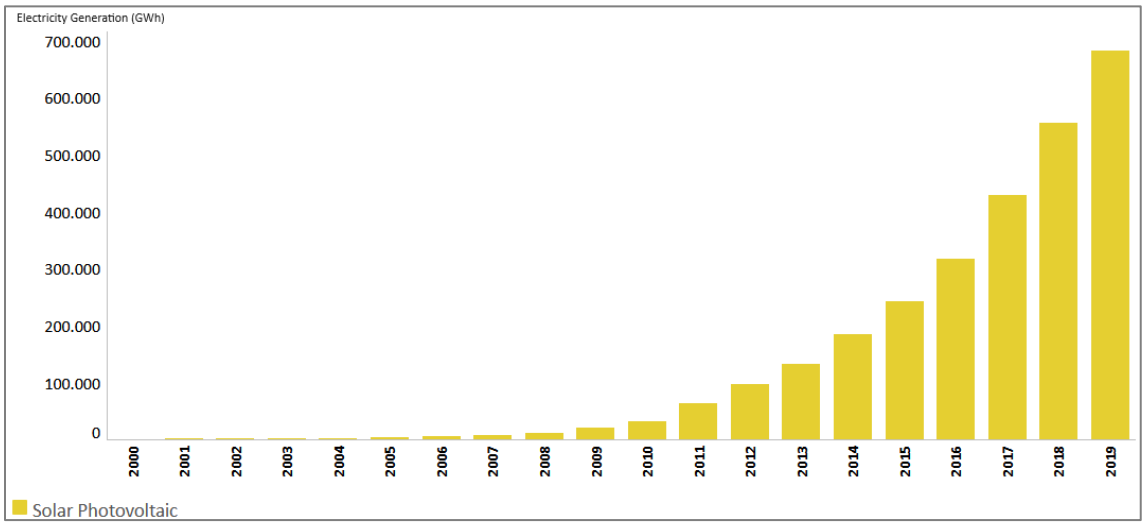
1.2.1 Diagnóstico Internacional

La energía solar ha tenido un crecimiento importante a través de los años mediante el uso de paneles fotovoltaicos, esto debido a la facilidad en la cual la energía puede ser tomada directamente del sol, incluso en días nublados. Adicionalmente, el costo de fabricación de los paneles solares se ha reducido drásticamente en la última década, lo que ha facilitado la adquisición de los mismos, convirtiéndola en la forma más barata de electricidad (IRENA, 2021b).

Como se puede apreciar en la Figura 1, desde el año 2000, cuando la generación energética en el mundo a partir de paneles fotovoltaicos era de 805GWh, para el 2019 se multiplicó aproximadamente 843 veces hasta alcanzar una capacidad de 678.999 GWh. Se puede observar cómo año tras año, principalmente desde el 2010, el aumento en la generación energética a partir de esta fuente es aproximadamente del 30% con respecto al año inmediatamente anterior, lo que claramente muestra un trabajo mundial orientado a este tipo de generación energética.

Figura 1. *Generación de energía eléctrica en el mundo basada en paneles fotovoltaicos.*

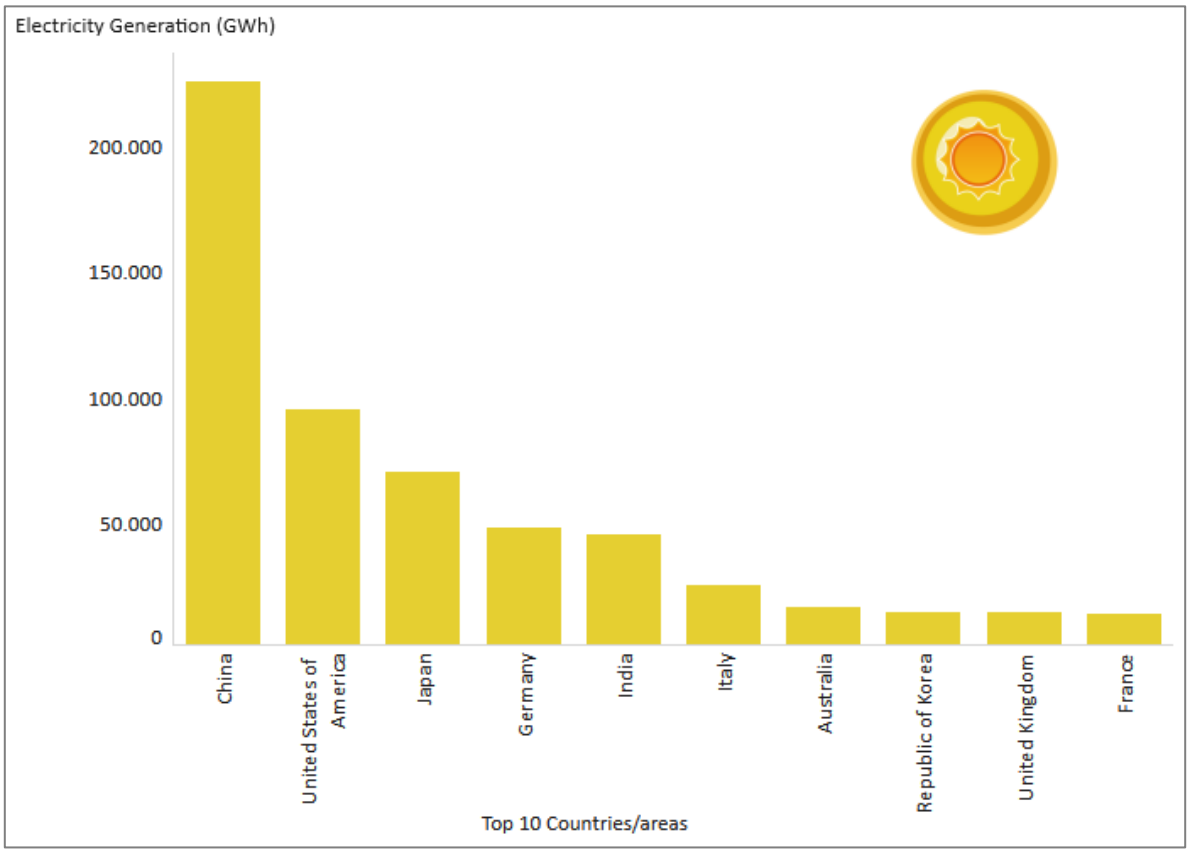
Fuente: IRENA, 2021b.



En la Figura 2 se muestra el ranking de países que más generaron energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos en el año 2019, donde China tenía la ventaja indiscutible, al generar un total de 224.527 GWh, superando en más del doble al segundo en la lista, Estados Unidos, que para ese año generó 93.943 GWh.

Figura 2. *Ranking de países en el mundo en generación de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos.*

Fuente: IRENA, 2020.



Este claro incremento en la adopción de energías renovables, puntualmente en la obtenida por la implementación de paneles fotovoltaicos, está ligado también a los objetivos de desarrollo sostenible, una serie de objetivos globales, pactados entre los líderes mundiales, cuyo propósito es erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad para todos (Naciones Unidas, 2017).

Estos objetivos fueron planteados en 2015 con la meta de ser alcanzados para el 2030. Entre los 17 objetivos allí planteados, se encuentra el número 7, el cual dice “Energía asequible y no contaminante”. Este objetivo está centrado en 2 frentes: conceder el acceso a la electricidad en los países más pobres y que esta energía, así como la que ya se encuentra suministrada, se base en energías renovables (Naciones Unidas, 2018).

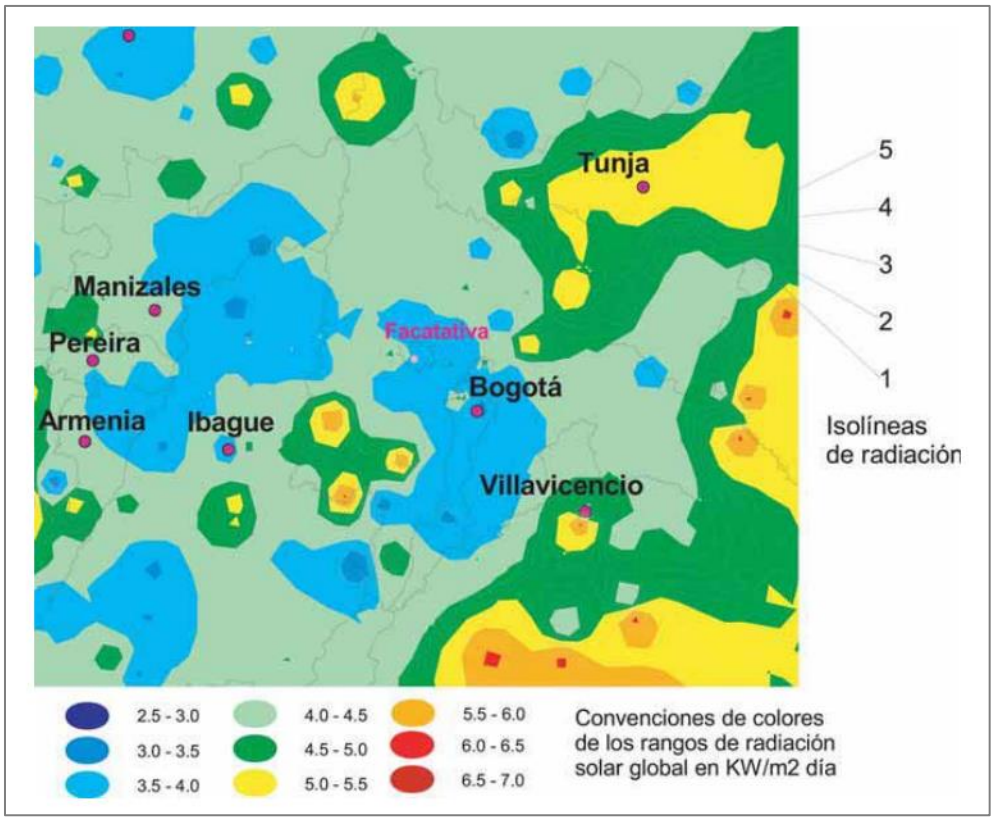
1.2.2 Diagnóstico Nacional

Para el 2018, la capacidad instalada de generación eléctrica en Colombia estaba compuesta principalmente por centrales hidroeléctricas, las cuales aportaban un 69,18% de la generación total, seguida por las centrales térmicas que utilizan gas, carbón y ACPM con un 26,36%. El menos de 5% restante era ocupado por fuentes como el bagazo, el biogás, el viento y la radiación solar, esta última con un 0.06% (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2018).

Colombia tiene gran potencial de aprovechamiento de la energía solar por su ubicación geográfica, obteniendo en Bogotá y los municipios de la sabana occidental una radiación solar que se ubica entre 3.5 y 4.0 KW/m^2 día promedio, como lo muestra la Figura 3.

Figura 3. *Mapa de radiación solar de Bogotá y sus alrededores*

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2005)

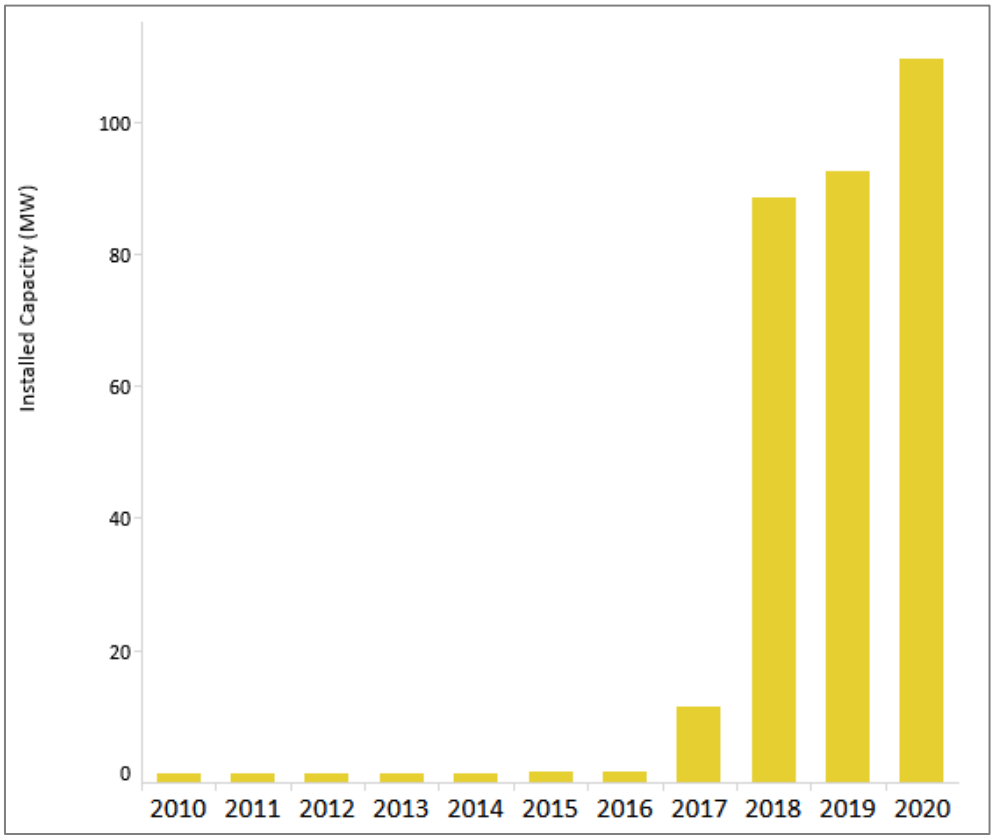


Alineado con los objetivos de desarrollo sostenible, el país ha visto un incremento significativo orientado al uso de energías renovables de fuentes no convencionales en los últimos años. Para el 2020, el 77% de la energía que era producida en el país provenía de fuentes renovables, casi en su totalidad de hidráulicas o marinas, percibiendo un incremento importante en soluciones basadas en paneles fotovoltaicos (IRENA, 2021a).

Como se observa en la Figura 4, en los años 2017 y 2018, especialmente en este último, hubo un aumento drástico, comparado con años anteriores, en la instalación de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, pasando de 1.5 MW en 2016 a 11.3 MW en 2018 (casi 10 veces de aumento de capacidad), y posteriormente a 88.4 MW en 2018 (casi 8 veces más que en el 2017). Después de esto, el aumento continuó cada año sin marcadas diferencias.

Figura 4. *Historial de capacidad instalada en Colombia de energía solar fotovoltaica*

Fuente: IRENA, 2021b.



1.2.3 Diagnóstico Regional

El municipio de Madrid, en Cundinamarca, busca ser pionero en el uso de energía solar a nivel departamental, por ello lanzó la estrategia “Energía solar a tu alcance”, mediante el uso de un aula móvil de energía solar, pionera en el departamento, la cual cuenta con el apoyo del Centro de Biotecnología agropecuaria del SENA y EPM (Empresa Pública de Madrid, 2021).

Por otra parte, se han desarrollado algunos proyectos basados en energía solar en el municipio, aunque aún no se ha aprovechado el gran potencial de uso de paneles fotovoltaicos como fuente de energía alternativa, esto debido a la masificación de las construcciones de conjuntos residenciales y ciudadelas que se han venido desarrollando en los últimos años, que se convierten en escenarios propicios para llevar a cabo este tipo de iniciativas.

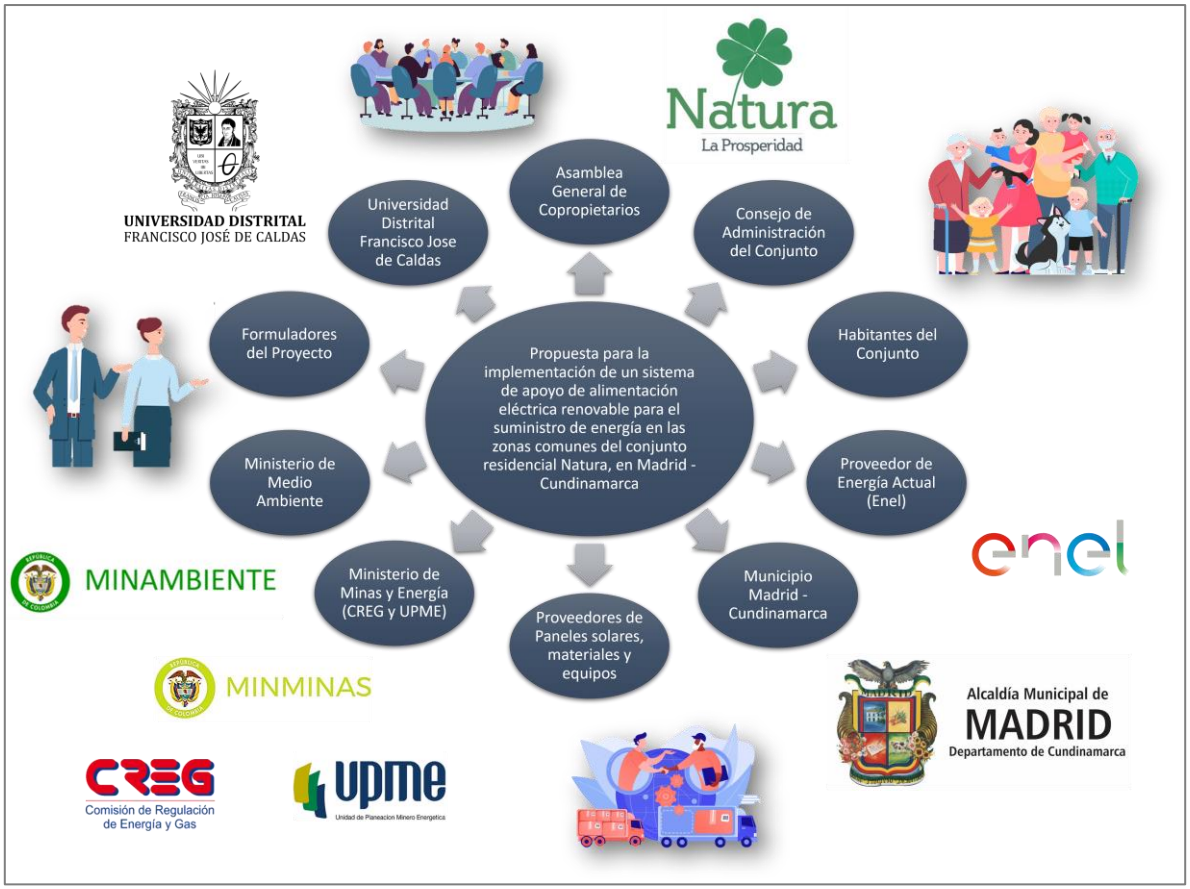
Finalmente, la implementación de paneles solares como fuente de energía eléctrica limpia, cuenta con incentivos en el país importantes. Así mismo, la implementación de esta energía tiene el potencial de reducir los costos de este servicio público, incluso generar ingresos al poder vender el excedente que pueda generarse, siendo una gran alternativa.

1.3 INVOLUCRADOS

Durante la fase de análisis del contexto, se identificaron las partes interesadas (stakeholders) del proyecto, las cuales se relacionan con el conjunto residencial Natura a través de la asamblea general de Copropietarios, el consejo de administración y las personas que allí residen; así mismo, aquellas partes que están asociadas con el desarrollo de la propuesta como los formuladores del proyecto, los proveedores de recursos y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Por último, aquellas entidades del gobierno nacional como el municipio de Madrid – Cundinamarca, el Ministerio de Minas y Energía (el cual incluye La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)) y el Ministerio de Medio Ambiente, como se pueden observar en la Figura 5.

***Figura 5**. Involucrados (Stakeholders)*

Fuente: *Elaboración propia, basado en la metodología del marco lógico.*



Posterior a la identificación de las partes interesadas, en la Tabla 1, se relacionan las responsabilidades de cada una de ellas, las cuales se clasifican en tres niveles de acuerdo con su grado de responsabilidad (alto, medio y bajo) en relación con el proyecto y los roles que van a desempeñar.

Tabla 1. *Roles y responsabilidades de los Involucrados.*

Fuente: Elaboración Propia.

INVOLUCRADOS	GRADO DE RESPONSABILIDAD	ROL
Asamblea general de copropietarios	Alta	Recepción de la propuesta presentada para tenerla en cuenta como alternativa.
Consejo de Administración del Conjunto	Alta	Proporcionar información relacionada con el consumo del servicio eléctrico en las zonas comunes y el costo reflejado en la cuota de la administración.
Habitantes del Conjunto	Alta	Participar de la encuesta definida para identificar las necesidades del conjunto en el estudio de mercado.
Proveedor de Energía Actual (ENEL S.A)	Media	Entrega de la factura relacionada con el consumo generado de las zonas comunes a la administración del conjunto.
Proveedores de Paneles solares, materiales y equipos	Alta	Envío de cotizaciones del costo y descripción de los recursos necesarios estimados en la propuesta como paneles solares, materiales y equipos.
Municipio Madrid - Cundinamarca	Baja	Promover la implementación de energías renovables en los conjuntos residenciales, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
Ministerio de Medio Ambiente	Baja	Definir los lineamientos ambientales necesarios en instalaciones de sistemas de generación eléctrica basados en paneles fotovoltaicos.
Ministerio de Minas y Energía (CREG y UPME)	Alta	• Definir los lineamientos técnicos para la instalación de sistemas de generación eléctrica basados en paneles fotovoltaicos. • Proporcionar los datos estadísticos de generación eléctrica a nivel nacional, como porcentajes de las fuentes de energía eléctrica actual, consumos de los diferentes sectores económicos y proyecciones de crecimiento energético, entre otros.

INVOLUCRADOS	GRADO DE RESPONSABILIDAD	ROL
Formuladores del Proyecto	Alta	• Identificar el contexto del proyecto. • Realizar el análisis del mercado. • Definir los objetivos, riesgos, y políticas durante la planificación del proyecto. • Definir la ingeniería del proyecto. • Realizar un estudio administrativo. • Realizar un estudio económico y financiero. • Presentar la propuesta concluyendo la viabilidad del proyecto.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Media	Proporcionar los recursos académicos necesarios, que sirvan de apoyo para el desarrollo de la propuesta.

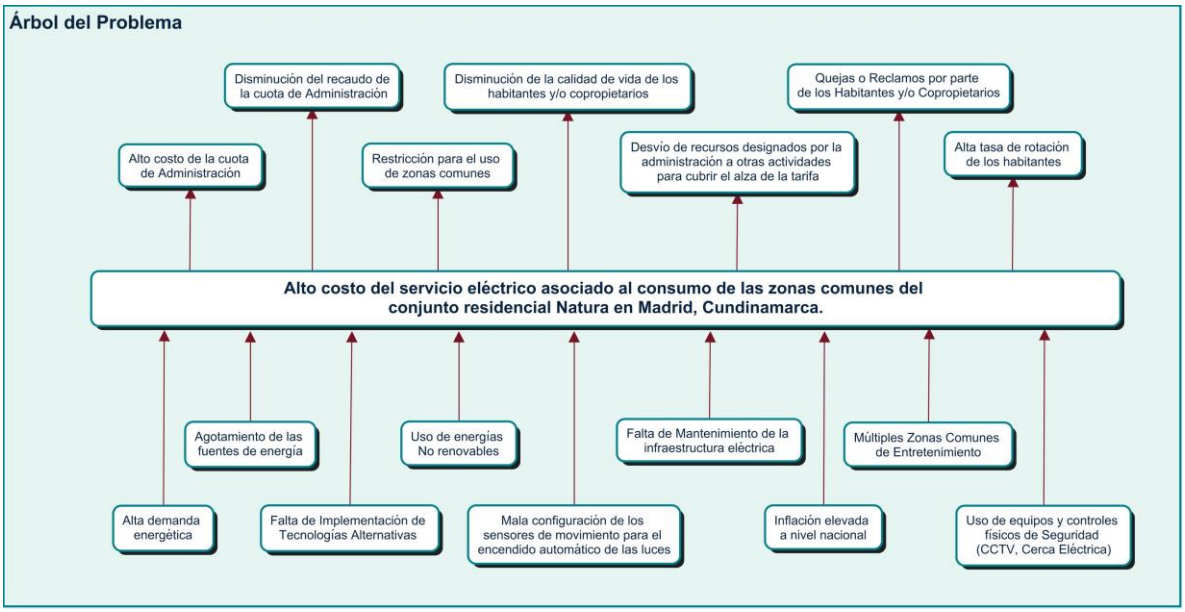
Como se pudo observar, la responsabilidad de 6 de los involucrados es alta, esto quiere decir que su rol es fundamental para el correcto desarrollo del proyecto. Así mismo, 2 involucrados tienen una responsabilidad media, esto quiere decir que su rol es importante, sin embargo, no impide continuar con las actividades. Por último, se tienen 2 involucrados con una responsabilidad baja, debido a que en su rol no están estrechamente relacionados con el desarrollo del proyecto.

1.4 ÁRBOL DEL PROBLEMA

Para identificar la problemática general, se implementó la metodología del Marco Lógico, en la cual se hizo uso de la herramienta “Árbol del problema”, en la cual se definió el problema principal (en la parte central), las causas que lo pueden generar (parte inferior) y las consecuencias que trae consigo (parte superior), como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6 . *Árbol del Problema*

Fuente: *Elaboración propia, basado en la metodología del marco lógico.*



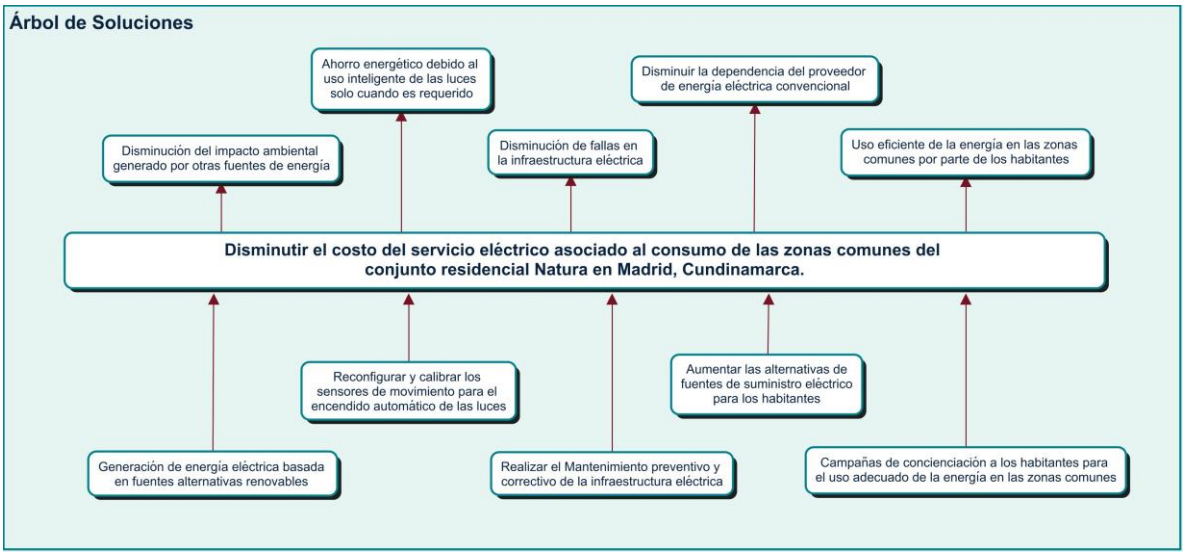
Como se pudo identificar, existen múltiples causas las cuales pueden elevar el costo del servicio eléctrico de las zonas comunes, que, a su vez, es la problemática general a la que se puede enfrentar el conjunto residencial Natura debido a su diversidad de zonas comunes.

1.5 ÁRBOL DE SOLUCIONES

Siguiendo la metodología del Marco Lógico, se identificaron una serie de soluciones y/o alternativas para disminuir o compensar la problemática principal y algunas de sus causas, como lo podemos observar en la Figura 7, en donde en la parte inferior se mencionan las soluciones que se pueden implementar para disminuir el costo del servicio eléctrico y, a su vez, en la parte superior, qué beneficios o consecuencias traería su aplicación y/o implementación.

Figura 7. *Árbol de Soluciones*

Fuente: *Elaboración propia, basado en la metodología del marco lógico.*



Con base en las alternativas propuestas, se pudieron identificar dos alternativas generales: la primera está relacionada con la implementación de un sistema alterno de energía eléctrica y la segunda consiste en mantener las condiciones de la infraestructura actual (convencional) con la que cuenta el conjunto mediante mantenimientos preventivos y correctivos.

1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El conjunto residencial Natura, se encuentra ubicado en la ciudadela La Prosperidad, en Madrid, Cundinamarca; cuenta con 1528 apartamentos distribuido en 32 torres, 30 de 12 pisos y 2 torres de 11 pisos, lo que lo convierte en uno de los conjuntos más grandes de la ciudadela. A su vez, está dotado con gran variedad de zonas comunes como lo son grandes zonas verdes, senderos, acuaparque, salones comunales, zonas BBQ, minigolf, canchas múltiples, piscinas, sauna y turco, parqueaderos, entre otros.

Debido a la gran cantidad de habitantes potenciales con los que cuenta el conjunto de acuerdo con las unidades residenciales con las que cuenta, la gran variedad de zonas comunes para su aprovechamiento, y factores como la inflación y el índice de precios del productor (IPP), los consumos energéticos de dichas zonas pueden representar un elevado costo de la factura energética para la administración del conjunto residencial, lo que a su

vez, repercute en la cuota de administración que debe ser cancelada mes a mes por los copropietarios, para cubrir este y otros gastos del conjunto.

A nivel general, el consumo de energía eléctrica del sector residencial ha venido en aumento debido al crecimiento constante de la población, así como de las construcciones de nuevas viviendas, en su gran mayoría conjuntos residenciales. Estas edificaciones frecuentemente ofrecen diferentes alternativas para mejorar la calidad de vida de los habitantes, a través de variedad de zonas comunes, teniendo como consecuencia los mismos impactos económicos mencionados anteriormente.

Es importante resaltar que Colombia cuenta con leyes que pretenden incentivar el uso de fuentes no convencionales de energía, mediante la aplicación de beneficios y definición de reglas a quienes pretendan llevar a cabo la implementación de este tipo de proyectos.

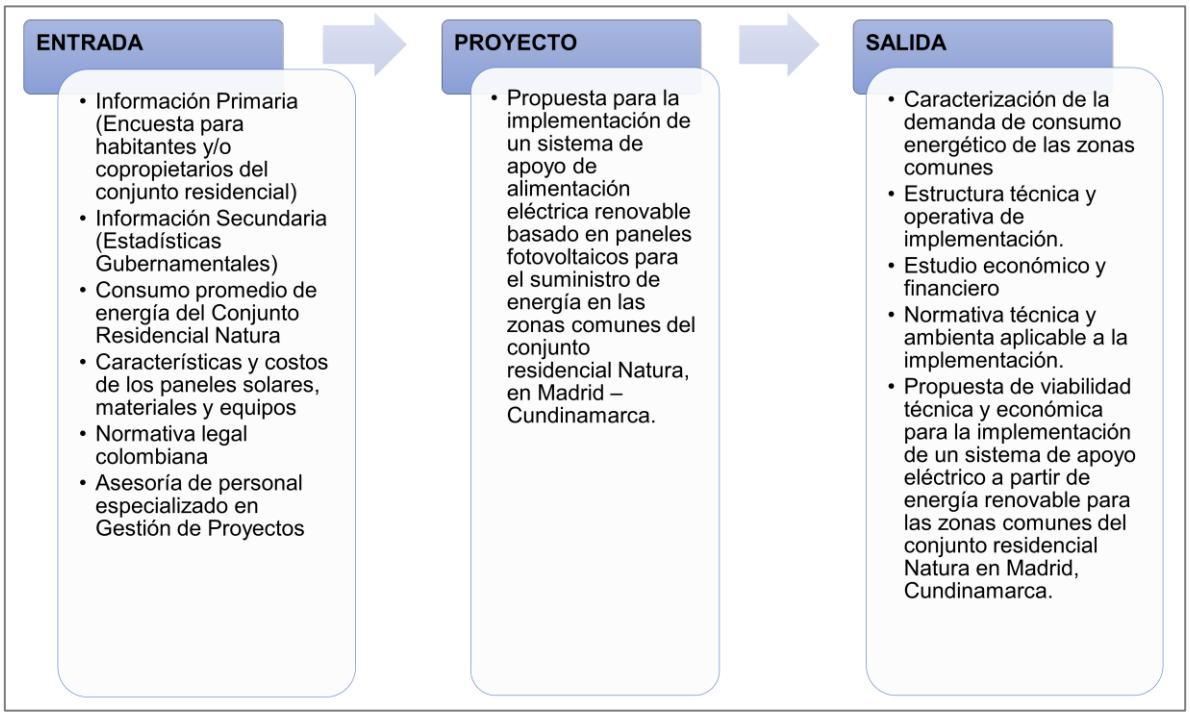
Debido a estos factores se plantea la pregunta ¿Cómo debe estructurarse operativa y financieramente un sistema de apoyo eléctrico a partir de energía renovable para las zonas comunes, basado en paneles fotovoltaicos, de forma que sea viable técnica y económicamente?

1.7 FACTORES IN-OUT

En la Figura 8, se definen los factores de entrada y salida del proyecto. Como factor de entrada, se relaciona la información requerida y necesaria para el desarrollo del proyecto asociado a la problemática planteada, seguido a esto, se desarrolla el proyecto con base en la solución propuesta y finalmente se define en la salida los resultados que se espera obtener.

Figura 8. *Diagrama de Factores In-Out*

Fuente: Elaboración propia.



Conforme con la última salida definida, ésta se presenta como el entregable final, que consolida las cuatro primeras salidas y sintetiza la viabilidad del proyecto para una futura implementación.

1.8 BENEFICIOS

A continuación, en la Tabla 2, se listan los involucrados en el proyecto y los beneficios asociados a ellos.

Tabla 2. *Beneficios de los involucrados.*

Fuente: Elaboración propia.

INVOLUCRADOS	BENEFICIOS
Asamblea general de copropietarios	Identificación de una alternativa de generación de energía eléctrica renovable basada en paneles fotovoltaicos para disminuir el costo del servicio de la luz de las zonas comunes, lo cual puede llegar a disminuir el costo de la cuota de administración.

INVOLUCRADOS	BENEFICIOS
Consejo de Administración del Conjunto	Ahorro de costos asociados a estudios técnicos o de factibilidad para la posibilidad de implementar una fuente de energía eléctrica renovable basada en paneles fotovoltaicos.
Habitantes del Conjunto	Mejora en la calidad de vida en caso de que la propuesta sea aceptada y se lleve a cabo su implementación en un futuro. Esto, debido a que los costos del servicio eléctrico se pueden reducir, también podría mejorase la calidad del aire por la disminución de gases de CO_2 asociados con el calentamiento global.
Proveedor de Energía Actual (ENEL S. A)	No posee beneficios asociados con la propuesta de implementación del sistema.
Proveedores de paneles solares, materiales y equipos	Oportunidad de venta de paneles solares, materiales y equipos si la propuesta es aceptada y se lleva a cabo su implementación en un futuro.
Municipio Madrid – Cundinamarca	Identificar la viabilidad de la implementación de este tipo de sistemas en otros conjuntos del municipio con características similares, para promover la autosuficiencia de energía eléctrica.
Ministerio de Medio Ambiente	Mejora en la calidad del aire por la disminución de gases de CO_2 asociado al calentamiento global, si la propuesta es aceptada y se lleva a cabo su implementación en un futuro.
Ministerio de Minas y Energía (CREG y UPME)	Socialización de casos de estudio viables para incentivar el uso de nuevas tecnologías de generación de energía de fuentes renovables tanto a entidades públicas como privadas. Contribución en el cumplimiento del Plan Energético Nacional (PEN 2020-2050: La transformación energética que habilita el desarrollo sostenible).
Formuladores del Proyecto	Aplicación del conocimiento adquirido durante la formación como especialistas en gestión de proyectos de ingeniería. Experiencia en la identificación, formulación y evaluación de proyectos de ingeniería, para futuros proyectos tanto a nivel personal como laboral.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Reconocimiento de la institución como formadora de especialistas con alto nivel de profesionalismo y conocimiento en la gestión de proyectos de ingeniería.

De acuerdo con los beneficios definidos, todos los involucrados reciben beneficios asociados con el proyecto, excepto por el proveedor de energía actual, el cual no posee beneficios por parte del proyecto, debido a que, si se realiza la implementación a futuro, su

recaudo por la prestación del servicio para las zonas comunes se reducirá parcial o totalmente.

1.9 RESPONSABLES

Los responsables de la elaboración de la propuesta para la implementación de un sistema de apoyo de alimentación eléctrica renovable basado en paneles fotovoltaicos para el suministro de energía en las zonas comunes del conjunto residencial natura, en Madrid – Cundinamarca, son sus autores:

- Karem Lizeth Galindo Leal
- Camilo Andrés López Cogua

1.10 A QUIÉN SE ENTREGA

Una vez la propuesta se encuentre culminada, se realizará la entrega a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, quienes la pondrán a disposición de la comunidad académica para futuras consultas e investigaciones.

Posterior a ello, se hará la entrega al consejo de administración del conjunto residencial Natura, mediante una socialización de los resultados obtenidos en este documento.

1.11 MARCO REFERENCIAL

Debido al auge de proyectos de generación eléctrica renovable en los últimos años, con el objetivo de ser autosuficientes energéticamente y/o disminuir su huella ambiental, a continuación, se relacionan algunos proyectos a nivel local, nacional e internacional de casos exitosos relacionados con la implementación de sistemas de energía renovable basados en paneles fotovoltaicos tanto en conjuntos residenciales, como en otros sectores económicos y/o aplicaciones.

1.11.1 Nivel Local

Teniendo en cuenta que el municipio de Madrid – Cundinamarca busca ser pionero en el uso de energía solar a nivel departamental, como se mencionó previamente, se listan a continuación algunos proyectos llevados a cabo:

- Equipos de ordeño impulsados con energía renovable, adquirida mediante paneles solares. Este proyecto fue desarrollado entre la Empresa Pública de Madrid – EmpuMadrid y el SENA de Mosquera (Empresa Pública de Madrid, 2022).

- Alumbrado público con energía solar en la vereda Carrasquilla – sector alto. El proyecto consistió en la instalación de 24 luminarias de 50 vatios en los 700 metros lineales que conforman el camino de entrada hasta el centro poblado de dicha vereda (Noticias R TV, 2021).

1.11.2 Nivel Nacional

A nivel nacional, se describen en primer lugar, algunos proyectos asociados con la generación eléctrica a nivel macro haciendo uso de energía solar, por ejemplo:

- Celsia Solar Yumbo fue la primera granja de energía solar de Colombia, la cual se inauguró en el año 2018 y se implementó donde antes funcionaba Termoyumbo, que funcionaba a base de carbón. Esta granja cuenta con 35.000 módulos fotovoltaicos instalados y 9 inversores, encargados de transformar la energía continua en alterna. Tiene una capacidad instalada de 9,8 MW y puede generar alrededor de 16,5 GWh, equivalentes al consumo de 8 mil hogares (Celsia, 2018ª).

- Celsia Solar Bolívar es una granja solar que cuenta con cerca de 32 mil paneles y 2 centrales inversoras. Está instalada en un terreno de 12 hectáreas, cuenta con una capacidad instalada de generación de 8,8 MW y se estima que genera alrededor 15.5 GWh, equivalentes al consumo de aproximadamente 7.400 familias (Celsia, 2019).

- Primera granja del sector metalúrgico en Antioquia, implementada en la compañía SEB Andean, una multinacional francesa con presencia en Colombia a través de sus marcas IMUSA, SAMURAI y TEFAL. Cuenta con alrededor de 4.000 paneles fotovoltaicos, capaces de producir el equivalente al 9% del consumo total de la planta ubicada en Rionegro, es decir, alrededor de 1,9 GWh (Presidencia de la República, 2021).

En cuanto a sistemas de generación eléctrica renovable para conjuntos residenciales, se identificaron los siguientes proyectos:

- Conjunto Residencial Océano Verde – Jamundí: Utiliza la energía solar en su proyecto de 400 viviendas para ahorrar energía en consonancia con la Resolución 0549 de vivienda sostenible en Colombia. Hasta el 31 de diciembre del 2016, con la implementación de la energía fotovoltaica, la parcelación Océano Verde ha dejado de emitir 3,76 toneladas de CO2, lo cual es equivalente a tener actualmente 308 árboles nuevos maduros, contribuyendo de esta forma a mitigar el calentamiento global (Celsia, 2017).

- Edificio de apartamentos Hábitat, Macarena – Bogotá: Este proyecto se implementó en 2017 y se utilizaron 18 paneles solares fotovoltaicos (4.860w) para suministrar energía para iluminación de zonas comunes, sótanos, citofonía y equipos de seguridad de un edificio de 30 apartamentos (Ecosistemas y Soluciones S.A.S, 2017).

1.11.3 Nivel Internacional

A nivel internacional, son muchos los proyectos asociados con el uso de energía solar que se han implementado en los últimos años para diferentes propósitos, desde los más pequeños a proyectos de gran escala como lo son las granjas o parques solares, los cuales son financiados tanto por empresas privadas como por los gobiernos.

A continuación, se mencionan algunos proyectos importantes a nivel mundial, de los cuales el último mencionado corresponde a un proyecto en un conjunto residencial:

- Parque solar de Benban; Esta ubicado en la Gobernación de Asuán, Egipto. Es desarrollado por el proveedor "Alcázar Energy" y finalizó su primer proyecto de implementación el 23 de enero de 2019, de los cuatro que se tiene estimado implementar. El proyecto consta de 6 millones de paneles solares, divididos en 32 subproyectos con una capacidad de hasta 1.5 GW (Alcázar Energy, 2019).

- Aeropuerto Internacional de Cochin en Cochin, India: Funciona en su totalidad con energía solar, cuenta con una instalación de más de 46.000 paneles, los cuales abastecen de 13,1 MV de electricidad al aeropuerto y sus alrededores, también reduce aproximadamente 300.000 toneladas de CO_2 en 25 años que equivale a plantar 3.000 árboles (Ángel Martínez, 2016).

- SolarRoad en Krommenie, Holanda: primer carril bici basado en paneles solares, inaugurado en marzo de 2015. El cual en 12 meses produjo aproximadamente 70 KWh por cada metro cuadrado, suficiente para cubrir la demanda energética de 3 casas (National Geographic España, 2016).

- Conjunto residencial La Hacienda – Grupo Provivienda – Panamá: Está ubicado en Vacamonte, distrito de Arraiján, en la provincia de Panamá Oeste. Los sistemas fotovoltaicos se instalaron en la etapa llamada Los Caobos, que tiene 350 viviendas cada una con una solución solar fotovoltaica de 1kW para autogeneración. Este complejo residencial, en conjunto, evitará la emisión de 188 toneladas anuales de dióxido de carbono (CO_2) y las familias del oeste de la República se ven beneficiadas con un ahorro energético representativo (Celsia, 2018b).

1.12 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se tiene una breve descripción de los conceptos básicos relacionados con la implementación de un sistema de alimentación eléctrica renovable basado en paneles fotovoltaicos.

1.12.1 Fuentes de energía

En la actualidad, existen una gran variedad de equipos que hacen uso de la electricidad para su correcto funcionamiento, ya sea a través de corriente continua o alterna, aumentado así la demanda de consumo eléctrico a nivel mundial, esto ha llevado a los países a buscar nuevas fuentes de energía. A continuación, se mencionan los dos tipos de energía y los elementos naturales, de los que se puede generar o producir:

Energías No Renovables: Provienen de fuentes naturales limitadas y que al final de su consumo no se pueden regenerar. Estas fuentes de energía son las más utilizadas en la actualidad desde la revolución industrial (Vivanco Font, 2020).

- Petróleo
- Uranio
- Gas Natural
- Carbón

Energías Renovables: Provienen de fuentes naturales inagotables o que se regeneran de forma rápida. Actualmente son poco utilizadas, pero han aumentado su auge de implementación en los últimos tiempos. Estas fuentes de energía son autóctonas, algunas no dejan residuos y su huella de carbono es reducida o nula:

- Solar
- Hidráulica
- Eólica
- Biomasa
- Mareomotriz

- Geotérmica

1.12.2 Energía solar

Es la energía que proveniente de la radiación electromagnética del Sol. En este caso, se usa directamente mediante las tecnologías desarrolladas para este fin. Esta energía, en forma de calor y luz, puede aprovecharse por medio de células fotovoltaicas, heliostatos o colectores solares, que la convierten en energía eléctrica o térmica (Vivanco Font, 2020).

1.12.3 Radiación solar

Es la energía que viene del sol hacia la tierra. Para el caso de las células fotoeléctricas, la radiación es directa, eso quiere decir que llega desde el sol, sin que sufra algún desvío en su camino. A diferencia de la radiación difusa, que sufre cambios en su dirección, debido a la reflexión y difusión de la atmósfera. La radiación se mide en KWh/m2 (EnDev/GIZ & Coordinación, 2013).

1.12.4 Sistema eléctrico fotovoltaico

Es un sistema capaz de producir electricidad a partir de la radiación solar como fuente renovable. Está conformado por varios componentes los cuales son imprescindibles para captar la energía del sol y transformarla en electricidad.

Los sistemas eléctricos fotovoltaicos pueden ser clasificados en tres grandes categorías, las cuales son descritas a continuación:

Sistemas Off Grid (100% autónomos)

En la Figura 9 se observa el diagrama general de un sistema fotovoltaico Off Grid, sus componentes y funciones. La principal característica de estos sistemas es que se encuentran totalmente aislados del suministro de la red eléctrica convencional, por lo que son sistemas 100% autónomos, almacenando en baterías la energía para ser usada en los periodos de poca o nula radiación solar.

Figura 9. *Sistema Fotovoltaico Off Grid*

Fuente: (HG Ingeniería, 2018)



El sistema está compuesto por los paneles solares, encargados de convertir la radiación solar en energía eléctrica, los cuales entregan dicha energía a un controlador de carga, que regula la corriente proveniente de los módulos hacia las baterías, encargadas de almacenar la energía. Finalmente se encuentra el inversor, cuya función es convertir la energía en corriente continua, generada por los paneles, a corriente alterna.

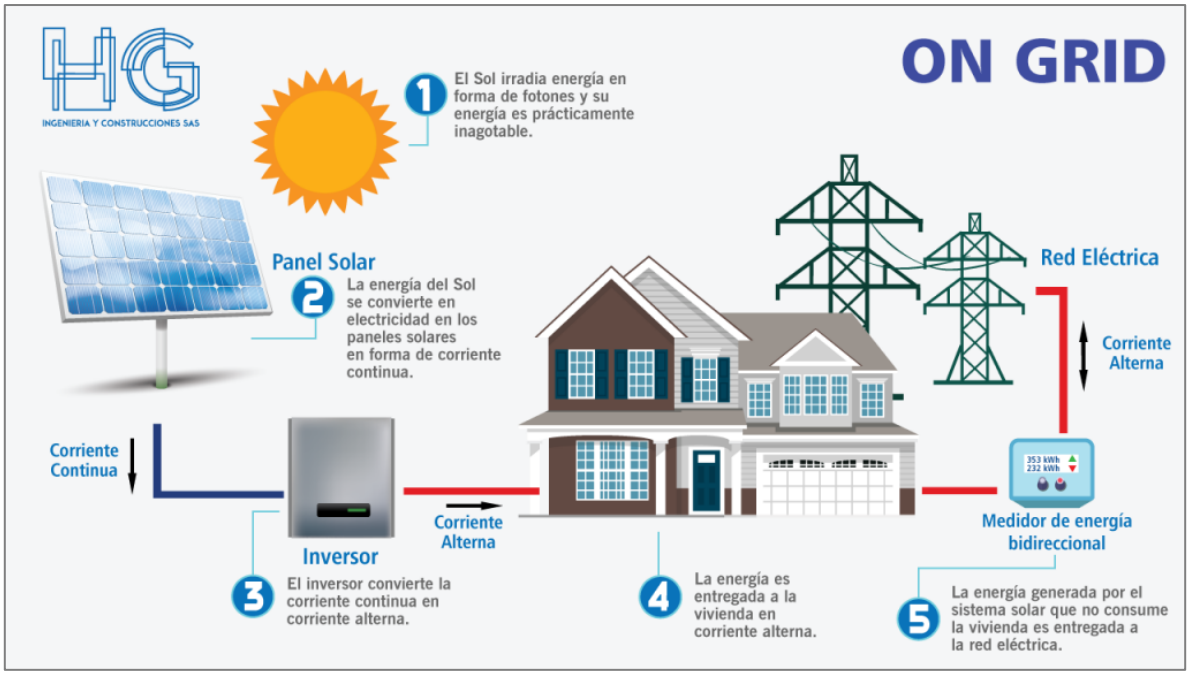
Sus aplicaciones pueden ser residenciales, entornos agrícolas y lugares en los que no se tiene acceso al suministro energético convencional.

Sistemas On Grid

En la Figura 10 se observa el diagrama general de un sistema fotovoltaico On Grid, sus componentes y funciones. La principal característica de estos sistemas es que se encuentran conectados a la red eléctrica convencional, eliminando el uso de baterías, lo que, a su vez, permite reducir sus costos de implementación.

Figura 10. *Sistema Fotovoltaico On Grid*

Fuente: (HG Ingeniería, 2018)



Sus aplicaciones son ideales para zonas urbanas que consumen energía durante el día, generalmente de alto consumo, haciendo uso de la red convencional solamente en horas de la noche.

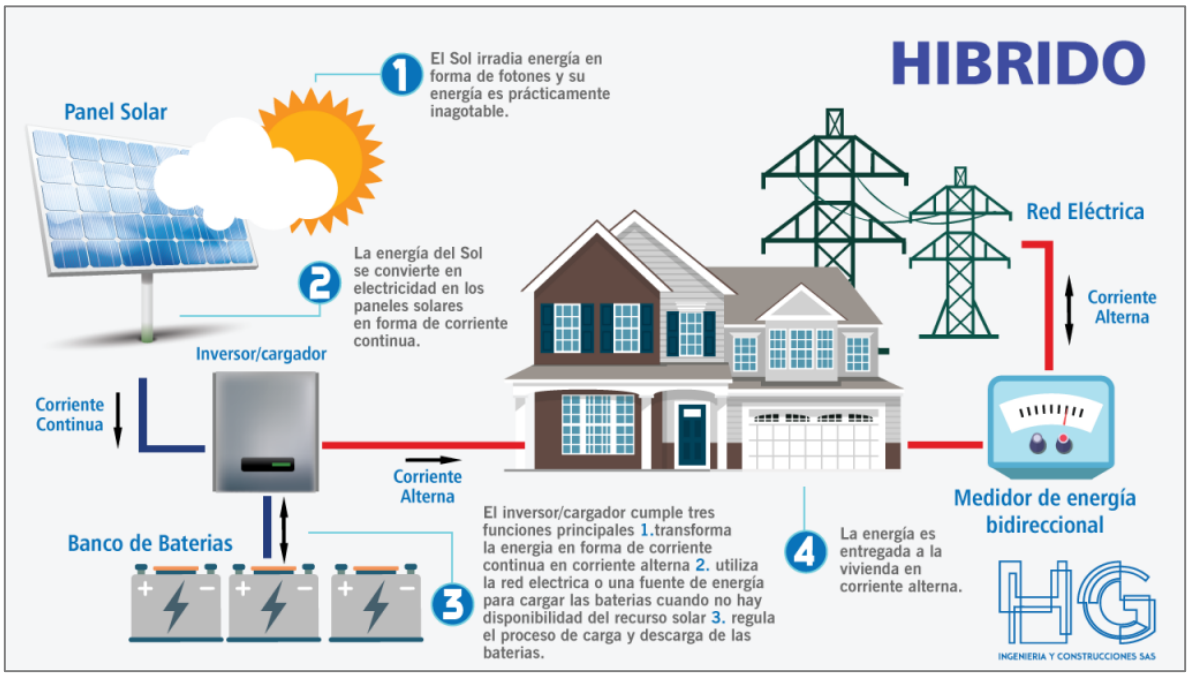
Es importante resaltar que, en este sistema, la energía que es generada por el sistema fotovoltaico y que no es consumida por la carga final, se entrega a la red eléctrica convencional.

Sistemas híbridos.

Como su nombre lo indica, estos sistemas se generan a partir del uso de las principales características de los sistemas Off Grid y On Grid, como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. *Sistema Híbrido de Generación Eléctrica*

Fuente: (HG Ingeniería, 2018)



Su funcionamiento es el mismo que el de los sistemas On Grid, la diferencia es que este hace uso de las baterías para almacenar una parte de la energía generada por el sistema (como en el sistema Off Grid) y la energía que no es consumida o almacenada en las baterías, es entregada a la red eléctrica convencional.

De acuerdo con los sistemas descritos anteriormente, a continuación, se describen más a fondo cada uno de sus componentes principales:

1) **Panel Solar:** Es el elemento principal de la instalación, está compuesto por un conjunto de células solares que le permite convertir la energía solar en energía eléctrica (corriente continua). Se puede unir con otros paneles, para proporcionar la potencia necesaria o requerida.

   En la Figura 12, Se pueden observar las partes que componen un panel solar, las cuales también se describen posteriormente (García, 2019):

Figura 12. *Partes de un panel solar fotovoltaico*

Fuente: (García, 2019)



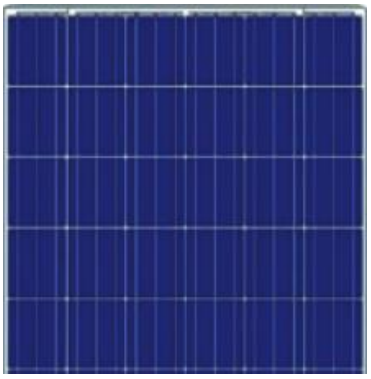
- ***Marco de metal:*** Suele fabricarse de aluminio. Asegura rigidez mecánica y hermeticidad al conjunto y cuenta con un sistema que permite su acoplamiento a otros paneles y a la estructura de soporte.

- ***Cubierta exterior (Cristal):*** Tiene como función proteger a la parte expuesta a la radiación de la acción de elementos externos. Se utiliza vidrio templado con alto contenido en hierro, que facilita la transmisión de la luz y tiene gran capacidad de resistencia a las condiciones climatológicas más adversas y a los impactos, pudiendo soportar también sin problemas cambios bruscos de temperatura.

- ***Celdas Solares:*** En función del tipo de célula utilizada en su construcción, se distinguen principalmente entre tres tipos de paneles solares fotovoltaicos los cuales se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. *Tipos de Paneles Solares*

Fuente: Elaboración propia, con base en (García, 2019)

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Silicio monocristalino	Fueron los primeros en fabricarse a principios de los años cincuenta del siglo XX. Sus células están compuestas de silicio puro que se somete a múltiples fases de cristalización hasta obtener un solo tipo de cristal. Posteriormente, se someten al proceso de dopado con boro y fósforo y adquieren una forma cilíndrica una vez solidificados. Finalmente, se les da forma cuadrada y se recortan o redondean sus esquinas.	
Silicio policristalino	Empezaron a utilizarse en la década de los años ochenta del siglo pasado. Se fabrican mediante células de silicio puro sometido a menos fases de cristalización que las monocristalinas, por lo que resultan con múltiples tipos de cristales. También se someten al proceso de dopado, como en el caso anterior, y solidifican en un molde perfectamente cuadrado, por lo que, al cortarse	

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
	para obtener las células, estas presentan dicha forma.	
Silicio amorfo o de capa fina	Son los más modernos y se fabrican con silicio sin cristalizar, depositando en forma de vapor una película de dicho elemento Encima de una superficie de metal, plástico u otro material. A causa de su menor densidad de potencia, requieren como mínimo el doble de espacio que el resto de las placas solares para conseguir los mismos vatios.	

- ***Encapsulado:*** Protege las células solares y sus contactos. Los materiales que se utilizan proporcionan una excelente transmisión de la radiación solar y mínima degradación frente a los rayos ultravioleta.

- ***Cubierta posterior:*** Destinada a la protección trasera del panel fotovoltaico, en especial contra los agentes atmosféricos, ya que ejerce de barrera contra la humedad. Normalmente son de color blanco, ya que esto favorece el rendimiento del panel debido a que vuelven a reflejar sobre las células la luz que ha pasado entre los espacios pequeños de estas.

- ***Caja de conexiones:*** Incorpora los bornes para la conexión del panel. También incluye diodos de bypass que protegen de posibles daños causados por sombras parciales en la superficie del panel.

2) **Regulador de Carga:** Es el punto de unión entre los paneles solares y la batería. Tiene como función prevenir situaciones de carga y sobre descarga (ya que los paneles solares tienen una tensión nominal mayor que la de la batería) de las baterías para prolongar su vida útil.

   El regulador proporciona como salida la tensión continua para la instalación, fijando el valor de la tensión nominal a la que trabaja la instalación.

3) **Batería:** Dispositivo presente en instalaciones autónomas e híbridas, que permite almacenar la energía que se genera a través de los paneles solares, para que sea usada durante los periodos sin luz solar o sin suficiente luminosidad como los días nublados o lluviosos.

   Las baterías son recargadas desde la electricidad producida por los paneles solares, tienen tres objetivos:

   - Almacenar energía durante un determinado número de días.
   - Proporcionar una potencia instantánea elevada.
   - Fijar la tensión de trabajo de la instalación

   Por otro lado, es importante considerar los siguientes parámetros:

   - ***Capacidad:*** cantidad de electricidad que puede lograrse en una descarga completa del acumulador partiendo de un estado de carga total del mismo. Se mide en amperios hora (Ah), y se calcula como el producto de la intensidad de descarga del acumulador durante el tiempo en el que está actuando:

$$\boldsymbol{C = t * I}$$

- ***Eficiencia de carga:*** relación entre la energía empleada para recargar la batería y la energía realmente almacenada. Interesa que sea un valor lo más alto posible (próximo al 100 %, lo que indicaría que toda la energía utilizada para la recarga es factible de ser empleada en la salida de la instalación). Si la eficiencia es baja, será necesario aumentar el número de paneles solares para obtener los resultados deseados.

- ***Autodescarga****:* proceso mediante el cual el acumulador, sin estar en uso, tiende a descargarse.

- ***Profundidad de descarga:*** cantidad de energía en %, que se obtiene de la batería durante una determinada descarga, partiendo del acumulador totalmente cargado. Está relacionada con la duración o vida útil del acumulador. Si los ciclos de descargas son cortos (en torno al 20%, por ejemplo), la duración del acumulador será mayor que si se somete a descargas profundas (por ejemplo, del 80%).

4) **Inversor:** Convierte la corriente continua del sistema en corriente alterna, a 110V y frecuencia de 60 Hz, igual a la de la red eléctrica convencional, para que los componentes o dispositivos electrónicos puedan funcionar correctamente.

5) **Medidor de Energía Bidireccional:** Como su nombre lo indica, este medidor está en la capacidad de detectar la dirección del flujo de corriente, es decir, la electricidad entrante o saliente.

1.13 MARCO NORMATIVO

En esta sección se abordan las normas, leyes, resoluciones y decretos que rigen en Colombia, relacionados a la implementación de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.

1.13.1 Ley 1715 de 2014

Esta ley tiene como propósito “promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.” (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, 2016).

1.13.2 Decreto 2469 de 2014

Este decreto establece los lineamientos de política energética respecto a la entrega de excedentes de autogeneración.

1.13.3 Decreto 2143 de 2015

Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014.

1.13.4 Resolución UPME 0281 de 2015

Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala.

1.13.5 Resolución CREG 024 de 2015

Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

1.13.6 Decreto 1623 de 2015

Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio

de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas.

1.13.7 Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016

Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones.

1.13.8 Decreto 348 de 2017

Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala.

1.13.9 Decreto 1543 de 2017

Por el cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, Fenoge.

1.13.10 Resolución CREG 030 de 2018

Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional.

1.13.11 Resolución UPME 203 de 2020

Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios en inversiones e investigación, desarrollo o producción de energía a partir de Fuentes no Convencionales de Energía – FNCE.

1.13.12 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE 2013

En él se establecen los requisitos que se deben tener en cuenta para la protección contra los riesgos de origen eléctrico, garantizando la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente,

1.13.13 Código Eléctrico Colombiano – NTC2050

Su objetivo es proteger la vida de las personas ante un eventual riesgo que puedan sufrir por la manipulación de la electricidad.

2. ANÁLISIS DEL MERCADO

En este capítulo se realiza el análisis del mercado relacionado con la formulación del proyecto, esto mediante la identificación de la oferta y la demanda en el mercado establecido como objetivo. Así mismo, se determinan los mecanismos necesarios para evaluar la satisfacción del usuario final. También se lleva a cabo la caracterización del producto y de la competencia en cuanto a sus políticas, precios y las alternativas propuestas al problema planteado en el capítulo anterior.

Con el fin de obtener la información proveniente de fuentes primarias, se realizó una encuesta a una muestra de la población objetivo, analizando los resultados obtenidos en cada pregunta de acuerdo con los factores del mercado que se pretendían evaluar.

2.1 OFERTA Y DEMANDA

Actualmente, en el municipio de Madrid, Cundinamarca, y, por ende, en el Conjunto residencial Natura, el proveedor del servicio de energía eléctrico es la multinacional ENEL S.A, lo que la convierte en la principal oferente de suministro energético en el municipio.

En el sector de paneles fotovoltaicos, se seleccionaron 2 empresas como oferentes de soluciones basadas en este tipo de energía renovable. Dichas empresas son “Solartex Colombia S.A.S.”, quienes se denominan la tienda número 1 en Colombia de suministro de productos relacionados con la energía solar y ofrecen soluciones en este ámbito. Por otra parte, se encuentra “Emergente Energía Sostenible”, quienes como Solartex, ofrecen servicios de diseño e instalación de proyectos de energía solar entre otras tecnologías basadas en recursos renovables.

Solartex de Colombia S.A.S se encuentra ubicada en 4 ciudades principales de Colombia como lo son Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. Realizan la venta de productos al menudeo, así como proyectos solares a nivel residencial, industria y comercio e incluso al sector gubernamental. Ofrecen el servicio de cálculo fotovoltaico personalizado con el fin de dimensionar el sistema requerido para el consumo proyectado o realizan la venta de kits

prediseñados, donde en cada uno de ellos desglosan los componentes del sistema, índices de generación eléctrica diaria, mensual y anual y un valor proyectado de ahorro en efectivo en cada uno de estos periodos. Incluso realizan un listado de los electrodomésticos y equipos más comunes de uso y el tiempo que podrían ser usados de acuerdo con el kit seleccionado.

Por su parte, "Emergente Energía Sostenible" se encuentra ubicada en Medellín, y también brinda sus servicios a los principales sectores como lo hace Solartex de Colombia S.A.S. Permiten hacer una cotización en línea del sistema requerido, permitiendo agregar manualmente los equipos que se deseen usar, su consumo y el uso de los mismos en horas por día, obteniendo la potencia total requerida. En la cotización que brindan de acuerdo con el sistema solicitado, aparte de los principales aspectos técnicos y económicos, ofrecen valores como la TIR, el periodo de retorno, emisiones reducidas de CO_2 y sus equivalencias con el uso de vehículos y la siembra de árboles.

De acuerdo con los servicios de energía solar ofrecidos por los dos exponentes anteriormente abordados, se pretende evaluar la viabilidad para la implementación de un sistema solar fotovoltaico con el fin de ofertar la solución más acorde a las necesidades de los habitantes del conjunto residencial Natura. Para ello, se tendrá en cuenta la potencia eléctrica promedio demandada por las zonas comunes del conjunto residencial, a partir de la consulta del promedio del consumo de los últimos meses en el recibo de energía facturado por el proveedor actual (ENEL). Una vez obtenida esta información, se evaluarán los aspectos técnicos y económicos en distintos escenarios a ofertar, los cuales estarán regidos por el tipo de sistema a implementar y el nivel de potencia eléctrica que estos podrían generar.

2.2 MERCADO OBJETIVO

El mercado objetivo se enfoca en los copropietarios y/o habitantes del conjunto residencial Natura en Madrid, Cundinamarca, ubicado exactamente en la vía principal Facatativá – Madrid, en la calle 1 # 24-70. El conjunto está conformado por 1.528 unidades residenciales distribuidas en 30 torres de 12 pisos y 2 de 11 pisos.

2.3 MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN

Como recurso para identificar la satisfacción del cliente, se comparte finalizando la presentación de la propuesta, una encuesta a través de la herramienta “Formularios” de Google, para conocer la percepción del cliente frente a la propuesta presentada de implementación del sistema de apoyo de alimentación eléctrica renovable basado en paneles fotovoltaicos para el suministro de energía en las zonas comunes del conjunto residencial natura, en Madrid – Cundinamarca.

Para la encuesta, no se solicitan datos personales ni se requiere recopilar la dirección del correo electrónico, por lo tanto, se garantiza que las respuestas son anónimas, lo cual permite que el cliente responda y se exprese con mayor tranquilidad, proporcionando así, información importante para el proceso de mejora continua del producto y/o servicio.

Para conocer el detalle de la encuesta de satisfacción ver ANEXO 2. FORMATO - ENCUESTA DE SATISFACCIÓN.

2.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

De acuerdo con los tipos de sistemas eléctricos fotovoltaicos y sus componentes mencionados en el

MARCO CONCEPTUAL, los sistemas seleccionados para ser ofertados en la propuesta son:

- El sistema On Grid, es decir, un sistema de generación eléctrica fotovoltaica interconectado a la. La principal característica de este tipo de sistemas es que no cuentan con baterías para el almacenamiento de energía, por lo que la red del proveedor actual (ENEL) será la encargada de suministrar energía cuando no se disponga de la radiación solar o esta sea insuficiente para cubrir la demanda. En el caso de que la energía generada por el sistema fotovoltaico sea mayor a la requerida, esta será inyectada a la red convencional, lo que se cataloga como una

venta de dicha energía y podría verse reflejada en la disminución de los costos de la factura con el proveedor actual.

- El sistema híbrido, el cual posee las mismas características y componentes que el sistema On Grid, pero con la diferencia que el sistema híbrido si posee baterías para almacenar energía que podría ser usada en las horas donde ya no se cuente con radiación solar.

De acuerdo con estos tipos de sistemas seleccionados para ser estudiados y ofertados en distintos escenarios, sus componentes serán los siguientes:

1) **Paneles solares:** Es el componente más importante de todo el sistema, pues es el encargado de capturar la radiación solar y convertirla en energía eléctrica. La elección del tipo de paneles ha sido los monocristalinos, por encima de los policristalinos, esto debido a que los primeros cuentan con una mayor eficiencia y rendimiento, necesitando una menor área para generar mayor nivel de potencia eléctrica.
2) **Soporte de aluminio para los paneles:** El lugar contemplado para la instalación de los paneles es la cubierta de las torres del conjunto, un lugar que no cuenta con sombra por otras construcciones y no se encuentra al alcance de la manipulación de personal no autorizado o no calificado. Para la realización de dicho montaje, deberán disponerse unos soportes de aluminio, los cuales se fijarán al techo y posteriormente se fijarán los paneles a esta estructura.
3) **Inversor:** Este deberá contar con las características eléctricas necesarias para convertir la corriente continua entregada por los paneles solares, en corriente alterna, como la suministrada por el proveedor actual del servicio eléctrico (ENEL). Para el sistema hibrido, el cual contempla el uso de baterías, también funciona como regulador de carga de las mismas
4) **Baterías:** Estas hacen parte del escenario que contempla el sistema híbrido. Se contempla el uso de baterías de litio de ciclo profundo, debido a su extensa vida útil gracias a su gran número de ciclos de carga.
5) **Medidor de Energía bidireccional:** Como ya se mencionó, este será el encargado de contabilizar la energía que es tomada de la red, y si la generación a partir del

sistema fotovoltaico supera la demanda requerida, contabilizar la energía que es inyectada a la red.

6) **Protecciones eléctricas:** Para que el sistema sea seguro eléctricamente, debe cumplir con estándares tanto nacionales como internacionales, es por ello que se emplearán protecciones eléctricas como fusibles, ubicados entre los paneles y el breaker DC; el breaker DC, ubicado entre los paneles solares y el inversor; y, por último, el protector contra sobretensiones, conectado en paralelo entre el breaker DC y el inversor.
7) **Cableado y conexiones:** Al ser una instalación eléctrica, todo el sistema deberá ser cableado bajo la norma nacional RETIE. El cableado garantiza la distribución de la energía desde los paneles solares hasta la energización de los equipos finales.

2.4.1 Ciclo de Vida del Producto

De acuerdo con la información consultada en el MARCO REFERENCIAL en cuanto a los diagnósticos Local, Nacional e Internacional, se plasmó el ciclo de vida del producto en la Figura 13.

Figura 13. *Ciclo de vida del producto*

Fuente: Elaboración propia, a partir del análisis de información secundaria



Como se puede observar en el ciclo de vida de los paneles solares, a nivel mundial se encuentra en etapa de crecimiento, debido a su masiva acogida en gran cantidad de países que han apostado por su implementación, de cara a suplir los combustibles fósiles y reducir la contaminación ambiental, lo que los ha llevado a tener una capacidad instalada de grandes proporciones.

A nivel nacional, en el último lustro, el país ha percibido un fuerte crecimiento con respecto a años anteriores en cuanto a la implementación de esta tecnología, esto se debe, en mayor medida, a la implementación de granjas solares de grandes extensiones en distintas regiones del país. Aun así, respecto al entorno internacional, el país aún se encuentra en etapa de lanzamiento, acercándose a la etapa de crecimiento a medida que se incentiva más el uso de esta tecnología.

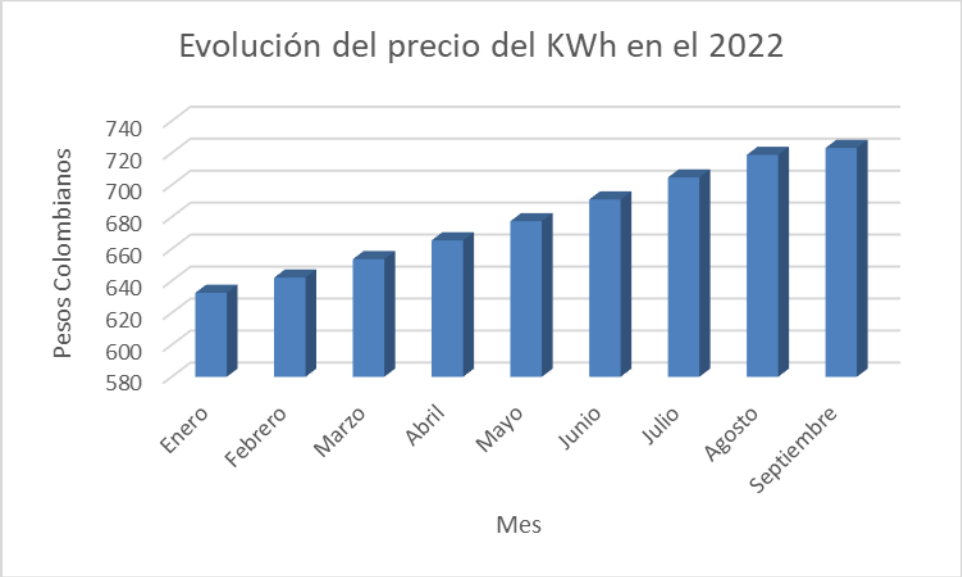
En cuanto a nivel regional, el municipio de Madrid, en Cundinamarca, pretende convertirse en un referente regional en la implementación de la tecnología de paneles solares, y en los últimos 2 años ha orientado algunos esfuerzos en el cumplimiento de este objetivo, realizando algunos proyectos públicos mediante la implementación de paneles solares y ampliando la información al alcance de la ciudadanía en este tipo de tecnología.

2.5 CARACTERIZACIÓN DE LA COMPETENCIA, POLÍTICAS Y PRECIOS

ENEL S.A, al ser la oferente del servicio público de energía en el conjunto residencial Natura, es tomada como una competencia, ya que la proyección sería tomar una parte de su participación en el mercado objetivo. A lo largo del 2022, debido a la crisis económica mundial y a los altos índices inflacionarios que atraviesa el país, el costo del KWh ofertado por esta multinacional para el estrato 4 ha aumentado alrededor del 15% en los meses comprendidos entre enero y septiembre del 2022, como lo muestra la Figura 14.

Figura 14. *Evolución del precio del KWh ofertado por ENEL S.A en el 2022 para el estrato 4*

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por (ENEL S.A, 2022)



En cuanto a Solartex de Colombia S.A.S y Emergente Energía Sostenible, se buscaron cotizaciones con características similares para poder realizar una comparativa más directa entre ellas dos, para ello, se seleccionó una cotización considerada estándar de 4 a 5 paneles solares y sus respectivos componentes asociados. En el caso de Solartex, fueron obtenidas 2 cotizaciones, una para un sistema Off Grid y otra para un sistema On Grid.

Para el sistema Off Grid, con una capacidad de generación diaria aproximada de 6480 vatios, compuesto por 4 paneles solares monocristalinos de 405 vatios, 4 baterías de 12 voltios a 150 amperios, un inversor, las protecciones eléctricas y los kits de cableado necesarios para las conexiones necesarias, todo por un valor de $11.387.393 COP.

Para el sistema On Grid, con una capacidad de generación diaria aproximada de 6500 vatios, compuesto por 5 paneles solares monocristalinos de 325 vatios, un inversor, un medidor bidireccional las protecciones eléctricas y los kits de cableado necesarios para las conexiones necesarias, todo por un valor de $5.500.439 COP.

Para la cotización de Emergente Energía Sostenible, la cual es un sistema Off Grid, con una capacidad de generación diaria aproximada de 4960 vatios, compuesta por 4 paneles solares monocristalinos de 310 vatios, 4 baterías de 12 voltios a 100 amperios, un inversor,

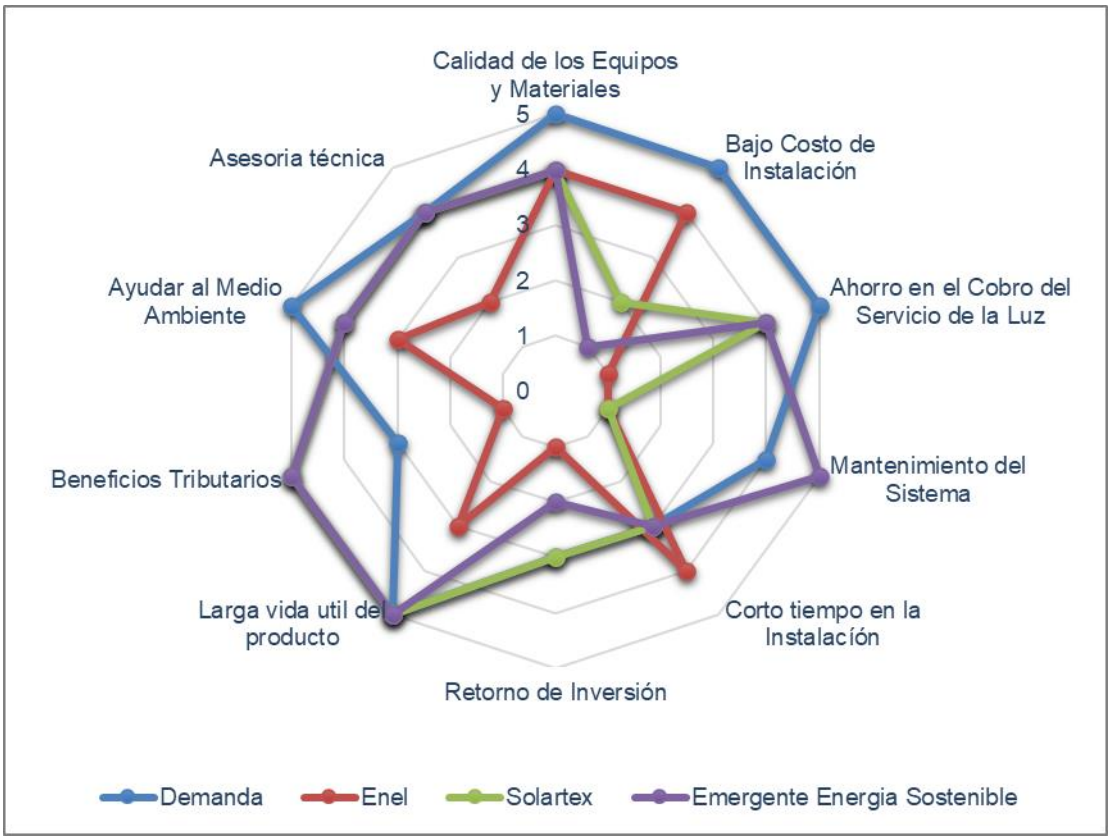
las protecciones eléctricas y los kits de cableado necesarios para las conexiones requeridas, todo por un valor de $17.432.000 COP.

Vale la pena resaltar que los precios de los sistemas brindados anteriormente no incluyen servicios de transporte e instalación.

A partir de estos datos recopilados, junto con las encuestas realizadas a una muestra de la población objetivo, se pudo determinar los factores más importantes para el cliente, los cuales son utilizados para la elaboración del diagrama radar de la Figura 15, en el cual se busca establecer el grado de cumplimiento de esas demandas por el grupo de proveedores mencionados anteriormente, los cuales serían la competencia directa de la solución propuesta, en busca de satisfacer dichas necesidades.

Figura 15. *Diagrama Radar*

Fuente: Elaboración propia



2.6 TÉCNICAS Y FORMAS DE ANÁLISIS

Dentro del análisis de mercado, se define como instrumento de levantamiento de información primaria una encuesta, la cual se aplica mediante un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, con enfoque en una población finita de tipo cuantitativa, la cual corresponde a los 1.528 apartamentos del conjunto residencial Natura, representados cada uno por una persona mayor de edad, del núcleo familiar.

Para la construcción de la encuesta se definen preguntas enfocadas en diferentes factores del mercado (producto, demanda, oferta, precios, canales de distribución y estrategias de mercado), los cuales permiten identificar la tendencia del producto, la necesidad de las personas en relación con la propuesta, su perspectiva en cuanto a la implementación, el nivel de aceptación que esperan del producto y cuánto estarían dispuestos a invertir, entre otros.

Para cada una de las preguntas, se definieron las posibles opciones de respuesta, su propósito, la interpretación que se podía obtener de cada una y la posible correlación con otras preguntas.

Una vez aplicada la encuesta, se validó que el número de respuestas fuera acorde con el tamaño de la muestra definido y que la información recopilada fuera coherente y completa. Posteriormente, se procedió a exportar la información en formato Excel, para una mayor comprensión de los datos, así mismo, se tomó evidencia de los resultados proporcionados por la herramienta utilizada, en cuanto a las gráficas de pastel y graficas de barras, estas últimas para las preguntas con opciones de respuesta múltiple.

También se realizó el análisis de cada pregunta a partir de las respuestas obtenidas, aplicando diferentes filtros y correlación con distintas preguntas, de acuerdo con lo definido en la construcción de la encuesta.

Por último, se utilizó el método cuantitativo de regresión lineal simple, a través de series de tiempo, para calcular el pronóstico de la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en el país, el error estándar y el coeficiente de correlación.

2.7 MUESTRA

Para el cálculo del tamaño de la muestra, se determinan a continuación las variables que intervienen:

- Tamaño de la población: es el número de personas que hacen parte de la población objeto de estudio; en otras palabras, responde la pregunta ¿Cuántas personas en total conforman el segmento que se desea estudiar?

- Margen de error: es la cantidad de error de muestreo aleatorio que resulta de la investigación. Este valor lo define el investigador y se expresa en porcentaje como por ejemplo ±5%.

- Nivel de confianza: es el grado de certeza o probabilidad, expresado en porcentaje con el que se estima un parámetro a través de una estadística muestral. Es definido por el investigador y los intervalos más utilizados son 90%, 95% y 99%.

A continuación, se establece el cálculo de la muestra para una población finita, la cual está definida por la Ecuación 1:

Ecuación 1. *Formula – Tamaño de Muestra Finita*

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

En donde:

- $n = Tamaño\ de\ muestra\ extraido\ de\ la\ población$
- $N = Tamaño\ de\ la\ Población\ o\ Universo$
- $Z = Parámetro\ estadístico\ que\ depende\ del\ Nivel\ de\ Confianza\ (NC)$
- $e = Error\ de\ estimación\ máximo\ aceptado$
- $p = probabilidad\ de\ que\ ocurra\ el\ evento\ estudiado\ (éxito)$
- $q = (1-p) = Probabilidad\ de\ que\ no\ ocurra\ el\ evento\ estudiado$

En este caso no se conocen los datos para p y q, por lo tanto, se asignan el mismo peso de ocurrencia y de no ocurrencia, siendo p = 50% y q = 50%.

Después, se convierte el nivel de confianza en el valor de puntuación Z, tomando como nivel de confianza el 90% = Puntuación Z de 1.645. Así mismo, se define un margen de error del 8%.

A continuación, en la Ecuación *2*, se remplazan los datos conocidos con base en el estudio de mercado.

Ecuación 2*. Cálculo – Tamaño de Muestra Finita*

$$n = \frac{1.528 * (1.645)^2 * 50\% * 50\%}{(8\%)^2 * (1.528 - 1) + (1.645)^2 * 50\% * 50\%}$$

$$n = \frac{1033{,}7015}{10{,}4493}$$

$$n = 98{,}93 \approx 99\ personas$$

De acuerdo con el resultado del cálculo, se define a continuación en la Tabla 4, la ficha técnica de la encuesta.

Tabla 4. *Ficha técnica de la encuesta.*

Fuente: Elaboración propia.

Nombre de la Encuesta	Estudio Socioeconómico y de Mercado
Objetivo del Estudio	Definir aspectos importantes para presentar una propuesta para la implementación de un Sistema de apoyo de alimentación eléctrica renovable basado en paneles solares, para el suministro de energía eléctrica en las zonas comunes del conjunto residencial Natura.
Encuestadores	Karem Lizeth Galindo Leal y Camilo Andrés López Cogua
Fuente de Financiación	Formuladores del Proyecto

Universo / Población Objetivo	1.528 hombres y/o mujeres mayores de 18 años, copropietarios y/o residentes del conjunto residencial Natura en Madrid, Cundinamarca.
Tipo de Muestra	Aleatorio Simple
Nivel de Confianza	90%
Margen de Error ±	± 8%
Tamaño de la Muestra	99 personas
N° de preguntas formuladas	26 preguntas
Tipo de Preguntas aplicadas	• Abierta: 5 • Cerrada: 11 • Escala: 9 • Selección múltiple: 1
Técnica de Recolección de Datos	Presencial en el Conjunto residencial y Virtual a través del Formulario de Google.
Fecha de Realización	01 al 07 de octubre de 2022

2.8 ENCUESTA

La encuesta se realiza de manera digital a través de la herramienta “Formularios” de Google, y es dirigida a la población objetivo del conjunto residencial Natura en Madrid, Cundinamarca.

A continuación, se describen los factores del mercado que se tuvieron en cuenta al momento de formular las preguntas de la encuesta:

- **Producto/Servicio:** Con este factor, se busca identificar el conocimiento previo básico que tienen los encuestados acerca de algunas definiciones de contexto, el producto en si (sistema de energía eléctrica fotovoltaica) y su funcionalidad.

- **Demanda:** En relación con este factor, se pretende determinar la edad de la población objetivo que desea adquirir el producto, cuáles son las características relevantes que se consideran en el momento de requerir el sistema de implementación y cual creen que es el mayor obstáculo.

- **Oferta:** Este factor permite identificar la perspectiva que tienen los encuestados en relación con el servicio actual de energía en el conjunto residencial, si conocen proyectos similares de generación de energía eléctrica basada en paneles solares a nivel nacional y local y si conocen de proveedores que ofrecen insumos para la implementación del sistema.

- **Demanda potencial:** Este factor, permite identificar si existe algún tipo de interés en la implementación de un sistema de energía basado en fuentes renovables y si los proyectos actualmente a nivel nacional son conocidos entre la población objetivo.

- **Precios:** Este factor, permite identificar si la persona está dispuesta a pagar por la implementación del sistema y su mantenimiento, qué valor estaría dispuesto a pagar en cada uno y si puede realizar el pago de contado.

- **Canales de Distribución:** Este factor, permite identificar qué fuentes de información suelen consultar las personas objeto del estudio y que canales de son los preferidos para establecer cualquier tipo de comunicación.

- **Estrategias de Mercado:** Permiten identificar estrategias con base en el gusto o preferencia del entrevistado para definir estrategias de ventas que tengan un valor agregado sobre los demás oferentes.

Para conocer el detalle de las preguntas y el formato de la encuesta de análisis de mercado, ver ANEXO 3. FORMATO – ENCUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO

2.9 CONSTRUCCIÓN DE LA ENCUESTA

Para la construcción de la encuesta, se realiza la operacionalización de variables con base en los 7 factores del mercado descritos previamente, el propósito de cada pregunta, su interpretación y la correlación con otras preguntas, como se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. *Operacionalización de Factores y Variables.*

Fuente: Elaboración propia

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
1	Demanda	¿En qué rango de edad se encuentra usted?	• Entre 18 y 20 años • Entre 21 y 30 años • Entre 31 y 40 años • Entre 41 y 50 años • Entre 51 y 60 años • Mayor de 61 años	Identificar la edad de los encuestados que podrían estar interesados en la implementación	Permite establecer el rango de edad de la población objetivo con el fin de enfocar la propuesta y conocer sus posturas y necesidades de acuerdo con los grupos de edad identificados	Preguntas 2, 3, 4, 12, 13, 21
2	Producto	¿Conoce el Término: ¿Energía Renovable?	• Si • No	Identificar si las personas conocen el contexto de la problemática	Determinar si es requerido realizar una contextualización acerca de la problemática y sus principales conceptos para el desarrollo apropiado de la encuesta y la posterior presentación de la propuesta de acuerdo	Preguntas 1, 9, 24, 26

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
					con los resultados obtenidos	
3	Producto	¿Sabía usted que puede usar la energía solar como fuente de energía eléctrica?	• Si • No	Identificar si las personas conocen el contexto de la problemática	Determinar si es requerido realizar una contextualización acerca de la problemática y sus principales conceptos para el desarrollo apropiado de la encuesta y la posterior presentación de la propuesta de acuerdo con los resultados obtenidos	Preguntas 1, 23, 24, 26
4	Producto	¿Sabía usted que un panel solar tiene la función de captar los rayos solares para generar energía eléctrica?	• Si • No	Identificar si las personas conocen el funcionamiento del recurso principal (Paneles Solares)	Determinar si es requerido realizar una contextualización acerca de la problemática y sus principales conceptos para el desarrollo apropiado de la encuesta y la posterior presentación de la propuesta de acuerdo con los resultados obtenidos	Pregunta 1
5	Oferta	¿Considera usted que el cobro del servicio público de energía en el conjunto residencial es costoso?	• Si • No	Conocer el punto de vista de las personas sobre el costo del servicio utilizado actualmente	Permite identificar si el costo del servicio actual es una necesidad y/o un factor importante que debe ser abordado en la propuesta	Preguntas 6, 7, 11

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
6	Oferta	¿Cómo considera usted que es la calidad en la prestación del servicio de energía eléctrica en el conjunto residencial?	• Muy Buena • Buena • Regular • Mala • Muy Mala	Conocer el punto de vista de las personas sobre la calidad del servicio utilizado actualmente	Permite identificar si la calidad del servicio actual es una necesidad y/o un factor importante que debe ser abordado en la propuesta	Preguntas 5, 7, 19
7	Oferta	¿Cuántos cortes de energía eléctrica se han presentado en los últimos 3 meses en el conjunto residencial?	• Ninguno • Entre 1 y 2 • Entre 3 y 4 • Más de 5	Conocer la cantidad de fallas eléctricas en el último trimestre	Permite identificar si la continuidad del servicio actual es una necesidad y/o un factor importante que debe ser abordado en la propuesta	Preguntas 5, 6, 19
8	Demanda	¿Considera usted que sería útil el uso de energías renovables en el conjunto residencial?	• Si • No	Identificar si las personas consideran útil el uso de energías renovables	Determinar si los habitantes del conjunto residencial perciben el uso de energías renovables como una alternativa al suministro actual	Pregunta 9
9	Demanda Potencial	¿Cuál de las siguientes fuentes de energía renovable considera usted que es más viable implementar de acuerdo con las características del conjunto residencial?	• Energía Hídrica (Generada por el Agua) • Energía Solar (Generada por los rayos solares) • Energía Eólica (Generada por el Viento) • Energía de Biomasa (Generada con materia orgánica) • No sabe	Conocer desde el punto de vista del cliente que tipo de energía es viable implementar, teniendo en cuenta las características del conjunto residencial	Permite determinar el grado de inclinación de las personas hacia una fuente de energía específica que consideran conveniente, y de ser necesario, argumentar la viabilidad de los paneles solares en comparación con las otras alternativas	Peguntas 2, 8

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
10	Demanda	¿Estaría usted a favor de la implementación de un sistema eléctrico basado en paneles solares en el conjunto residencial?	• Si • No	Identificar si es de interés para las partes directamente implicadas	Determinar el grado de favorabilidad que tendría la implementación de esta tecnología en el conjunto, y las razones por las cuales estarían y no estarían a favor los habitantes, con el fin de diseñar estrategias para lograr el máximo nivel de aceptación	Preguntas 9, 11
11	Demanda	¿Cuál sería su mayor motivación para apoyar la decisión de implementar un sistema eléctrico basado en paneles solares en el conjunto residencial?	• Disminución de costos • Ayudar al medio ambiente • Cumplir con las regulaciones normativas • No me interesa implementarlo • Otro, ¿Cuál?	Identificar el mayor motivo de las personas para implementar el sistema	De acuerdo con la motivación de las personas, se puede enfocar el planteamiento de la propuesta para lograr un mayor nivel de aceptación de acuerdo con las necesidades de la comunidad	Preguntas 5, 10, 12, 13
12	Precios	¿Estaría usted dispuesto a pagar una cuota de administración extraordinaria (pagada sólo una vez) para implementar un sistema de energía basado en paneles solares?	• Definitivamente • Probablemente Si • Probablemente No • Definitivamente No	Identificar si las personas directamente implicadas realizarían esta inversión para beneficiarse a futuro	Permite saber si el instrumento de cuota extraordinaria puede ser aplicado como la fuente de financiamiento de la propuesta	Peguntas 1, 11, 13, 14, 21

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
13	Precios	Teniendo en cuenta que la implementación de dicho sistema podría disminuir el costo del consumo de energía en las zonas comunes del conjunto y a su vez el cobro de la administración. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar como cuota extraordinaria?	• Entre $100.000 y $150.000 • Entre $151.000 y $200.000 • Entre $201.000 y $250.000 • Entre $251.000 y $300.000 • No estaría dispuesto a pagar una cuota extraordinaria	Identificar cuánto dinero estarían dispuestos a pagar para la implementación	De acuerdo con los resultados obtenidos, pueden dimensionarse escenarios de posible implementación en la propuesta	Preguntas 1, 11, 12, 15, 20, 21
14	Precios	**Retorno de Inversión:** Relación entre lo invertido en un proyecto y el beneficio obtenido de dicha inversión. En este caso, la inversión de implementación del sistema fotovoltaico y el beneficio puede ser la posible disminución de los costos asociados con el servicio de energía que se paga en la cuota de administración. ¿En cuál de los siguientes periodos considera usted que sería adecuado que el	• 1 año • 2 años • 5 años • 10 años	Identificar en cuanto tiempo las personas esperan que disminuya el costo del servicio de energía y por lo tanto el de administración	Determinar el periodo de retorno de inversión deseado por las personas respecto al periodo obtenido en el estudio económico-financiero	Preguntas 12, 17

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
		conjunto tuviera un retorno de inversión?				
15	Precios	En el caso de implementar el sistema de energía basado en paneles solares ¿Cuánto está usted dispuesto a pagar por el mantenimiento anualmente?	• Menos de $50.000 • Entre $50.000 y $100.000 • Entre $101.000 y $150.000 • Entre $151.000 y $200.000 • No estaría dispuesto a pagar por el mantenimiento	Identificar cuanto están las personas a pagar por el mantenimiento después de la implementación	Permite identificar el monto que podría ser recaudado para efectuar labores de mantenimiento y si está dentro de lo presupuestado	Preguntas 13, 18
16	Demanda Potencial	¿Conoce usted los megaproyectos que se están implementado en Colombia de granjas Solares o que usen paneles solares?	• Si • No	Identificar si las personas conocen de los proyectos que se encuentran implementado en el país.	Determinar si las personas han tenido conocimiento sobre la implementación de este tipo de sistemas en el país y la difusión que estos han tenido en la comunidad	Preguntas 17, 18, 20
17	Producto	¿Ha escuchado sobre la implementación de algún sistema eléctrico basado en paneles solares en el municipio de Madrid, Cundinamarca?	• Si • No De ser afirmativo, ¿en dónde?	Identificar si este tipo de proyectos son difundidos entre la comunidad	Determinar si las personas han tenido conocimiento directo sobre la implementación de este tipo de sistemas en el municipio y la difusión que estos han tenido en la comunidad	Preguntas 14 16, 20
18	Oferta	¿Conoce algún negocio en el municipio de Madrid, Cundinamarca o sus alrededores que	• Si • No	Identificar si hay proveedores de materiales y/o insumos en el sector	Determinar si existe un referente que el usuario pueda tener en cuenta como	Pregunta 15, 16

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
		venda paneles solares y sus componentes asociados?			alternativa a la propuesta presentada	
19	Oferta	En el caso de recibir una oferta de implementación de un sistema de energía basado en paneles solares ¿Qué aspecto sería el más importante para usted?	• Calidad en los materiales y/o equipos utilizados • Bajos Costos de la instalación • Experiencia del Proveedor • Garantía del Producto • Vida Útil del producto • Tiempo de Implementación • Ahorro en el gasto del servicio de energía • Otro, ¿Cuál?	Conocer cuáles son los aspectos más importantes desde el punto de vista del cliente para la Implementación.	De acuerdo con los resultados obtenidos, la propuesta puede ser orientada al cumplimiento de los aspectos identificados como los más importantes para las personas	Preguntas 6, 7
20	Demanda	¿Cuál considera usted que es el mayor obstáculo que impide la implementación de un sistema de energía basado en paneles solares?	• Falta de financiación • Falta de asesoría técnica • Falta de asesoría legal • Falta de espacio • Falta de Voluntad • Desconocimiento de los beneficios • Otro, ¿Cuál?	Identificar cual obstáculo consideran las personas es el mayor obstáculo para la implementación del sistema	De acuerdo con los obstáculos identificados, se pueden plantear alternativas en la propuesta que permitan superarlos	Preguntas 13, 16, 17
21	Estrategias de Mercado	De no contar con el dinero suficiente para la implementación del Sistema, ¿estaría	• Definitivamente • Probablemente Si • Probablemente No	Identificar si las personas estarían dispuestas a tener un plan de financiamiento	Determinar la disposición de las personas ante una alternativa de	Preguntas 1, 12, 13

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
		dispuesto a acogerse a un plan de pagos (pago a cuotas) a una baja tasa de interés?	• Definitivamente No		financiamiento distinta a la cuota de administración extraordinaria	
22	Demanda	¿Sabía usted que existen beneficios tributarios por implementar un sistema de generación eléctrica basado en energía renovable?	• Si • No	Conocer si las personas saben de los beneficios de la Ley 1715 de 2014	Esto podría ser usado como una herramienta para despertar o aumentar el interés y la aceptación de la propuesta	Pregunta 24, 25
23	Canales de Mercado	¿Cuál fue la primera fuente que le brindo información acerca de la energía solar?	• Correo Electrónico • Correspondencia Física • Llamada telefónica • Redes Sociales • Periódico • Televisión • No me gustaría recibir información • Otro, ¿Cuál?	Identificar cuáles son los canales de información con más difusión del tema	Permite determinar cuál es la fuente más común en donde se brinda información acerca de la energía solar	Pregunta 3
24	Producto	¿Le gustaría recibir información acerca de la implementación de sistemas eléctricos basados en paneles solares y cómo funcionan?	• Si • No	Identificar si las personas están dispuestas a conocer del tema	Medir el interés de las personas, de acuerdo con su nivel de conocimiento preexistente, en ampliar la información acerca de dichos sistemas y, de ser necesario, planear metodologías de difusión de dicha información	Preguntas 2, 3, 25, 26

#	Factor	Pregunta	Respuestas	Propósito	Interpretación	Correlación
25	Canales de Mercado	¿Por cuáles de los siguientes medios le gustaría recibir este tipo de información?	• Correo Electrónico • Radio • Redes Sociales • Periódico • Televisión • Libros / Revistas • Familiar / Conocido • Academia (Colegio / Universidad) • Otro, ¿Cuál?	Identificar a través de que medio las personas les gusta recibir este tipo de información	Permite establecer los canales de comunicación más adecuados con la población objetivo para la distribución de la información	Preguntas 22, 24
26	Estrategias de Mercado	¿Estaría dispuesto a asistir a una charla sobre energía solar, sus aplicaciones y beneficios?	• Definitivamente • Probablemente Si • Probablemente No • Definitivamente No	Identificar si las personas quieren capacitarse sobre el tema	Permite identificar el interés de las personas en caso de que requiera realizar charlas sobre los temas mencionados	Preguntas 2, 3, 24

2.10 RESUMEN DE LA ENCUESTA

Tras la aplicación de la encuesta a la muestra establecida de la población objetivo, se pudieron determinar los siguientes resultados de acuerdo con los distintos factores del mercado evaluados.

2.10.1 Producto

En cuanto al conocimiento del producto, se pudo determinar que el 98% de los encuestados sabe que puede usar la energía solar como fuente de energía eléctrica y el 96% dijo que conocía la función de los paneles solares como los encargados de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Al relacionar esto con el 85,9% de los encuestados que manifestó no conocer el término de Energía Renovable, indica que alrededor del 10 al 12% de los encuestados no sabía que la energía solar es un tipo de energía renovable.

Al ser consultados si habían escuchado acerca de la implementación de algún sistema basado en paneles solares en el municipio de Madrid, Cundinamarca, el 81,8% manifestó que no lo había escuchado, lo que podría apoyar el hecho de que este tipo de tecnología se encuentra en etapa de lanzamiento en la región de acuerdo con el ciclo de vida del producto. Por otra parte, esto también podría indicar que la alcaldía de Madrid no ha difundido lo suficiente sus proyectos implementados en esta área, ya que el 84,8% de los encuestados manifestó que le gustaría recibir información acerca de la implementación de estos sistemas y su funcionamiento.

2.10.2 Demanda

Se pudo determinar que el 87,8% de los encuestados se encuentra en el rango de edad de 21 a 40 años, permitiendo establecer que la gran mayoría de la población objetivo se encuentra en una etapa de adultez catalogada como joven y productiva.

El 99% de los encuestados manifestó que consideraría útil el uso de energías renovables en el conjunto residencial y el 100% de los encuestados manifestó que estaría a favor de la implementación de paneles solares en el conjunto residencial, lo que muestra una gran aceptación hacia el uso de este tipo de tecnología, donde el 55,6% manifestó que su mayor

motivación para apoyar el uso de esta tecnología sería ayudar al medio ambiente y el 44,4% que lo haría por la disminución de costos, lo que significa un pensamiento mayoritario hacia el cuidado del medio ambiente.

Al ser consultados por el que consideraban el mayor obstáculo para que la implementación de este sistema en el conjunto residencial sea una realidad, los resultados principales mostraron que el 33,3% manifestó que sería la falta de financiación, lo que indica que la propuesta debe optar por establecer fuentes claras y realizables de financiamiento; el 26,3% dijo que sería el desconocimiento de los beneficios, por lo que podrían estructurarse planes pedagógicos que muestren los beneficios de este tipo de sistemas; el 20,2% dijo que sería la falta de asesoría técnica, por lo que la propuesta deberá aclarar dudas técnicas y deberá estar soportada en información confiable y entendible a nivel técnico para los usuarios finales. Por último, el 16,2% dijo que la falta de voluntad sería el mayor obstáculo.

2.10.3 Oferta

En cuanto a la oferta existente, el 86,9% de las personas considera que el cobro del servicio público de energía es costoso, lo que sería una oportunidad para la aceptación de la propuesta del sistema si la viabilidad logra establecer que es más económico. Hablando de la calidad en la prestación del servicio, esta es considerada por la mayoría de las personas como regular, con un 46,5%, superando a quienes consideran que el servicio es bueno con un 36,4%, mientras que el 12,1% manifiesta que es mala. El 33,3% dijo que en los últimos 3 meses se habían presentado entre 3 y 4 cortes en el conjunto, el 30,3% dijo que entre 1 y 2 y el 29,3% manifestó que habían sufrido cortes de energía en más de 5 ocasiones en el lapso de tiempo mencionado. En este apartado vale la pena resaltar que, debido a que en la ciudadela aún se encuentran en construcción los conjuntos finales, se presentan intermitencias en el servicio por la inclusión de las nuevas instalaciones necesarias para estos conjuntos.

Cuando se consultó a las personas si conocían algún negocio en el municipio o sus alrededores que vendiera paneles solares y sus asociados, el 85,9% manifestó que no, por lo que la oferta en el municipio no es percibida por los usuarios, y se logró establecer que

los aspectos más importantes para los posibles usuarios en este tipo de sistemas son la calidad en los materiales y o equipos, la garantía del producto y la vida útil del producto.

2.10.4 Demanda Potencial

En este aspecto, el 85,9% de los encuestados consideró que la energía solar era la más apta para ser implementada en el conjunto residencial debido a las características de este, lo que muestra que las personas la consideran como la mejor alternativa entre las energías renovables disponibles. El 55,6% de los encuestados no ha escuchado acerca de los megaproyectos que se están implementando en Colombia de granjas solares, lo que muestra un gran nivel de desconocimiento, probablemente por falta de difusión por parte del gobierno nacional.

2.10.5 Precios

Cuando se consultó a las personas acerca de su disposición para pagar una cuota de administración extraordinaria para financiar la implementación del sistema de energía basado en paneles solares, el 94% mostró su disposición a hacerlo. En cuanto al valor que estarían dispuestos a pagar por dicha cuota extraordinaria, la cual sería pagadera una única vez, el promedio ponderado de acuerdo con las respuestas indica que esta cuota estaría en un rango entre $125.000 COP y 171.000 COP por unidad residencial. Al ser consultados por el valor que estarían dispuestos a pagar anualmente por el mantenimiento de dicho sistema si llegara a implementarse, el promedio ponderado de las respuestas indica que este valor estaría en un rango entre $50.000 COP y $100.000 COP.

2.10.6 Canales de Mercado

Al ser consultados por la primera fuente que les brindó información acerca de la energía solar, el 32,3% de los encuestados manifestó que fueron las redes sociales, el 30,3% dijo que la academia (colegio o universidad), el 18,2% manifestó que fue la televisión y el 11,1% dijo que fue algún familiar o conocido, lo que muestra que las redes sociales podrían ser un medio importante de difusión de información.

Cuando se les preguntó si les gustaría recibir información acerca de la implementación de sistemas de energía eléctrica basados en paneles solares, el 84,8% dijo que sí, de los cuales los medios predilectos para recibir dicha información fueron, el 73,7% vía correo electrónico, redes sociales con un 17,2% y finalmente el 13,1% dijo que no le gustaría recibir información. Esto podría indicar que indica que, a pesar de que las redes sociales son el medio por el cual las personas han recibido mayor información acerca de la energía solar, esto sucede sin que ellos lo soliciten, por eso, al ser consultados por su medio de preferencia, el correo es el dominante como medio de información seleccionado.

2.10.7 Estrategias de Mercado

En este apartado, se mostró gran disposición por parte de los encuestados a asistir a una charla sobre energía solar, sus aplicaciones y beneficios, ya que el 84,9% (36.4% definitivamente sí y 48,5% probablemente sí) mostraron un alto interés en ello.

Finalmente, frente a la alternativa de financiación del costo requerido para la ejecución del proyecto debido a la falta de recursos por parte de los posibles clientes, en este caso los encuestados, se encontró una muy buena aceptación a esta alternativa, ya que el 88,9% (41,4% definitivamente sí y 47,5 % probablemente sí) se mostró con una alta inclinación en acogerse a una baja tasa de interés para financiar el proyecto.

2.10.8 Correlación de Preguntas

De acuerdo con la información obtenida a través de la encuesta, se llevó a cabo la correlación entre las preguntas, obteniendo los siguientes resultados:

- Las personas que manifestaron no conocer el término energía renovable, se encontraban en las edades entre 21 y 40 años (14), contrario a lo que a priori se podría pensar que las personas entre 41 y 60 años serían quienes podrían desconocer el término, puesto que ninguna de ellas manifestó desconocerlo. Este mismo efecto se vio reflejado en el uso de la energía solar como fuente de energía eléctrica, donde sólo 2 personas entre 21 y 40 años desconocían el uso de la radiación solar para tales fines y 4 personas en el mismo rango de edad

desconocían la función del panel solar de capturar dicha radiación y convertirla en energía eléctrica.

- 22 personas entre 21 y 30 años fueron quienes mostraron mayor decisión a la hora de estar dispuestos a pagar una cuota extraordinaria para financiar el proyecto, mientras que solo 6 personas entre los 31 y 40 años se encontraban inclinadas a rechazar esta cuota. En cuanto al valor de dicha cuota, la edad no representa un factor determinante, ya que entre el 60% y 70% de los encuestados en los respectivos rangos de edad planteado, escogió el valor de cuta extraordinario más económico entre las opciones de respuesta.
- A la hora de poder acogerse a un plan de pagos de no contar con el dinero suficiente para la cuota extraordinaria, sólo 11 personas, ubicadas entre los 21 y 40 años manifestaron estar parcialmente inclinadas a no acogerse a dicho plan (8) o rechazarían totalmente la idea (3).
- De las 14 personas que no conocían el término energía renovable, tras una breve contextualización dentro de la encuesta, 11 de ellas consideraron que la mejor opción para el conjunto sería la energía solar. Mientras que de las 85 que manifestaron conocer el término, sólo 11 consideraron opciones distintas a la energía solar como fuente de energía renovable más viable para el conjunto.
- Independientemente del nivel de conocimiento que tuvieran las personas acerca de las energías renovables y del uso de los paneles solares como medio de captación de la radiación solar, Más del 80% de los encuestados estaría total o parcialmente dispuesto a recibir información acerca de este tipo de sistemas, sus beneficios tributarios e incluso asistir a charlas informativas.
- De las personas que manifestaron que el servicio de energía actual era costoso, más del 60% considera que la calidad del mismo es regular, mala o muy mala. Esto puede verse reflejado en que sólo 5 encuestados manifestó que no había sufrido cortes de energía en los últimos 3 meses, donde el 66% de las personas que considera el servicio costoso había tenido 3 o más cortes. Sin embargo, entre quienes consideran que el servicio es costoso, su mayor motivación para decidir apoyar la implementación de un sistema fotovoltaico se encuentra dividida entre la disminución de costos y ayudar al medio ambiente, incluso inclinándose levemente

más hacia ayudar al medio ambiente, contrario a lo que se esperaría que este grupo de encuestados tuviera como mayor motivación disminuir los costos como respuesta dominante.

- Las personas que consideran la calidad de la prestación del servicio actual del proveedor de energía ENEL como regular, mala o muy mala y han sufrido 3 o más cortes de energía en los últimos 3 meses, se inclinan principalmente porque la solución que se oferte del sistema solar fotovoltaico cuente con calidad en sus materiales y equipos, que el producto tenga una buena vida útil y cuente con buena garantía, precisamente los factores que consideran que afectan la calidad del servicio actual.
- El 86% de las personas que manifestaron que considerarían útil el uso de energías renovables en el conjunto residencial, respondieron que la más viable sería la energía solar, con la cual todos los encuestados estarían de acuerdo en implementar en el conjunto, pese a que algunos no la hayan considerado como la más viable
- Pese a que hay 6 personas que se encuentran parcialmente inclinados a no pagar una cuota de administración extraordinaria para financiar el proyecto, estas si estarían motivadas a apoyar la implementación, bien sea por ayudar al medio ambiente o para disminuir sus costos. Esto significa que un pequeño porcentaje del total de copropietarios apoyaría la implementación, pero no estarían dispuestos a financiarlo con su dinero.

  Pero estas 6 personas, al planteárseles la opción de poder pagar dicha cuota extraordinaria no sólo en un pago, sino diferida a varios pagos, 5 de ellas cambiaron su inclinación a estar de acuerdo con esta modalidad de recaudación, por lo que este método puede ser clave para lograr la mayor recaudación posible de cuotas extraordinarias.
- Independientemente de la motivación que tuvieran las personas para apoyar el proyecto, y quienes están dispuestas parcial o totalmente a pagar la cuota de administración extraordinaria, se puede ver como la tendencia de la mayoría fue acogerse al rango más bajo de recaudación propuesto como opción de respuesta, lo que se ve reflejado en el promedio ponderado obtenido de dicha cuota, esto

podría verse reflejado en bajos niveles de aceptación si el valor de esta cuota es mayor a dicho promedio obtenido. Este mismo efecto se vio reflejado en la consulta de la cuota anual de mantenimiento. Precisamente, entre quienes escogieron los valores de cuotas más bajos, predomina la idea de que el mayor obstáculo que tiene la implementación de este tipo de sistemas es la falta de financiación.

- Entre quienes están parcial o totalmente dispuestos a pagar la cuota de administración extraordinaria, el 91% espera que el retorno de su inversión se encuentre entre el primer y segundo año tras la implementación del sistema. Este dato debe manejarse con cuidado al momento de hacer la oferta, ya que es común que el periodo de retorno de inversión de este tipo de sistemas sea en un tiempo mucho mayor, debido precisamente a su extensa vida útil, y al momento de plantear tiempos tan extensos, aumente el número de personas que no estén dispuestas a cancelar la cuota extraordinaria. Esto puede deberse a que el 82% de los encuestados manifestó no haber escuchado acerca de la implementación de algún sistema fotovoltaico en el municipio, y no más del 50% manifestó conocer los megaproyectos solares que se vienen implementando en el país, por lo que no han tenido la oportunidad de familiarizarse con este concepto.
- Una gran parte de quienes manifestaron no conocer acerca de la implementación de sistemas fotovoltaicos en el municipio de Madrid, o los megaproyectos a nivel nacional, consideran que uno de los mayores obstáculos de la implementación de este tipo de sistemas es el desconocimiento de los beneficios que estos brindan.

2.11 CAPACIDAD DEL PROYECTO

Con el objetivo de identificar cual es la capacidad del proyecto, se relaciona en la Tabla 6, la demanda de consumo de energía eléctrica de las zonas comunes del conjunto residencial Natura, en el primer semestre del año 2022.

Tabla 6. *Demanda de Consumo en el 2022 en el conjunto Natura.*

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de facturación del conjunto Natura

Mes	Potencia (kWh)
Enero	16.330
Febrero	17.692
Marzo	18.674
Abril	17.289
Mayo	15.802
Junio	24.511
Julio	19.291
Promedio	**18.876**

Como se puede observar, el promedio mensual de consumo de energía en las zonas comunes en el conjunto residencial Natura es de 18.876 kWh de potencia. De acuerdo con esto, es posible analizar los escenarios enfocados a ofertar la generación de energía eléctrica parcial o total, relacionada con el consumo de energía de las zonas comunes del conjunto residencial.

2.12 PLAN DE VENTAS

En este capítulo se implementó el método de regresión lineal con series de tiempo, para el cual se tomaron los datos históricos de la capacidad instalada en Colombia de energía eléctrica fotovoltaica entre el 2016 y el 2021 (IRENA, 2021b), los cuales se observan en la Tabla 7.

Tabla 7. *Capacidad Instalada en Colombia 2016 – 2021*

Fuente: (IRENA, 2021b)

Año	Capacidad Instalada (MW)
2016	1,52
2017	11,32
2018	13,37

Año	Capacidad Instalada (MW)
2019	25,92
2020	85,51
2021	184,02

Con base en los datos históricos se observa que el comportamiento esta dado por una tendencia de crecimiento, lo cual brinda una visión de que la implementación de estos sistemas aumentará en diferentes sectores económicos, promoviendo el cumplimiento de los objetivos del Plan Energético Nacional "PEN 2020 – 2050: Transformación energética para el desarrollo sostenible" en el país.

A continuación, se describen las ecuaciones necesarias y los cálculos realizados para obtener el pronóstico de la capacidad instalada.

En la Ecuación 3, se define la ecuación de la recta:

Ecuación 3. *Ecuación de la recta*

$$Y = a + b\,X$$

En donde,

- b = Inclinación de la recta
- a = Secante o altura en la que la recta corta al eje y.
- X = variable independiente
- Y = variable dependiente

Con base en la formula anterior, se definen algunos parámetros, en donde, la variable dependiente (y) es la capacidad instalada y la variable independiente (x) es el tiempo (años). Así mismo, se determinan los valores de a y b, según la Ecuación 4 y la Ecuación 5.

Ecuación 4. *Calcular la variable "a"*

$$a = \bar{y} - b\,\bar{x}$$

Siendo, $\bar{y}$ y $\bar{x}$ los promedios de cada variable.

Ecuación 5. *Calcular la variable "b"*

$$b = \frac{\sum xy - n\,\bar{x} * \bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

En donde,

- y = valor del periodo
- n = número de periodos

De acuerdo con la Ecuación 3, la Ecuación 4 y la Ecuación 5, se calculó el pronóstico con regresión lineal para los 6 periodos históricos, como se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8. *Cálculo de Pronostico con regresión lineal*

Fuente: Elaboración Propia

Periodo (y)	Capacidad (y)	xy	x^2	y^2	Pronostico (Y)
1	1,52	1,52	1	2,31	-28,36
2	11,32	22,64	4	128,14	4,43
3	13,38	40,13	9	178,94	37,22
4	25,92	103,69	16	672,00	70,01
5	85,51	427,57	25	7312,47	102,80
6	184,02	1104,13	36	33864,10	135,59

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 8, se calculan los promedios y sumatorias de algunas variables, los cuales serán utilizados más adelante:

$$\bar{x} = 3{,}5$$

$$\bar{y} = 53{,}6$$

$$\sum xy = 1699{,}7$$

$$\sum x^2 = 91{,}0$$

$$\sum y^2 = 91{,}0$$

$$\sum y = 321{,}68$$

Con los valores anteriormente calculados, se procede a hallar el valor de b de acuerdo con la Ecuación 5 y n = 6.

$$b = \frac{1699{,}7 - 6\,(3{,}5)(53{,}6)}{91{,}0 - 6(3{,}5)^2} = 32{,}8$$

Ahora, hallamos el valor de a, remplazando los datos en la Ecuación 4.

$$a = 53{,}6 - (32{,}8)(3{,}5) = -61{,}2$$

Conociendo los valores de a y b, se calculó el pronóstico de capacidad de energía solar fotovoltaica para el periodo 7, remplazando los datos en la Ecuación 3, como se observa a continuación:

$$Y = (32{,}8)(7) - 61{,}2 \; = 168{,}38$$

De esta misma forma, se proceden a calcular los pronósticos para los 4 periodos siguientes (2023-2026), los cuales se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9. *Pronóstico de capacidad instalada 2022 -2026*

Fuente: Elaboración propia

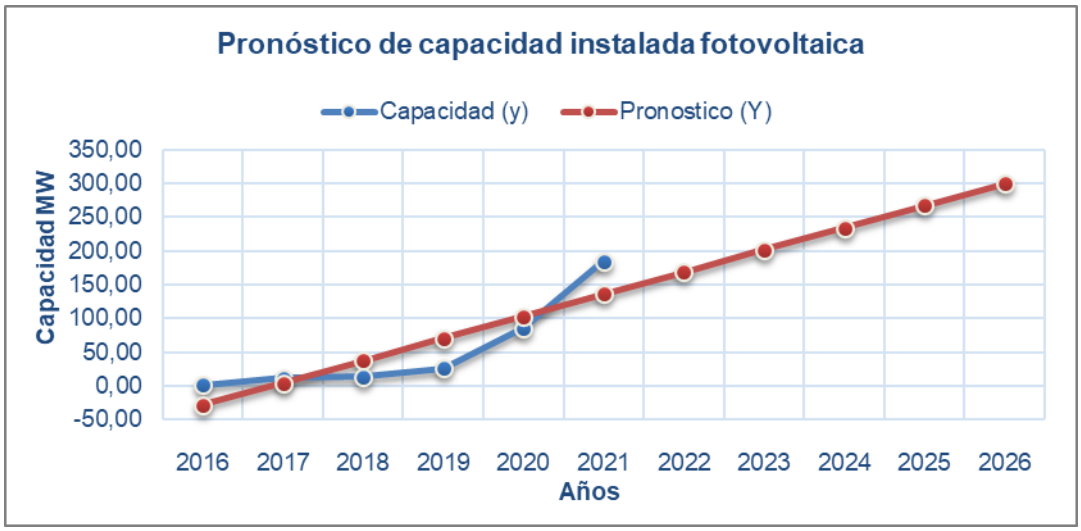
Año	Periodo (x)	Capacidad (y)	Pronostico (Y)
2016	1	1,52	-28,361
2017	2	11,32	4,428
2018	3	13,38	37,218
2019	4	25,92	70,007
2020	5	85,51	102,797
2021	6	184,02	135,586
2022	7	-	168,376
2023	8	-	201,166

Año	Periodo (x)	Capacidad (y)	Pronostico (Y)
2024	9	-	233,955
2025	10	-	266,745
2026	11	-	299,534

Una vez realizados los cálculos, se grafican los datos del pronóstico en la Figura 16, la cual representa el pronóstico de la capacidad instalada en Colombia desde el 2022 al 2026.

Figura 16. *Pronóstico de Capacidad Instalada en Colombia*

Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con los datos calculados, se espera que la capacidad energética fotovoltaica en Colombia para el año 2026 sea de 299,53 MV teniendo en cuenta la tendencia proyectada, sin embargo, puede que la capacidad sea mayor a la esperada, ya que el producto se encuentra en fase de lanzamiento y con el paso del tiempo existe cada vez más tipos de aplicaciones y beneficios para el bienestar de la comunidad.

Por otro lado, se calculó el error estándar definido por la Ecuación 6, lo que permitió conocer qué tan exacto era el método utilizado.

Ecuación 6. *Formula del error estándar*

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}}$$

$$S_{y,x} = 39{,}04$$

El valor de error estándar es de 39,04 por lo tanto es la medida de variación o dispersión de los valores alrededor de la línea de regresión.

Por último, se calcula el coeficiente de correlación entre las variables “X” y “Y”, definido por la Ecuación 7.

Ecuación 7. *Coeficiente de Correlación*

$$r = \frac{n\sum x_i \sum y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}\sqrt{n\sum y_i^2 - \left(\sum y_i\right)^2}}$$

$$r = 0{,}8690$$

Dado que el resultado es de 0,8690 se define una correlación fuerte y positiva. Por lo tanto, es conveniente seguir usando este método de pronóstico para futuros períodos.

3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

La planificación es una etapa fundamental, ya que en este apartado es donde se determina el objetivo principal del proyecto, y las acciones necesarias para lograr su cumplimiento, expresadas en los distintos objetivos específicos.

Soportados en la metodología del marco lógico, se realizó el árbol de objetivos y las distintas acciones a desarrollar para lograr su efectivo cumplimiento. Para los objetivos establecidos, se identificaron sus posibles limitantes, sus riesgos asociados y las acciones necesarias que se llevaron a cabo para mitigar, asumir o eliminar dichos riesgos.

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo general

Plantear una propuesta de viabilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de apoyo eléctrico a partir de energía renovable para las zonas comunes, basado en paneles fotovoltaicos, mediante un estudio operativo y financiero asociado al conjunto residencial Natura en Madrid, Cundinamarca.

3.1.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la demanda de consumo energético de las zonas comunes estableciendo escenarios de oferta potenciales, a partir de la evaluación de las necesidades reales en potencia eléctrica de los copropietarios y la administración del conjunto residencial Natura.

2. Determinar la estructura técnica y operativa de implementación estableciendo los requerimientos y la capacidad del sistema, mediante el diseño de producto y proceso de cada escenario considerado factible para el conjunto residencial Natura.

3. Caracterizar la normativa técnica y ambiental aplicable a la implementación de paneles fotovoltaicos como fuente de energía renovable, determinando su influencia en la realización de la propuesta a través de la revisión del marco legal en Colombia.

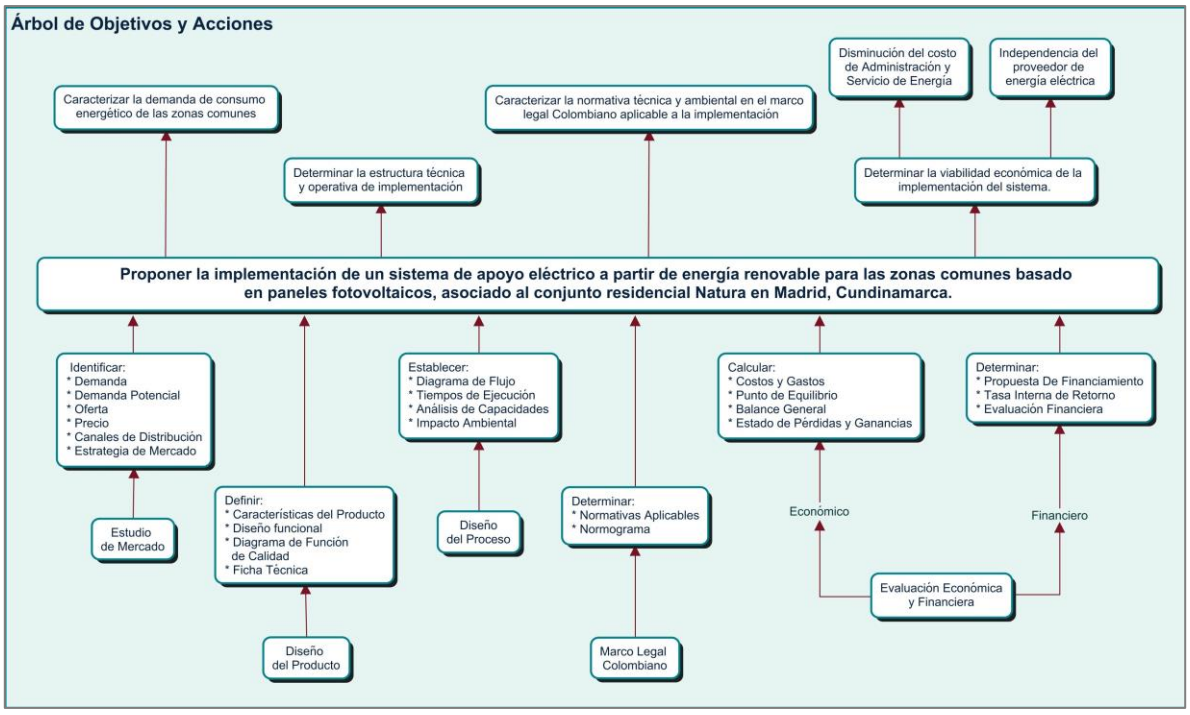
4. Determinar la viabilidad económica de la implementación del sistema, proyectando los ingresos y el flujo de caja por medio de un estudio económico-financiero en los distintos escenarios planteados como factibles en el conjunto residencial Natura.

3.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS

De acuerdo con la metodología del marco lógico, se plantea la estructura analítica del proyecto, la cual se puede observar en la Figura 17, en donde se establece la solución propuesta al problema, los objetivos (parte superior) y las acciones (parte inferior) para dar cumplimiento a cada uno de ellos.

Figura 17. *Árbol de objetivos y acciones.*

Fuente: Elaboración propia, basado en la metodología del marco lógico



3.3 ACCIONES PARA ABORDAR LOS OBJETIVOS

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se definen cinco acciones generales a desarrollar. Cada acción establecida está relacionada con una serie de actividades, las cuales se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. *Acciones para el cumplimiento de los objetivos.*

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVO	ACCIONES
Caracterizar la demanda de consumo energético de las zonas comunes estableciendo escenarios de oferta potenciales, a partir de la evaluación de las necesidades reales en potencia eléctrica de los copropietarios y la administración del conjunto residencial Natura.	Realizar un estudio de mercado, teniendo en cuenta las siguientes actividades: • Caracterización del producto • Creación de la encuesta para identificar: Demanda, Demanda Potencial, Oferta, Precio, Canales de Distribución y Estrategia de Mercado • Plan piloto de recolección de datos (Encuesta de prueba) • Análisis de resultados y ajustes para la encuesta final • Recolección de datos a través de la encuesta final • Análisis de resultados de la encuesta final
Determinar la estructura técnica y operativa de implementación estableciendo los requerimientos y la capacidad del sistema, mediante el diseño de producto y proceso de cada escenario considerado factible para el conjunto residencial Natura.	Diseñar el producto y proceso contemplando las siguientes actividades: Para el producto: • Definición de las características y/o atributos • Diseño del diagrama funcional del producto • Diseño del diagrama de la función de calidad • Elaboración de la ficha técnica

OBJETIVO	ACCIONES
	Para el proceso: • Diseño del diagrama de flujo • Definición de los tiempos de ejecución • Análisis de capacidades • Identificación de aspectos del proyecto sobre el impacto ambiental • Elaboración de la matriz de impacto ambiental
Caracterizar la normativa técnica y ambiental aplicable a la implementación de paneles fotovoltaicos como fuente de energía renovable, determinando su influencia en la realización de la propuesta a través de la revisión del marco legal en Colombia.	Para la caracterización de la normativa técnica y ambiental, se definen las siguientes actividades: • Identificación de la normatividad relacionada • Análisis y selección de la normatividad aplicable • Elaboración del normograma
Determinar la viabilidad económica de la implementación del sistema, proyectando los ingresos y el flujo de caja por medio de un estudio económico-financiero en los distintos escenarios planteados como factibles en el conjunto residencial Natura	Determinar la viabilidad económica de la implementación del sistema a través de las siguientes actividades: A nivel económico: • Identificación de los costos y gastos asociados al proyecto • Determinación del punto de equilibrio • Realizar el balance general • Realizar el estado de pérdidas y ganancias A nivel financiero: • Definición de la propuesta de financiamiento

OBJETIVO	ACCIONES
	• Determinar la tasa interna de retorno • Evaluación financiera del proyecto

Las acciones asociadas con el cumplimiento de los objetivos, también se pueden ver en el **Anexo 1. Diagrama de Gantt – Acciones y Actividades**, las cuales se estima realizar en un periodo de 30 semanas.

3.4 LIMITANTES DE LOS OBJETIVOS

De acuerdo con los objetivos previamente planteados, en la Tabla 11 se muestran los limitantes para cada uno de los objetivos específicos del proyecto.

Tabla 11. *Limitantes de los objetivos*

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	LIMITANTES
Caracterizar la demanda de consumo energético de las zonas comunes estableciendo escenarios de oferta potenciales, a partir de la evaluación de las necesidades reales en potencia eléctrica de los copropietarios y la administración del conjunto residencial Natura.	No hay información disponible del consumo energético de algunas zonas comunes, debido a que su entrada en operación se encuentra pendiente por parte de la constructora.
Determinar la estructura técnica y operativa de implementación estableciendo los requerimientos y la capacidad del sistema, mediante el diseño de producto y proceso	• La generación de energía de los paneles fotovoltaicos es limitada y variable, la cual depende principalmente de las condiciones climáticas y el entorno de instalación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	LIMITANTES
de cada escenario considerado factible para el conjunto residencial Natura.	
Caracterizar la normativa técnica y ambiental aplicable a la implementación de paneles fotovoltaicos como fuente de energía renovable, determinando su influencia en la realización de la propuesta a través de la revisión del marco legal en Colombia.	• Conflictos y/o contradicciones entre normas que puedan ser aplicadas a la propuesta de implementación del proyecto.
Determinar la viabilidad económica de la implementación del sistema, proyectando los ingresos y el flujo de caja por medio de un estudio económico-financiero en los distintos escenarios planteados como factibles en el conjunto residencial Natura.	• No aprobación por parte de la administración de una cuota extraordinaria para la financiación del proyecto. • Valor de la cuota extraordinaria de administración insuficiente para cubrir el alcance planteado del proyecto. • Bajo nivel de recaudación de la cuota extraordinaria de administración para la financiación del proyecto.

3.5 RIESGOS Y CÓMO SE VAN A MITIGAR

Partiendo de los objetivos específicos propuestos para este proyecto, se relacionan una serie de riesgos, los cuales pueden afectar negativamente la implementación del proyecto o el cumplimiento de sus objetivos.

Para llevar a cabo la evaluación de los riesgos identificados, se realizará una clasificación de estos, la cual se obtiene a través de la relación de dos variables: el impacto y la probabilidad, las cuales se definen a continuación.

3.5.1 Probabilidad

Permite clasificar el riesgo a través de un criterio de frecuencia, el cual se expresa en la cantidad de veces que se ha presentado en un tiempo dado. En la Tabla 12, se pueden observar los niveles para estimar la probabilidad de ocurrencia de riesgos asociados al proyecto.

Tabla 12. *Niveles de Probabilidad.*

Fuente: Elaboración propia, basado en la norma ISO 31000:2018

NIVEL	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Improbable	1	No se ha presentado
Raro	2	Se presenta 1 vez
Posible	3	Se presenta 2 o 3 veces
Probable	4	Se presenta 4 o 5 veces
Frecuente	5	Se presenta más de 5 veces

3.5.2 Impacto

Define la afectación que podría causar en el proyecto tras la materialización del riesgo, sin tener en cuenta si este se ha presentado o no. En la Tabla 13, se pueden observar los niveles para estimar el impacto de los riesgos asociados al proyecto.

Tabla 13. *Niveles de impacto*

Fuente: Elaboración propia, basado en la norma ISO 31000:2018

NIVEL	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Insignificante	1	No genera ninguna afectación sobre el proyecto
Menor	2	Genera afectación sobre algunas actividades del proyecto
Moderado	3	Presenta afectación sobre la mayoría de las actividades de un objetivo específico.

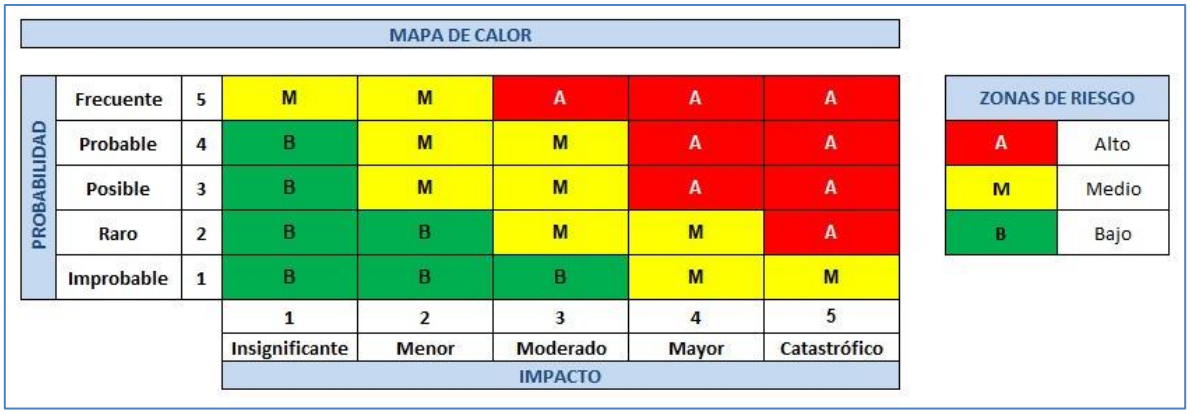
NIVEL	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Mayor	4	Genera una afectación significativa de varios objetivos específicos del proyecto.
Catastrófico	5	Afecta significativamente el objetivo general del proyecto y/o costos estimados.

3.5.1 Valoración del Riesgo

La valoración del riesgo se calcula multiplicando el valor de la probabilidad por el valor del impacto, obteniendo la relación de una matriz 5x5 a la cual se le asocia un mapa de calor de 3 zonas de riesgo (alto, medio y bajo) como se observa en la Figura 18.

Figura 18. *Mapa de calor General*

Fuente: Elaboración Propia, basado en la norma ISO 31000:2018



Con base en las variables mencionadas previamente y la estimación del cálculo para evaluar el riesgo, en la Tabla 14 se describen los riesgos asociados al proyecto, su valoración y las acciones correctivas que se proponen para mitigarlos, eliminarlos o asumirlos.

Tabla 14. *Riesgos y Acciones Correctivas*

Fuente: Elaboración propia, basado en la norma ISO 31000:2018

OBJETIVO	RIESGO		ANÁLISIS DEL RIESGO				ACCIONES CORRECTIVAS
	ID	Descripción	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Valoración (PxI)	Zona de Riesgo	
Caracterizar la demanda de consumo energético de las zonas comunes estableciendo escenarios de oferta potenciales, a partir de la evaluación de las necesidades reales en potencia eléctrica de los copropietarios y la administración del conjunto residencial Natura.	R01	Baja participación o poco interés por parte de los copropietarios y/o administradores para el estudio de mercado.	3	4	12	**A**	Presentar a los copropietarios y administradores las ventajas y beneficios económicos, sociales y ambientales que se pueden obtener o generar con la implementación del sistema.
	R02	Acceso denegado a la información por parte de la administración del conjunto residencial Natura.	2	4	8	**M**	• Solicitar de manera formal el acceso a la información, dando a conocer que es parte de un trabajo académico para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. • Buscar información secundaria en departamentos administrativos de

OBJETIVO	RIESGO		ANÁLISIS DEL RIESGO				ACCIONES CORRECTIVAS
	ID	Descripción	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Valoración (PxI)	Zona de Riesgo	
							orden Nacional como la UPME o el DANE, entre otros.
Determinar la estructura técnica y operativa de implementación estableciendo los requerimientos y la capacidad del sistema, mediante el diseño de producto y proceso de cada escenario considerado factible para el conjunto residencial Natura.	R03	Estimación de la generación de energía eléctrica renovable menor a la requerida para las zonas comunes.	3	2	6	**M**	Estimar la generación de energía eléctrica renovable para diferentes escenarios, los cuales pueden ser implementados de acuerdo con las características de cada uno.
	R04	El espacio físico definido para la instalación del sistema no posee las características necesarias.	2	5	10	**A**	• Adecuar el espacio físico seleccionado para que cumpla con los requerimientos y/o características en el momento de la implementación. • Definir un nuevo espacio que cumpla con los requerimientos necesarios

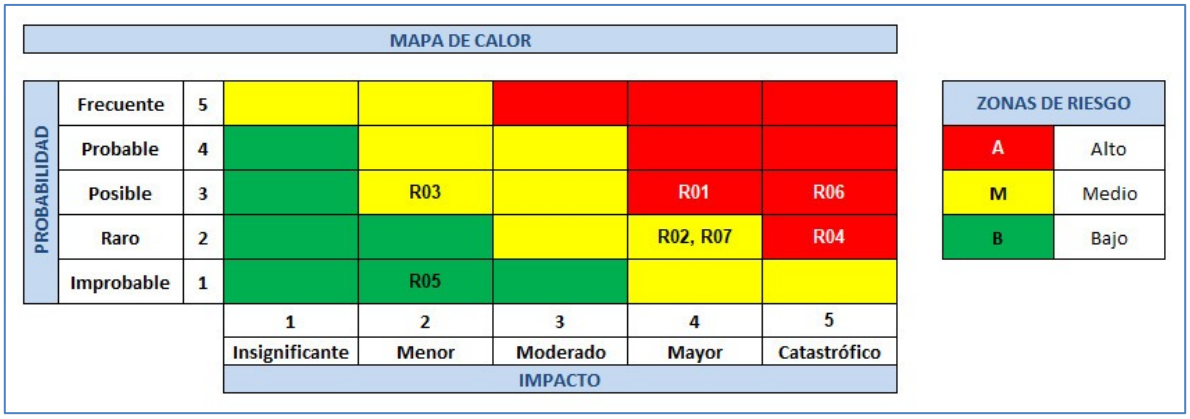
OBJETIVO	RIESGO		ANÁLISIS DEL RIESGO				ACCIONES CORRECTIVAS
	ID	Descripción	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Valoración (PxI)	Zona de Riesgo	
							para el momento de la implementación.
Caracterizar la normativa técnica y ambiental aplicable a la implementación de paneles fotovoltaicos como fuente de energía renovable, determinando su influencia en la realización de la propuesta a través de la revisión del marco legal en Colombia.	R05	Cambios en la normativa legal vigente colombiana asociados con energía renovable basada en paneles fotovoltaicos, que afecten negativamente su implementación.	1	2	2	**B**	Comunicar dentro de la propuesta que cualquier cambio normativo técnico o ambiental, puede afectar en la implementación del sistema, provocando cambios a nivel económico y temporal.
Determinar la viabilidad económica de la implementación del sistema, proyectando los ingresos y el flujo de caja por	R06	Viabilidad económica no exitosa para la implementación del sistema.	3	5	15	**A**	Identificar los factores que impiden que la viabilidad sea exitosa, para que se ajuste y reevalúe nuevamente la propuesta.

OBJETIVO	RIESGO		ANÁLISIS DEL RIESGO				ACCIONES CORRECTIVAS
	ID	Descripción	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Valoración (PxI)	Zona de Riesgo	
medio de un estudio económico-financiero en los distintos escenarios planteados como factibles en el conjunto residencial Natura.	R07	Valor de la financiación estimada menor a la requerida para la implementación.	2	4	8	**M**	Definir un valor adicional sobre la financiación estimada para cubrir gastos mínimos no previstos durante el estudio.

Consecuentemente, se relacionan los riesgos en la matriz de calor, de acuerdo con su valoración. Como se observa en la Figura 19, se tienen 3 riesgos altos, 3 riesgos medios y 1 riesgo bajo.

Figura 19. *Matriz de Calor – Riesgos del Proyecto*

Fuente: Elaboración Propia, basado en la norma ISO 31000:2018



Sin embargo, estos riesgos se pueden mitigar y pasar a una zona de riesgo menor, teniendo en cuenta las acciones correctivas o planes de tratamiento.

3.6 POLÍTICA DE CALIDAD

La política de calidad está orientada al desarrollo de las actividades necesarias para la correcta formulación del proyecto, bajo el cumplimiento de la normativa técnica y ambiental aplicable. El dimensionamiento de la propuesta en sus distintos escenarios será llevado a cabo por personal calificado, quienes formularán las soluciones en estos escenarios planteados como factibles con equipos y materiales de alta calidad, lo cual tiene relación directa con el correcto desempeño del sistema propuesto.

Los procesos y procedimientos llevados a cabo para la elaboración de la propuesta y sus responsables estarán encaminados a la mejora continua, permitiendo desarrollar las actividades necesarias dentro de los tiempos establecidos, siempre teniendo como objetivo principal la satisfacción de los requerimientos del cliente.

3.7 POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La integridad y la salud de los responsables de la elaboración de la propuesta debe ser una prioridad en el desarrollo de esta, razón por la cual se buscará el cuidado y la creación de conciencia de autocuidado en estos actores, teniendo en cuenta las siguientes acciones:

- Realizar dos pausas activas durante la jornada laboral (mañana y tarde), de aproximadamente 10 minutos de duración, con el fin de evitar espacios prolongados de tiempo frente a los equipos de cómputo, mejorar la postura, la circulación y la movilidad articular, la flexibilidad muscular y la oxigenación de los músculos y tendones. Los beneficios, más allá de ser solamente físicos, también repercuten en una mejor concentración en el trabajo al disminuir el estrés y aumentar la creatividad.
- Se deberá mantener el orden y el aseo todo el tiempo, ya que los colaboradores contarán con espacio suficiente para guardar y localizar el material útil de manera sencilla. Se deberá evitar ensuciar y en caso de hacerlo, limpiar enseguida. Esto se ve reflejado en la salud de los colaboradores, su seguridad, la calidad de los productos por ellos elaborados y en la eficiencia del sistema productivo.
- Los puestos de trabajo serán diseñados bajo el principio de ergonomía, ajustándose a los colaboradores preservando su salud. Deberá contar con espacio suficiente para los movimientos de las extremidades como lo son cabeza, brazos, manos, piernas y pies; la ubicación de la pantalla del ordenador deberá estar a la altura de los ojos; el asiento deberá ser cómodo, con altura variable y espaldar adecuado; el escritorio tendrá una altura fija y bajo el mismo deberá haber un espacio adecuado para las extremidades inferiores. Por otra parte, se deberán tener en cuenta factores ambientales como lo son una adecuada iluminación y temperatura y el menor ruido posible.

3.8 POLÍTICA AMBIENTAL

En concordancia con la propuesta que se pretende desarrollar mediante el uso de paneles fotovoltaicos como alternativa de generación eléctrica renovable, los esfuerzos realizados durante la elaboración de la propuesta deberán estar encaminados a generar el menor impacto ambiental posible, utilizando los recursos de manera eficiente. Para ello, se plantean las siguientes acciones de obligatorio cumplimiento:

- Disminuir al máximo el uso de documentación sobre el papel, reemplazándola por documentación digital (aplicado también a firmas digitales sobre documentos que lo requieran), distribuida a través de otros medios como correos electrónicos, dispositivos USB y almacenamiento en la nube.
- Debido al requerimiento de uso constante de equipos de cómputo, se deberá realizar su apagado y desconexión de la toma eléctrica una vez las labores del día hayan finalizado, o si es necesario ausentarse del puesto del trabajo por periodos prolongados de tiempo durante la jornada. Esto aplica también al apagado de las luces asociadas a los puestos de trabajo que no sean utilizados y demás zonas comunes dentro del lugar de trabajo.
- Se deberá contar con tres tipos de canecas para la disposición adecuada de residuos, siendo la caneca blanca para los residuos aprovechables como pueden ser papel y cartón, la caneca negra para residuos no aprovechables como las envolturas de comida y servilletas y la caneca verde para residuos orgánicos como pueden ser restos de comida.
- El uso del agua deberá ser racional, evitando su desperdicio en la mayor medida posible, no gastando más allá de lo necesario en actividades cotidianas como lavado de manos, hidratación, aseo de las instalaciones y uso de baterías sanitarias.

3.9 POLÍTICA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

La propuesta del proyecto pretende realizar un aporte ambiental importante, no sólo con su política ambiental, encaminada a la correcta disposición de los residuos generados en la

etapa de prefactibilidad, evitar el consumo energético innecesario al realizar la desconexión y apagado de equipos electrónicos en desuso y el uso racional del agua, sino también, con el uso de paneles fotovoltaicos para las zonas comunes del conjunto residencial Natura, ya que le podría otorgar a sus habitantes una fuente de energía renovable con un alto índice de perdurabilidad, permitiendo reducir las emisiones de CO_2 causadas por el conjunto a raíz de su consumo energético y una mejora en la calidad de vida de sus habitantes en el caso de que el costo de la cuota de administración pueda verse reducido debido a la implementación.

A nivel social, se buscará generar conciencia en los copropietarios y habitantes del conjunto residencial, e incluso en los conjuntos aledaños de la ciudadela La Prosperidad, en cuanto a los beneficios ambientales, económicos y tributarios que pueden aprovecharse con la implementación de este tipo de tecnologías.

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este capítulo se definen las actividades relacionadas con los procesos para cada uno de los escenarios definidos y su ruta crítica, así mismo, se describe el diseño del producto y se representa gráficamente lo que se desea realizar a través del diagrama de procesos.

También se describe el tamaño del producto y los recursos tanto humanos como mecánicos y los materiales requeridos para la implementación del sistema de generación de energía eléctrica renovable.

Adicionalmente, se describe la macro y micro localización del proyecto, según lo definido en la propuesta. Por último, se presentan los resultados que se desea obtener y la métrica e impacto para evaluación.

4.1 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para la fase de ejecución del proyecto, se presentan en la Tabla 15 cuatro escenarios o alternativas para la implementación del sistema de apoyo de energía eléctrica renovable, basado en paneles fotovoltaicos para el suministro de energía en las zonas comunes del conjunto residencial Natura**.**

Tabla 15. *Escenarios o alternativas de implementación.*

Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	TIPO DE SISTEMA	CAPACIDAD
1	Sistema fotovoltaico On Grid	100%
2		50%
3	Sistema fotovoltaico Híbrido	100%
4		50%

A continuación, se relacionan cada uno de los escenarios y sus actividades, utilizando el método de la ruta crítica.

4.1.1 Escenario 1: Sistema fotovoltaico On Grid – 100%

En la Tabla 16 se listan las actividades que se requieren para llevar a cabo este escenario, su duración estimada y sus actividades precedentes.

Tabla 16. *Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E1*

Fuente: Elaboración propia

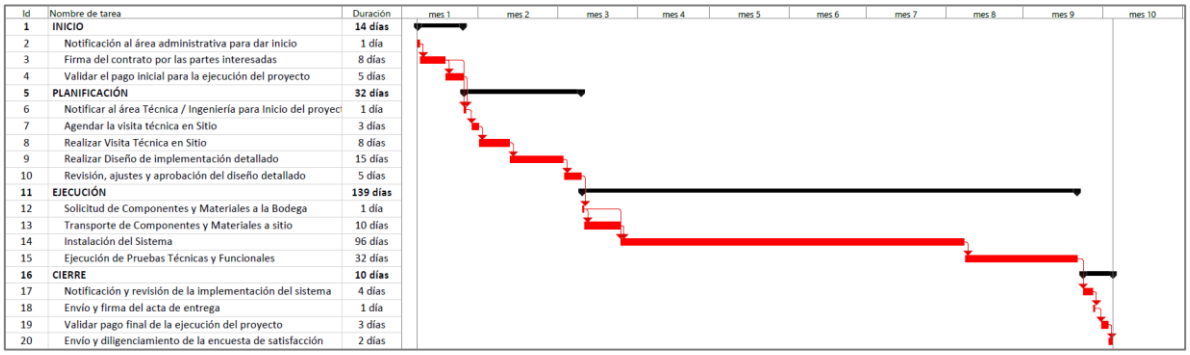
ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
INICIO			14	112
Notificación al área administrativa para dar inicio al proyecto	A	-	1	8
Firma del contrato por las partes interesadas	B	A	8	64
Validar el pago inicial para la ejecución del proyecto	C	B	5	40
PLANIFICACIÓN			32	256
Notificar al área Técnica / Ingeniería para Inicio del proyecto	D	B, C	1	8
Agendar la visita técnica en Sitio	E	D	3	24
Realizar Visita Técnica en Sitio	F	E	8	64
Realizar Diseño de implementación detallado	G	F	15	120
Revisión, ajustes y aprobación del diseño detallado	H	G	5	40
EJECUCIÓN			139	1.112
Solicitud de Componentes y Materiales a la Bodega	I	H	1	8
Transporte de Componentes y Materiales a sitio	J	I	10	80
Instalación del Sistema	K	I, J	96	768
Ejecución de Pruebas Técnicas y Funcionales	L	K	32	256
CIERRE			10	80
Notificación y revisión de la implementación del sistema	M	L	4	32
Envío y firma del acta de entrega	N	M	1	8
Validar pago final de la ejecución del proyecto	O	N	3	24

ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
Envío y diligenciamiento de la encuesta de satisfacción	P	O	2	16

Ahora, se implementa el método de la ruta crítica a través de la herramienta Project, el cual muestra los tiempos de inicio y fin de las actividades definidas para la ejecución de este escenario, las cuales están interrelacionadas como se puede observar en la Figura 20.

Figura 20. *CPM – Escenario 1 – On Grid 100%*

Fuente: Elaboración propia



Como se puede observar, todas las actividades de este escenario para la ejecución del proyecto hacen parte de la ruta crítica y el tiempo de ejecución es de 195 días.

4.1.2 Escenario 2: Sistema fotovoltaico On Grid – 50%

A continuación, en la Tabla 17 se listan las actividades que se requieren para llevar a cabo este escenario, su duración estimada y sus actividades precedentes.

Tabla 17. *Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E2*

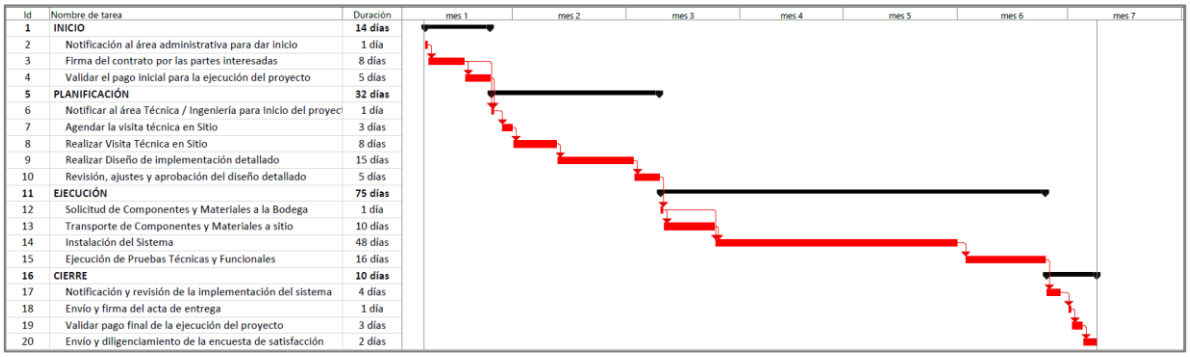
Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
INICIO			14	112
Notificación al área administrativa para dar inicio al proyecto	A	-	1	8
Firma del contrato por las partes interesadas	B	A	8	64
Validar el pago inicial para la ejecución del proyecto	C	B	5	40
PLANIFICACIÓN			32	256
Notificar al área Técnica / Ingeniería para Inicio del proyecto	D	B, C	1	8
Agendar la visita técnica en Sitio	E	D	3	24
Realizar Visita Técnica en Sitio	F	E	8	64
Realizar Diseño de implementación detallado	G	F	15	120
Revisión, ajustes y aprobación del diseño detallado	H	G	5	40
EJECUCIÓN			75	600
Solicitud de Componentes y Materiales a la Bodega	I	H	1	8
Transporte de Componentes y Materiales a sitio	J	I	10	80
Instalación del Sistema	K	I, J	48	384
Ejecución de Pruebas Técnicas y Funcionales	L	K	16	128
CIERRE			10	80
Notificación y revisión de la implementación del sistema	M	L	4	32
Envío y firma del acta de entrega	N	M	1	8
Validar pago final de la ejecución del proyecto	O	N	3	24
Envío y diligenciamiento de la encuesta de satisfacción	P	O	2	16

Ahora, se implementa el método de la ruta crítica a través de la herramienta Project, el cual muestra los tiempos de inicio y fin de las actividades definidas para la ejecución de este escenario, las cuales están interrelacionadas como lo podemos observar en la Figura 21.

Figura 21. *CPM – Escenario 2 – On Grid 50%*

Fuente: Elaboración propia



Como se puede observar, todas las actividades de este escenario para la ejecución del proyecto hacen parte de la ruta crítica y el tiempo de ejecución es de 131 días.

4.1.3 Escenario 3: Sistema fotovoltaico Híbrido – 100%

A continuación, en la Tabla 18 se listan las actividades que se requieren para llevar a cabo este escenario, su duración estimada y sus actividades precedentes.

Tabla 18. *Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E3*

Fuente: Elaboración propia

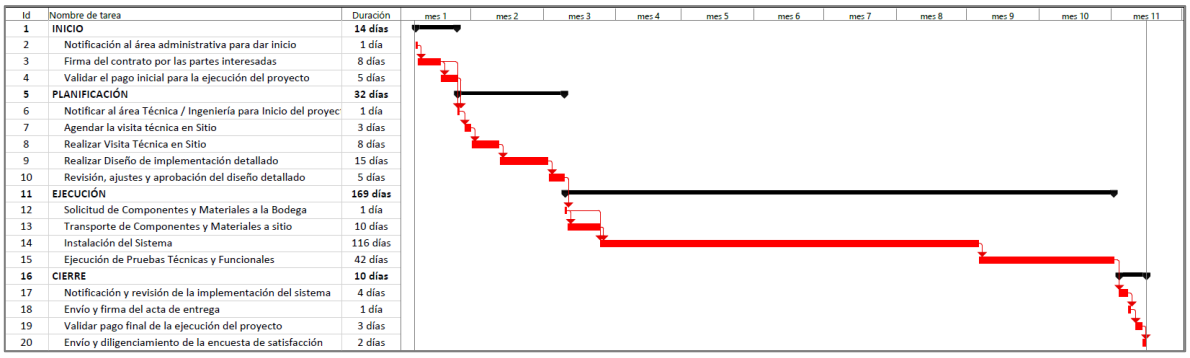
ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
INICIO			14	112
Notificación al área administrativa para dar inicio al proyecto	A	-	1	8
Firma del contrato por las partes interesadas	B	A	8	64
Validar el pago inicial para la ejecución del proyecto	C	B	5	40
PLANIFICACIÓN			32	256
Notificar al área Técnica / Ingeniería para Inicio del proyecto	D	B, C	1	8
Agendar la visita técnica en Sitio	E	D	3	24
Realizar Visita Técnica en Sitio	F	E	8	64

ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
Realizar Diseño de implementación detallado	G	F	15	120
Revisión, ajustes y aprobación del diseño detallado	H	G	5	40
EJECUCIÓN			169	1.352
Solicitud de Componentes y Materiales a la Bodega	I	H	1	8
Transporte de Componentes y Materiales a sitio	J	I	10	80
Instalación del Sistema	K	I, J	116	928
Ejecución de Pruebas Técnicas y Funcionales	L	K	42	336
CIERRE			10	80
Notificación y revisión de la implementación del sistema	M	L	4	32
Envío y firma del acta de entrega	N	M	1	8
Validar pago final de la ejecución del proyecto	O	N	3	24
Envío y diligenciamiento de la encuesta de satisfacción	P	O	2	16

Ahora, se implementa el método de la ruta crítica a través de la herramienta Project, el cual muestra los tiempos de inicio y fin de las actividades definidas para la ejecución de este escenario, las cuales están interrelacionadas como lo podemos observar en la Figura 22.

Figura 22. *CPM – Escenario 3 – Híbrido 100%*

Fuente: Elaboración propia



Id	Nombre de tarea	Duración
1	**INICIO**	**14 días**
2	Notificación al área administrativa para dar inicio	1 día
3	Firma del contrato por las partes interesadas	8 días
4	Validar el pago inicial para la ejecución del proyecto	5 días
5	**PLANIFICACIÓN**	**32 días**
6	Notificar al área Técnica / Ingeniería para Inicio del proyec	1 día
7	Agendar la visita técnica en Sitio	3 días
8	Realizar Visita Técnica en Sitio	8 días
9	Realizar Diseño de implementación detallado	15 días
10	Revisión, ajustes y aprobación del diseño detallado	5 días
11	**EJECUCIÓN**	**169 días**
12	Solicitud de Componentes y Materiales a la Bodega	1 día
13	Transporte de Componentes y Materiales a sitio	10 días
14	Instalación del Sistema	116 días
15	Ejecución de Pruebas Técnicas y Funcionales	42 días
16	**CIERRE**	**10 días**
17	Notificación y revisión de la implementación del sistema	4 días
18	Envío y firma del acta de entrega	1 día
19	Validar pago final de la ejecución del proyecto	3 días
20	Envío y diligenciamiento de la encuesta de satisfacción	2 días

Como se pudo observar, todas las actividades de este escenario para la ejecución del proyecto hacen parte de la ruta crítica y el tiempo de ejecución es de 225 días.

4.1.4 Escenario 4: Sistema fotovoltaico Híbrido – 50%

A continuación, en la Tabla 19 se listan las actividades que se requieren para llevar a cabo este escenario, su duración estimada y sus actividades precedentes.

Tabla 19. *Actividades del Proyecto y Tiempos de Ejecución – E4*

Fuente: Elaboración propia

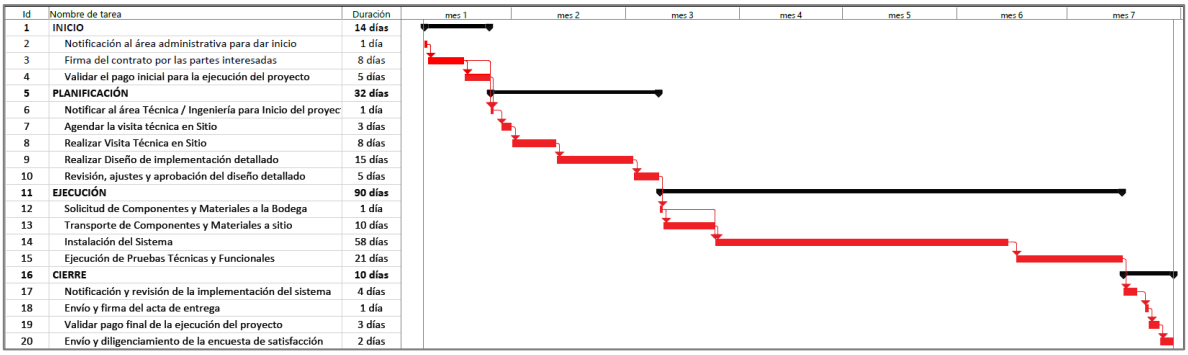
ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
INICIO			14	112
Notificación al área administrativa para dar inicio al proyecto	A	-	1	8
Firma del contrato por las partes interesadas	B	A	8	64
Validar el pago inicial para la ejecución del proyecto	C	B	5	40
PLANIFICACIÓN			32	256
Notificar al área Técnica / Ingeniería para Inicio del proyecto	D	B, C	1	8
Agendar la visita técnica en Sitio	E	D	3	24
Realizar Visita Técnica en Sitio	F	E	8	64
Realizar Diseño de implementación detallado	G	F	15	120
Revisión, ajustes y aprobación del diseño detallado	H	G	5	40

ACTIVIDAD	ID ACT.	PRECEDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)	DURACIÓN (HORAS)
EJECUCIÓN			90	720
Solicitud de Componentes y Materiales a la Bodega	I	H	1	8
Transporte de Componentes y Materiales a sitio	J	I	10	80
Instalación del Sistema	K	I, J	58	464
Ejecución de Pruebas Técnicas y Funcionales	L	K	21	168
CIERRE			10	80
Notificación y revisión de la implementación del sistema	M	L	4	32
Envío y firma del acta de entrega	N	M	1	8
Validar pago final de la ejecución del proyecto	O	N	3	24
Envío y diligenciamiento de la encuesta de satisfacción	P	O	2	16

Ahora, se implementa el método de la ruta crítica a través de la herramienta Project, el cual muestra los tiempos de inicio y fin de las actividades definidas para la ejecución de este escenario, las cuales están interrelacionadas como lo podemos observar en la Figura 23.

Figura 23. *CPM – Escenario 4 – Híbrido 50%*

Fuente: Elaboración propia



Como se pudo observar, todas las actividades de este escenario para la ejecución del proyecto hacen parte de la ruta crítica y el tiempo de ejecución es de 146 días.

4.1.5 Puntos de Control

De acuerdo con los escenarios presentados anteriormente, durante la ejecución del proyecto se definen sesiones semanales, en donde se valida el avance de las actividades, así mismo se define un punto de control formal al finalizar cada una de las fases, con su respectivo plan de acción en caso de encontrar alguna inconsistencia en la ejecución de las actividades definidas, tal y como se detalla en la Tabla 20.

Tabla 20. *Puntos de Control*

Fuente: Elaboración propia

FASE	CONTROL	PLAN DE ACCIÓN
Inicio	Validar que en la carpeta definida se encuentre el contrato debidamente firmado por las partes interesadas y el comprobante de pago inicial.	Solicitar al área administrativa cargar en el repositorio los documentos mencionados en la carpeta correspondiente.
		Solicitar a quien corresponda la firma del contrato.
		Contactarse con el cliente y solicitar el comprobante de pago inicial.
Planificación	Validar que el diseño detallado del sistema se encuentre en la carpeta definida junto con las evidencias de la visita en sitio y la aceptación por parte del cliente.	Solicitar al área técnica / Ingeniería cargar en el repositorio el diseño, evidencias y/o aceptación por parte del cliente.
		Contactarse con el cliente para solicitar la aceptación o ajustes frente al diseño presentado.
Ejecución	Validar que los siguientes documentos se encuentren en la carpeta definida: • Formato de solicitud de Componentes y Materiales. • Formato de Envío de Componentes y Materiales. • Checklist de pruebas técnicas y funcionales.	Solicitar al área técnica / Ingeniería cargar en el repositorio los documentos definidos en esta fase.
		Requerir al área técnica / Ingeniería la justificación o limitación técnica de las pruebas técnicas y funcionales que no fueron exitosas o están pendientes por validar.

FASE	CONTROL	PLAN DE ACCIÓN
	Verificar que el tiempo de implementación del sistema fue acorde con los tiempos establecidos en el cronograma.	Solicitar al área técnica / Ingeniería la justificación de los retrasos generados durante la implementación para ser presentados al cliente en la sesión de seguimiento.
Cierre	Validar que los siguientes documentos se encuentren en la carpeta definida: • Acta de Entrega a Satisfacción • Encuesta de Satisfacción • Comprobante de Pago Final.	Solicitar al área administrativa cargar en el repositorio los documentos de cierre.
		Solicitar al cliente la firma de aceptación en el acta de entrega.
		Solicitar al cliente el diligenciamiento de la encuesta de satisfacción.
		Contactarse con el cliente y solicitar el comprobante de pago final.

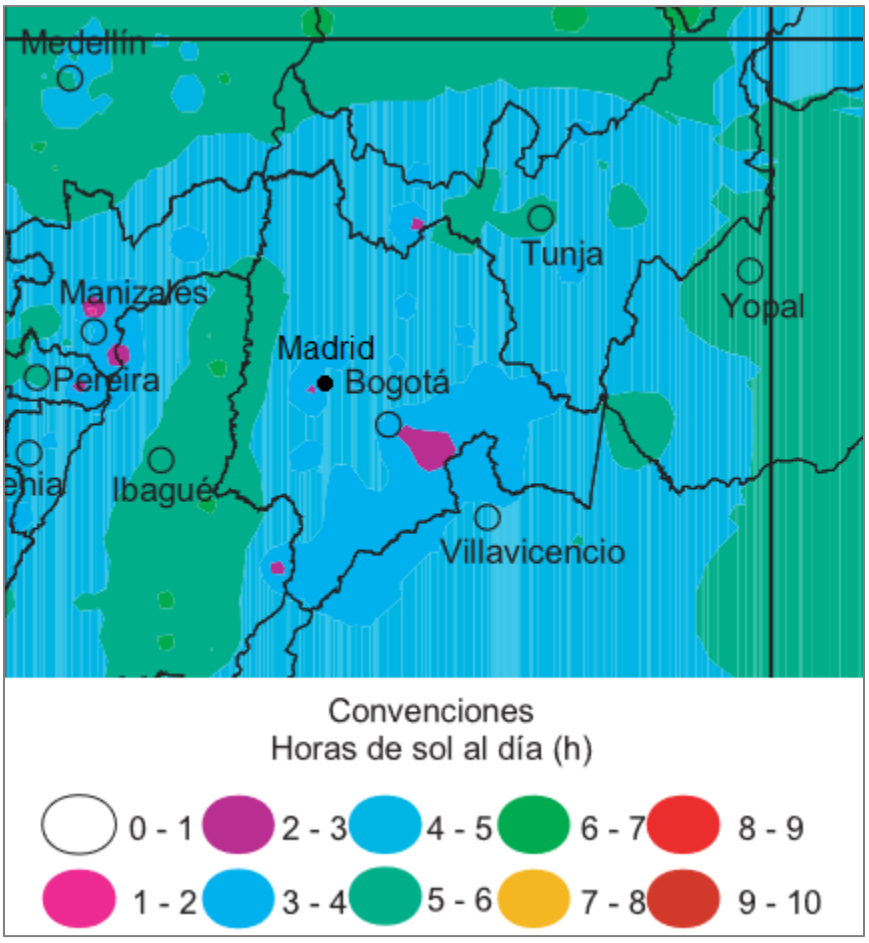
4.2 DISEÑO

Para el diseño del producto en los distintos escenarios, se tiene información de referencia fundamental para cada uno de ellos. De acuerdo con el estudio de mercado, en el numeral 2.11, se pudo determinar que el consumo promedio mensual del conjunto residencial Natura es de 18.876 KWh. Por otra parte, en el numeral 1.2.2 , se logró identificar que el municipio de Madrid, en Cundinamarca, cuenta con una radiación solar promedio de entre 3,5 y 4 KW/h por día.

Finalmente, resulta de gran importancia conocer el dato de horas de sol al día, o horas pico solar (HPS) en el municipio de Madrid, el cual, como lo muestra la Figura 24, se puede conocer que el municipio cuenta con entre 4 y 5 horas de sol al día.

Figura 24. *Mapa de brillo solar*

Fuente: (UPME, 2019)



4.2.1 Escenario 1 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 100%

Como se pudo ver en el numeral 1.12.4 y los tipos de sistemas allí contextualizados, este sistema se encuentra interconectado a la red, no usa baterías y, de llegase a generar excedentes, estos podrán ser vendidos a la red. De acuerdo con esto, se aborda el diseño de este sistema con los requerimientos establecidos en este escenario de cubrir en un 100% la potencia requerida por el conjunto residencial Natura.

- **Cálculo de paneles solares**

Los paneles que se usarán, tanto en este escenario, como en los tres restantes, serán monocristalinos con una potencia máxima de 590 vatios. Con esta información más el

complemento de los datos brindados al inicio del subcapítulo, se puede obtener la cantidad de paneles necesarios para generar la potencia requerida en este escenario.

Como ya se mencionó, el promedio mensual del consumo energético del conjunto Natura es de 18.876 KWh, lo cual representa el 100% de la demanda energética que se pretende cubrir en este escenario. Llevando este consumo promedio mensual, al promedio de consumo diario, suponiendo un mes de 30 días, se obtiene que este es de 629.200 vatios.

Con estos datos, se puede calcular el número de paneles necesarios, el cual está dado por la Ecuación 8

Ecuación 8. *Cálculo del número de paneles solares*

$$\#\ Paneles = \frac{Consumo\ diario\left(\frac{KW}{h}\right)}{Potencia\ pico\ del\ panel\ (Wp) x\ Horas\ pico\ solar(HPS)}$$

Reemplazando los datos, se obtiene que:

$$\#\ Paneles = \frac{629.200\left(\frac{KW}{h}\right)}{590\ W\ x\ 4\ Horas} = 266{,}6\ \approx 267\ paneles$$

De esta forma se obtiene que la cantidad necesaria de paneles necesarios para cubrir el 100% de la demanda es de 267.

- **Cálculo del inversor**

Para el cálculo del inversor, y debido al alto número de paneles a utilizar y su respectiva potencia conjunta, la potencia de los inversores que se pretende utilizar es de 60 KW. De este modo, se procede a realizar la cantidad de inversores como lo muestra la Ecuación 9.

Ecuación 9. *Cálculo del número de inversores*

$$\#\ Inversores = \frac{Potencia\ total\ del\ sistema}{Potencia\ del\ inversor}$$

Reemplazando los datos, se obtiene que:

$$\#\ Inversores = \frac{267\ x\ 590}{60.000} = 2{,}63\ \approx 3\ inversores$$

Es decir que los 267 paneles que contemplan el 100% de cobertura de este escenario, requieren 3 inversores de 60KW cada uno.

- **Configuración del arreglo de los paneles fotovoltaicos**

De acuerdo con la cantidad de inversores requeridos (3) y a la cantidad total de paneles (267), es posible determinar que cada inversor recibirá la energía de 89 paneles. Cada inversor cuenta con la posibilidad de realizar 6 conexiones independientes (MPPT), a una corriente máxima de 22 amperios y una tensión máxima de 1000 voltios en cada una de ellas.

La corriente de corto circuito de los paneles a emplear es de 18,21 amperios, por lo que no es posible realizar configuraciones en paralelo al mismo punto de conexión del inversor (MPPT) dado que se superaría la corriente máxima. En cuanto a la tensión de circuito abierto (V_{oc}) de los paneles es de 41,20 voltios, y para garantizar una distribución equitativa entre los MPPT del inversor, los 5 primeros admitirán cada uno 15 paneles en serie, y el último MPPT admitirá 14 paneles en esta misma configuración.

El voltaje de entrada al inversor está dado por la Ecuación 10

Ecuación 10. *Cálculo del voltaje de entrada a cada MPPT del inversor*

$$V_{in}\ Inversor = \#\ Módulos\ en\ serie\ x\ 1{,}25\ x\ V_{oc}$$

Donde 1,25 es un factor que se incluye para contemplar los efetos de la temperatura sobre los paneles fotovoltaicos. Reemplazando en la Ecuación 10 para los primeros 5 MPPT, se obtiene que

$$V_{in}\ Inversor = 15\ x\ 1{,}25\ x\ 41{,}20 = 772{,}5\ Voltios$$

Y para el último MPPT se tiene que

$$V_{in}\ Inversor = 14\ x\ 1{,}25\ x\ 41{,}20 = 721\ Voltios$$

De esta forma, ninguna de las conexiones a los 6 MPPT supera el máximo permitido por el inversor para estas de 1.000 voltios.

4.2.2 Escenario 2 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 50%

Este escenario emplea el mismo tipo de sistema que el escenario anterior, pero sólo se contempla cubrir la mitad de la potencia total requerida por el conjunto residencial.

- **Cálculo de paneles solares**

Al igual que en el escenario anterior, los paneles que se usarán serán monocristalinos con una potencia máxima de 590 vatios. Con esta información más el complemento de los datos brindados al inicio del subcapítulo, se puede obtener la cantidad de paneles necesarios para generar la potencia requerida en este escenario.

Como ya se mencionó, se pretende cubrir el 50% del promedio mensual del consumo energético del conjunto Natura, lo que corresponde a 9.438 KWh, Llevando este 50% del consumo promedio mensual, al promedio de consumo diario, suponiendo un mes de 30 días, se obtiene que este es de 314.600 vatios.

Con estos datos, se puede calcular el número de paneles necesarios, reemplazando los valores en la Ecuación 8

$$\#\ Paneles = \frac{314.600\left(\frac{KW}{h}\right)}{590\ W\ x\ 4\ Horas} = 133{,}3\ \approx 133\ paneles$$

De esta forma se obtiene que la cantidad necesaria de paneles necesarios para cubrir el 50% de la demanda es de 133.

- **Cálculo del inversor**

Para el cálculo del inversor, se sabe que los 133 paneles requeridos por el sistema tienen una potencia pico de 590 vatios, por lo que la potencia requerida del inversor debe poder cubrir una potencia total de 78.470 vatios. En este sentido, se hace la elección de un inversor de 100KW, principalmente porque es significativamente más económico que tratar

de lograr la combinación de la potencia con valores distintos de potencia en otros modelos de inversores.

- **Configuración del arreglo de los paneles fotovoltaicos**

De acuerdo con el inversor requerido y a la cantidad total de paneles (133), es posible determinar que cada inversor recibirá la energía de 89 paneles. El inversor cuenta con la posibilidad de realizar 10 conexiones independientes (MPPT), a una corriente máxima de 26 amperios y una tensión máxima de 1.000 voltios cada una de ellas.

Debido a que se usan los mismos paneles del escenario anterior, la corriente de corto circuito de los paneles es de 18,21 amperios, por lo que no es posible realizar configuraciones en paralelo al mismo punto de conexión del inversor (MPPT) dado que se superaría la corriente máxima. En cuanto a la tensión de circuito abierto (V_{oc}) de los paneles es de 41,20 voltios, y para garantizar una distribución equitativa entre los MPPT del inversor, los 7 primeros admitirán cada uno 13 paneles en serie, y los 3 últimos MPPT admitirán 14 paneles en esta misma configuración.

Reemplazando en la Ecuación 10 para los primeros 7 MPPT, se obtiene que

$$V_{in}\ Inversor = 13\ x\ 1{,}25\ x\ 41{,}20 = 669{,}5\ Voltios$$

Y para los tres últimos MPPT se tiene que

$$V_{in}\ Inversor = 14\ x\ 1{,}25\ x\ 41{,}20 = 721\ Voltios$$

De esta forma, ninguna de las conexiones a los 10 MPPT supera el máximo permitido por el inversor para estas de 1.000 voltios.

4.2.3 Escenario 3 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 100%

Como se pudo ver en el numeral 1.12.4 y los tipos de sistemas allí contextualizados, este sistema se encuentra interconectado a la red, con la gran característica diferencial que usa baterías y, de llegase a generar excedentes, estos podrán ser vendidos a la red. De acuerdo

con esto, se aborda el diseño de este sistema con los requerimientos establecidos en este escenario de cubrir en un 100% la potencia requerida por el conjunto residencial.

- **Cálculo de paneles solares**

Al igual que en el escenario uno, la capacidad requerida ya es conocida, y dado que se usarán los mismos paneles para todos los escenarios, sabemos que la cantidad de paneles requeridos en este escenario también será de 267.

- **Cálculo de baterías**

Para el cálculo de las baterías hay que tener en cuenta la Ecuación 11 y la Ecuación 12

Ecuación 11. *Cálculo de la capacidad de la batería en Wh*

$$C_{Bat}\ (Wh) = \frac{Consumo\ diario\left(\frac{KW}{h}\right)\ x\ N}{P_{DMAX}\ x\ F_C}$$

Donde

C_{bat} = Capacidad de la batería

N = Autonomía del sistema en días

P_{DMAX} = Profundidad de descarga máxima permisible de la batería

F_C = Factor de corrección de temperatura (1.06)

Ecuación 12. *Cálculo de la capacidad de la batería en Ah*

$$C_{Bat}\ (Ah) = \frac{C_{Bat}\ (Wh)}{V_{Bat}}$$

Donde

C_{Bat} (Wh) = Capacidad de la batería en Wh

V_{Bat} = Voltaje de la batería

Las baterías seleccionadas son de litio, con voltaje de 24 voltios, 200 amperios hora, de ciclo profundo con una profundidad de descarga del 80%. La autonomía que se espera del sistema es de 1 día. Una vez conocidos estos datos, se procede a reemplazar los valores en la Ecuación 11 y la Ecuación 12, como se muestra a continuación

$$C_{Bat}\ (Wh) = \frac{629200\left(\frac{KW}{h}\right)\ x\ 1}{0{,}8\ x\ 1{,}06} = 741.981{,}13\ Wh$$

$$C_{Bat}\ (Ah) = \frac{741.981{,}13(Wh)}{24\ V} = 30.915{,}88\ Ah$$

De acuerdo con la capacidad del banco de baterías obtenida, y la corriente nominal de una sola batería, se procede a calcular la cantidad total de baterías requeridas para el banco, como se muestra en la Ecuación 13

Ecuación 13. *Cálculo del número de baterías*

$$\#\ Baterías = \frac{C_{Bat}\ (Ah)}{I_{Bat}(Ah)}$$

Reemplazando, se obtiene que

$$\#\ Baterías = \frac{30.915{,}88\ (Ah)}{200\ (Ah)} = 154{,}58\ \approx 155$$

El sistema requerirá un total de 155 baterías para el banco de baterías en este escenario híbrido.

- **Cálculo del inversor**

Para el cálculo del inversor, los equipos que se pretende utilizar son de 10 KW, una de las potencias más altas que se encuentra disponible en el mercado De este modo, se procede a realizar la cantidad de inversores reemplazando en la Ecuación 9.

$$\#\ Inversores = \frac{267\ x\ 590}{10.000} = 15{,}75\ \approx 16\ inversores$$

Es decir que los 267 paneles que contemplan el 100% de cobertura de este escenario, requieren 16 inversores de 10KW cada uno.

- **Configuración del arreglo de los paneles fotovoltaicos**

De acuerdo con la cantidad de inversores requeridos (16) y a la cantidad total de paneles (267), es posible determinar que cada inversor recibirá la energía de entre 16 y 17 paneles. Cada inversor cuenta con la posibilidad de realizar 2 conexiones independientes (MPPT), a una corriente máxima de 18,6 amperios y una tensión máxima de 800 voltios cada una de ellas.

La corriente de corto circuito de los paneles a emplear es de 18,21 amperios, por lo que no es posible realizar configuraciones en paralelo al mismo punto de conexión del inversor (MPPT) dado que se superaría la corriente máxima. En cuanto a la tensión de circuito abierto (V_{oc}) de los paneles es de 41,20 voltios, y para garantizar una distribución equitativa entre los MPPT del inversor, las conexiones admitirán entre 8 y 9 en serie.

El voltaje de entrada al inversor está dado por la Ecuación 10, donde al reemplazar para 8 y 9 paneles obtenemos que

$$V_{in}\ Inversor = 8\ x\ 1{,}25\ x\ 41{,}20 = 412\ Voltios$$

$$V_{in}\ Inversor = 9\ x\ 1{,}25\ x\ 41{,}20 = 463{,}5\ Voltios$$

De esta forma, ninguna de las conexiones a los 2 MPPT supera el máximo permitido por el inversor para estas de 800 voltios.

4.2.4 Escenario 4 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 50%

Este escenario emplea el mismo tipo de sistema que el escenario anterior, pero sólo se contempla cubrir la mitad de la potencia total requerida por el conjunto residencial.

- **Cálculo de paneles solares**

Al igual que en el escenario dos, la capacidad requerida ya es conocida, y dado que se usarán los mismos paneles para todos los escenarios, sabemos que la cantidad de paneles requeridos en este escenario también será de 133.

- **Cálculo de baterías**

Al igual que en el escenario anterior, para el cálculo de las baterías hay que tener en cuenta la Ecuación 11 y la Ecuación 12

Las baterías seleccionadas para ser usadas son las mismas del escenario anterior, de litio, con voltaje de 24 voltios, 200 amperios hora, de ciclo profundo con una profundidad de la descarga del 80%. La autonomía que se espera del sistema es de 1 día. Una vez conocidos estos datos, se procede a reemplazar los valores en la Ecuación 11 y la Ecuación 12, como se muestra a continuación

$$C_{Bat}\ (Wh) = \frac{314600\left(\frac{KW}{h}\right)\ x\ 1}{0{,}8\ x\ 1{,}06} = 370.990{,}57\ Wh$$

$$C_{Bat}\ (Ah) = \frac{370.990{,}57(Wh)}{24\ V} = 15.457{,}94\ Ah$$

De acuerdo con la capacidad del banco de baterías obtenida, y la corriente nominal de una sola batería, se procede a calcular la cantidad total de baterías requeridas para el banco. Para esto, se reemplazan los valores en la Ecuación 13

$$\#\ Baterías = \frac{15.457{,}94\ (Ah)}{200\ (Ah)} = 77{,}29\ \approx 78$$

El sistema requeriría un total de 78 baterías en el banco de baterías en este escenario híbrido.

- **Cálculo del inversor**

Al igual que el escenario anterior, para el cálculo del inversor, los equipos que se pretende utilizar son de 10 KW, una de las potencias más altas que se encuentra disponible en el

mercado De este modo, se procede a calcular la cantidad de inversores reemplazando en la Ecuación 9.

$$\#\ Inversores = \frac{133\ x\ 590}{10.000} = 7{,}85\ \approx 8\ inversores$$

Es decir que los 113 paneles que contemplan el 50% de cobertura de este escenario, requieren 8 inversores de 10KW cada uno.

- **Configuración del arreglo de los paneles fotovoltaicos**

De acuerdo con la cantidad de inversores requeridos (8) y a la cantidad total de paneles (133), es posible determinar que cada inversor recibirá la energía de entre 16 y 17 paneles. Cada inversor cuenta con la posibilidad de realizar 2 conexiones independientes (MPPT), a una corriente máxima de 18,6 amperios y una tensión máxima de 800 voltios cada una de ellas.

La corriente de corto circuito de los paneles a emplear es de 18,21 amperios, por lo que no es posible realizar configuraciones en paralelo al mismo punto de conexión del inversor (MPPT) dado que se superaría la corriente máxima. En cuanto a la tensión de circuito abierto (V_{oc}) de los paneles es de 41,20 voltios, y para garantizar una distribución equitativa entre los MPPT del inversor, las conexiones admitirán entre 8 y 9 en serie.

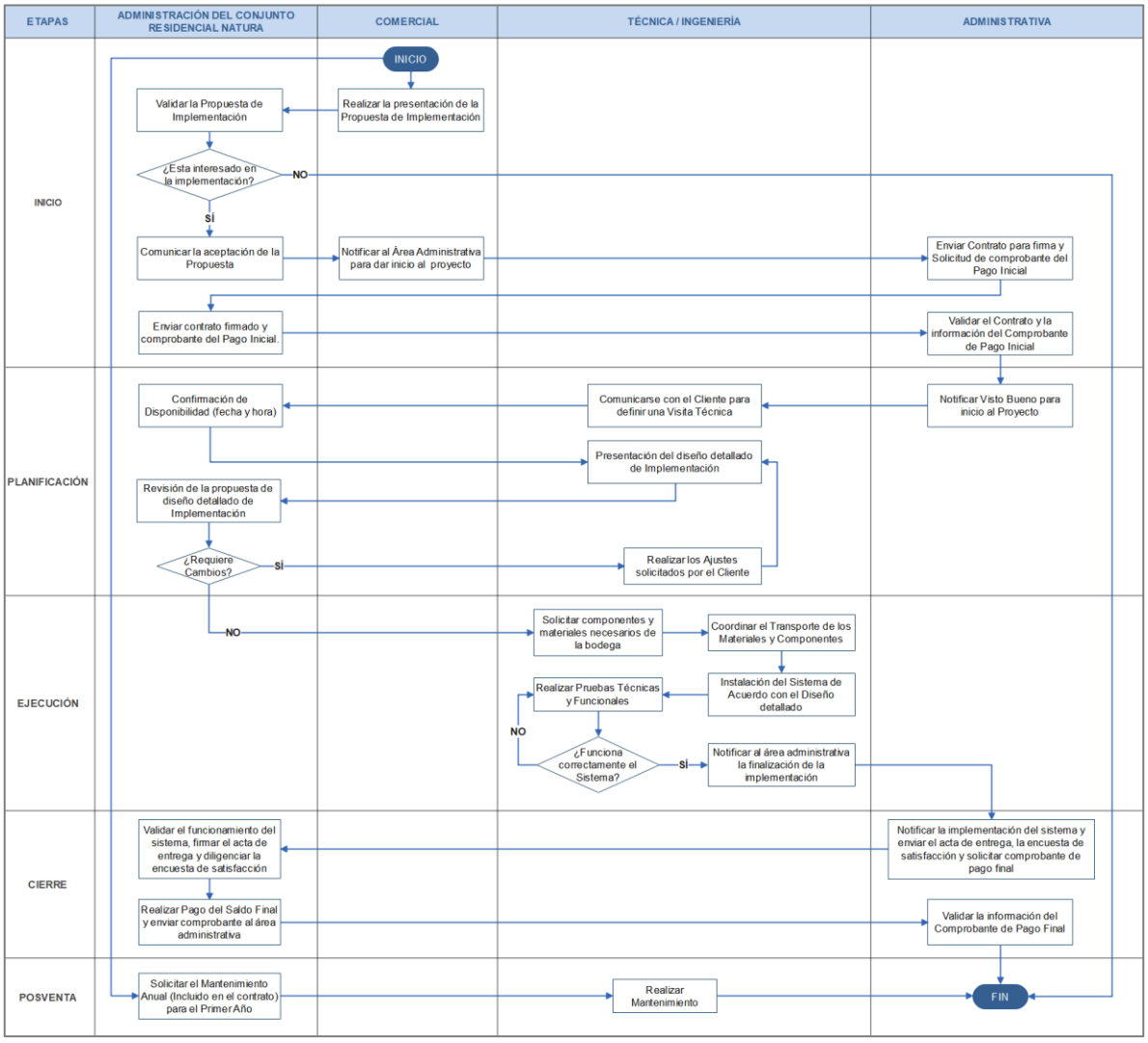
Estos datos a nivel técnico. corresponden a la misma configuración encontrada para el escenario tres, por lo que sus valores serán los mismos, pero con 8 inversores en vez de 16.

4.3 DIAGRAMAS DE PROCESO

En la Figura 25 se presentan cada una de las etapas las cuales están relacionadas con los procesos que tiene el proyecto, desde la presentación de la propuesta a la administración del conjunto residencial Natura, hasta su aceptación, implementación y mantenimiento.

Figura 25. *Diagrama de Procesos*

Fuente: Elaboración Propia



Como se pudo observar, las fases presentadas son:

- **Inicio:** Incluye la presentación, aceptación de la propuesta y los trámites administrativos necesarios para dar inicio al proyecto.

- **Planificación:** En esta fase, se acuerda una visita técnica para tomar datos exactos para realizar el diseño a detalle, el cual será presentado a la administración para su aprobación antes de la implementación

- **Ejecución:** En esta fase, se seleccionan y transportan los componentes y recursos necesarios para la implementación, se realiza el montaje del sistema y se realizan pruebas funcionales.

- **Cierre:** Con la confirmación del éxito de las pruebas funcionales, se procede a notifica al cliente que el sistema esta funcional para su respectiva revisión y aceptación a través del acta de entrega, la cual lleva adjunta la encuesta de satisfacción.

- **Posventa:** De acuerdo con la propuesta realizada y lo definido en el contrato, se realiza el mantenimiento correspondiente del año siguiente a la implementación.

4.4 TAMAÑO DEL SISTEMA

Para definir el tamaño y distribución del sistema requerido en el proyecto, se tomó como base la metodología “Systematic Layout Planning - SLP”, la cual utiliza criterios cualitativos para la resolución de problemas asociados a la distribución en planta ya sea para distribuciones existentes o nuevas distribuciones, como lo es en este caso.

4.4.1 Análisis de distribución entre Actividad / Área

Para evaluar las relaciones entre las actividades o áreas funcionales de forma lógica, la metodología SLP define 5 niveles los cuales representan de manera descendente la necesidad de proximidad entre áreas, estos niveles se identifican con una vocal y un color tal y como se observa en la Tabla 21.

Tabla 21. *Tipos de Relación entre áreas*

Fuente: Elaboración propia basada en la Metodología Systematic Layout Planning - SLP

CONVENCIÓN	ID	TIPO DE RELACIÓN
	**A**	Absolutamente indispensable que este cerca
	**E**	Especial
	**I**	Importante
	**O**	Ordinal o Normal
	**U**	Sin importancia
	**X**	Indispensablemente que se encuentren lejos

Así mismo, es importante identificar el tipo de actividad / área funcional, para esto, la metodología SLP proporciona la Tabla 22, en donde se define 4 tipos de Actividad / Área y el símbolo asociado a cada una, los cuales se utilizarán en la siguiente sección.

Tabla 22. *Tipo de Actividad / Área*

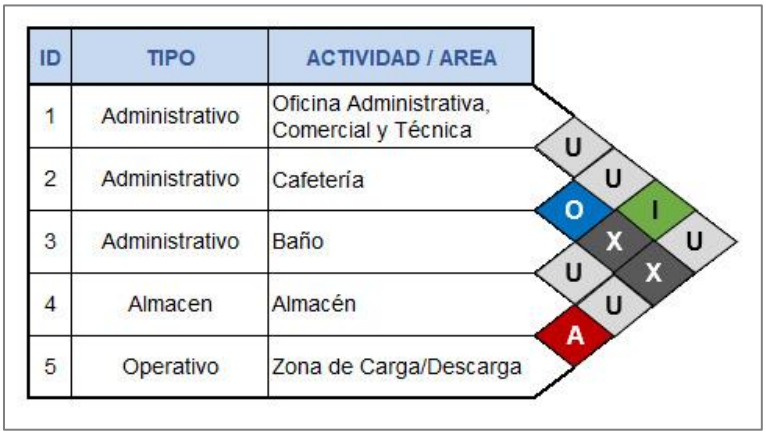
Fuente: Elaboración propia basada en la Metodología Systematic Layout Planning - SLP

CONVENCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD / ÁREA
	Administrativa
	Operativa
	Taller
	Almacén

Con base en las definiciones y convenciones proporcionadas por la metodología SLP, se procede con el diseño del diagrama de actividades como se observa en la Figura 26, en el cual se listan las Actividades / Áreas asociadas con el proyecto y su relación entre sí.

Figura 26. *Diagrama de Actividades*

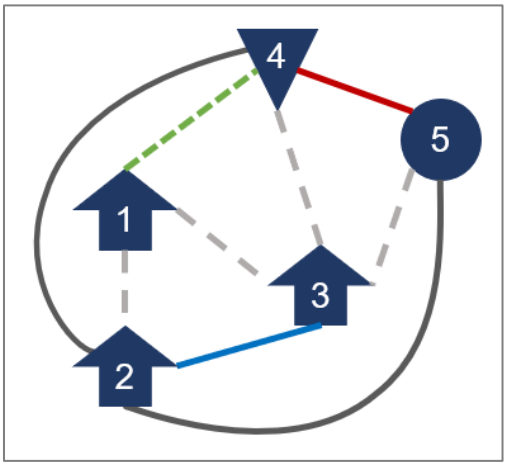
Fuente: Elaboración propia basada en la Metodología Systematic Layout Planning - SLP



De acuerdo con la información proporcionada por el diagrama de actividades, se desarrolló el diagrama relacional de las actividades / áreas como se visualiza en la Figura 27, teniendo en cuenta el tipo de relación para identificar que tan cerca o lejos deben estar entre sí.

Figura 27. *Diagrama Relacional de Actividades*

Fuente: Elaboración propia basada en la Metodología Systematic Layout Planning - SLP



4.4.2 Cálculo de áreas

Ahora, se procede a realizar el cálculo del área necesarias para la ubicación de los departamentos definidos, como se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23. *Estimación de áreas por Actividad / Área Funcional*

Fuente: Elaboración propia basada en la Metodología Systematic Layout Planning - SLP

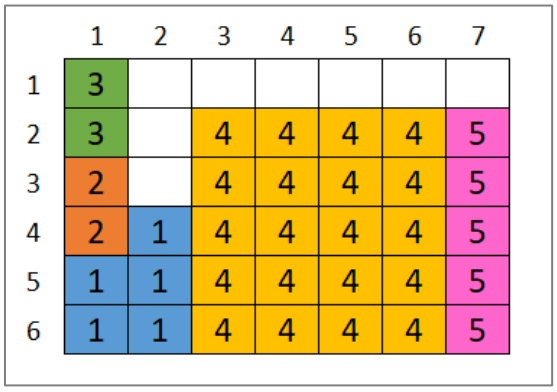
ID	TIPO	ACTIVIDAD / ÁREA FUNCIONAL	ÁREA (M^2)
1	Administrativo	Oficina Administrativa, Comercial y Técnica	10
2	Administrativo	Cafetería	4
3	Administrativo	Baño	4
4	Almacén	Almacén	40
5	Operativo	Zona de Carga/Descarga	10
Área total (m^2)			**68**

4.4.3 Propuesta de Distribución de Planta

Con base en el diagrama relacional y el cálculo de áreas por Actividad / Área Funcional, se define un factor de escala de 2 teniendo en cuenta las dimensiones de 2x2 metros. De esta manera, se define en la Figura 28 la propuesta de distribución de la planta.

Figura 28. *Propuesta Distribución en Planta*

Fuente: Elaboración propia basada en la Metodología Systematic Layout Planning - SLP



De acuerdo con esta distribución, se requiere un espacio o predio de 84m^2, teniendo en cuenta las áreas identificadas y el espacio necesario para poder transitar sin problema entre las mismas.

4.5 RECURSOS

De acuerdo con los tiempos de ejecución definidos para el proyecto en el numeral 4.1, se procede a realizar el análisis de capacidad para cada escenario. Así mismo, se proporciona la siguiente información general:

- Durante las etapas del proyecto, se estima un solo turno de 8 horas diarias de lunes a viernes en horario diurno (8 am a 5 pm), con una hora de almuerzo y una pausa activa al día de 15 minutos de duración.
- Las vacaciones no serán de manera colectiva
- Los tiempos de enfermedad ascienden al 4% anual y los de ausentismo en 2% anual. Estos valores se calcularán en proporción de acuerdo con el escenario.

La Tabla 24 muestra el cálculo del tiempo disponible del operario para cada uno de los escenarios.

Tabla 24. *Cálculo del tiempo disponible del operario*

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETROS OPERARIO	UNIDAD	VALOR			
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Enfermedad	%	2,14%	1,44%	2,47%	1,60%
Ausentismo	%	1,07%	0,72%	1,23%	0,80%
Paradas por turno	min	15	15	15	15
Día de la familia	Horas	8	8	8	8
Vacaciones	Días	8	5	9	6
Días Laborales	Días	195	131	225	146
Horas laboradas	Por Día	8	8	8	8

PARÁMETROS OPERARIO	UNIDAD	VALOR			
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Días laborales	Horas	1.560	1.048	1.800	1.168
Tiempo Disponible Operario	**Horas Año**	1.393,19	943,88	1.600,24	1.050,12

En la Tabla 25, se definen los pasos de trabajo y/o actividades a realizar para la implementación del sistema y el número de operarios, de acuerdo con la información definida al inicio de este numeral, para cada uno de los escenarios.

Tabla 25. *Análisis de Capacidad*

Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD	ID ACT.	OPERARIOS			
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
INICIO					
Notificación al área administrativa para dar inicio al proyecto	A	0,01	0,01	0,00	0,01
Firma del contrato por las partes interesadas	B	0,05	0,07	0,04	0,06
Validar el pago inicial para la ejecución del proyecto	C	0,03	0,04	0,02	0,04
PLANIFICACIÓN					
Notificar al área Técnica / Ingeniería para Inicio del proyecto	D	0,01	0,01	0,00	0,01
Agendar la visita técnica en Sitio	E	0,02	0,03	0,01	0,02
Realizar Visita Técnica en Sitio	F	0,05	0,07	0,04	0,06
Realizar Diseño de implementación detallado	G	0,09	0,13	0,07	0,11
Revisión, ajustes y aprobación del diseño detallado	H	0,03	0,04	0,02	0,04
EJECUCIÓN					
Solicitud de Componentes y Materiales a la Bodega	I	0,01	0,01	0,00	0,01
Transporte de Componentes y Materiales a sitio	J	0,06	0,08	0,05	0,08
Instalación del Sistema	K	0,55	0,41	0,58	0,44

ACTIVIDAD	ID ACT.	OPERARIOS			
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Ejecución de Pruebas Técnicas y Funcionales	L	0,18	0,14	0,21	0,16
CIERRE					
Notificación y revisión de la implementación del sistema	M	0,02	0,03	0,02	0,03
Envío y firma del acta de entrega	N	0,01	0,01	0,00	0,01
Validar pago final de la ejecución del proyecto	O	0,02	0,03	0,01	0,02
Envío y diligenciamiento de la encuesta de satisfacción	P	0,01	0,02	0,01	0,02
Numero de Operarios	-	**1,12**	**1,11**	**1,12**	**1,11**

Las anteriores actividades pueden ser agrupadas de acuerdo con el área a la que pertenecen, por lo que varias de ellas pueden simplificarse en un solo operario.

- Las actividades B, C, D, E, K, L, M, N, O y P, pueden ser desempeñadas por un solo operario encargado del área de administrativa, quien también estará apoyando el área Técnica/Ingeniería.
- Las actividades A, F, G, H, I, J, K y L pueden ser desempeñadas por un solo operario encargado del área comercial, quien también estará apoyando el área Técnica/Ingeniería.

Finalmente, se obtiene un total de 2 operarios en las áreas previamente definidas, para cada uno de los escenarios, como se describe en la Tabla 26.

Tabla 26. *Número de puestos de trabajo por Áreas*

Fuente: Elaboración propia

ÁREAS	# DE OPERARIOS
Administrativa y Técnica/Ingeniería	1
Comercial y Técnica/Ingeniería	1

4.6 MATERIALES

Los materiales que se usarán en las distintas propuestas se describen a continuación

4.6.1 Escenario 1 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 100%

Este escenario está compuesto por los siguientes materiales:

- **Panel Solar**

Para los cuatro escenarios propuestos, se hará uso del panel solar monocristalino RSM120-8-590M de la marca Risen Energy, el cual cuenta con las características principales mostradas en la Figura 29

Figura 29. *Características técnicas principales del Panel solar seleccionado*

Fuente: (Risen Energy CO., 2021)

Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	**590**
Open Circuit Voltage-Voc(V)	41.20
Short Circuit Current-Isc(A)	18.21
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	34.32
Maximum Power Current-Impp(A)	17.20
Module Efficiency (%) ★	20.8

- **Inversor**

Para este escenario, el inversor utilizado fue el SUN2000-60KTL-M0 de la marca Huawei, cuyas características técnicas principales son mostradas en la Figura 30

Figura 30. *Características técnicas principales del inversor seleccionado*

Fuente: (Huawei, 2020)

Especificaciones técnicas	SUN2000-60KTL-M0
	Eficiencia
Máxima eficiencia	98.9% @480 V; 98.7% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.7% @480 V; 98.5% @380 V / 400 V
	Entrada
Tensión máxima de entrada [1]	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	22 A
Corriente de cortocircuito máxima	30 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT [2]	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Cantidad de MPPTs	6
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2
	Salida
Potencia activa	60,000 W
Max. Potencia aparante de CA	66,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	66,000 W
Tensión nominal de salida	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, por defecto 3W + N + PE; 3W + PE opcional en configuraciones; 277 V / 480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V
Max. intensidad de salida	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%

- **Medidor Bidireccional**

Para los cuatro escenarios propuestos, se hará uso del medidor bidireccional polifásico MT174 de la marca ISKRAEMECO, cuyas características técnicas principales se muestran en la Figura 31

Figura 31. *Características técnicas principales del medidor bidireccional*

Fuente: (ISKRAEMECO, 2018)

Especificaciones técnicas			MT174-D2 DIN	MT174-T1 DIN
Tensión nominal		Un	3x120/208 V	
Rango de tensión			0,8 - 1,15 Un	
Corriente	Corriente base	In	5 A	1 A
	Corriente máxima	Imax	120 A	6 A
Clase de Exactitud	Energía activa		Clase 1 (IEC 62053-21 NTC 4052)	
	Energía reactiva		Clase 2 (IEC 62053-23 NTC 4569)	
	Energía aparente		Clase 2	
Reloj tiempo real	Precisión		Mejor que ± 3 min/año a 23°C	
	Alimentación de respaldo		Pila Li: 5 años operac. hasta 20 años	
Rango temp. IEC 62052-11	Operación		-40°C...+60°C, extend. -40°C...+70°C	
	Almacenamiento		-40°C ... +80°C	
Protección ingreso polvo y agua			IP54	
Consumo			0.6 W / 10 VA (sin RS485) 0.8 W / 10 VA (con RS 485)	
Pantalla de cristal líquido				

4.6.2 Escenario 2 – Sistema Fotovoltaico On Grid – 50%

Este escenario está compuesto por los siguientes materiales

- **Panel Solar**

Descrito en el escenario 1

- **Inversor**

Para este escenario, el inversor utilizado fue el SUN2000-100KTL-M1 de la marca Huawei, cuyas características técnicas principales son mostradas en la Figura 32.

Figura 32. *Características técnicas principales del inversor seleccionado*

Fuente: (Huawei, 2018)

Efficiency	
Max. Efficiency	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
Input	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Number of Inputs	20
Number of MPP Trackers	10
Output	
Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosϕ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. Output Current	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

- **Medidor Bidireccional**

Descrito en el escenario 1

4.6.3 Escenario 3 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 100%

Este escenario está compuesto por los siguientes materiales

- **Panel Solar**

Descrito en el escenario 1

- **Baterías**

Para este escenario, las baterías planteadas fueron las baterías de litio 24V 200Ah de la marca NextCity Labs, cuyas características técnicas principales son mostradas en la Figura 33.

Figura 33. *Características técnicas principales de las baterías seleccionadas*

Fuente: (NextCity Labs, 2020)

Referencia	NCL-LFPO-24100	NCL-LFPO-24120	NCL-LFPO-24150	NCL-LFPO-24200
Composición	$Li\text{-}FePO_4$	$Li\text{-}FePO_4$	$Li\text{-}FePO_4$	$Li\text{-}FePO_4$
Voltaje Nominal	25.6V	25.6V	25.6V	25.6V
Resistencia interna	≤30mΩ	≤30mΩ	≤30mΩ	≤30mΩ
Capacidad Nominal	100AH	120AH	150Ah	200AH
Energía Nominal	2560WH	3072WH	3840WH	5120WH
Corriente Max carga	100A	120A	150A	200A
Corriente Max descarga	100A	120A	150A	200A
Corriente recomendada carga	60A	72A	90A	120A
Corriente recomendada descarga	60A	72A	90A	120A
Voltaje de carga	20-29.2V	20-29.2V	20-29.2V	20-29.2V
Voltaje de descarga	25.6-29.2V	25.6-29.2V	25.6-29.2V	25.6-29.2V
BMS	Integrado, inteligente y de bajo consumo (con sistema de control del voltaje del sistema, voltaje de celdas, corriente, temperatura de batería y temperatura de celdas.			
Temperatura de trabajo	-20°C a 60°C descarga / 0°C a 45°C carga			
Temperatura de almacenamiento	-20 a 25°C (menos de un año) / -20°C - 40°C (menos de tres meses) / -20°C a 65°c (menos de 7 días)			
Humedad	15-85% (sin condensación)			
Vida Útil@80%DOD	>6000 ciclos	>6000 ciclos	>6000 ciclos	>6000 ciclos
Garantía	5 años			
Peso	28Kg	31Kg	39Kg	50Kg
Dimensiones	482x400x178mm	482x400x178mm	482x400x178mm	482x400x178mm

- **Inversor**

Para este escenario, el inversor utilizado fue el InfiniSolar 3P 10KW de la marca Voltronic Power, cuyas características técnicas principales son mostradas en la Figura 34.

Figura 34. *Características técnicas principales del inversor seleccionado*

Fuente: (Voltronic Power, 2020)

MODEL	InfiniSolar 2KW	InfiniSolar Plus 3KW	InfiniSolar Pro 3KW	InfiniSolar Plus 5KW	InfiniSolar 3P 10KW
PHASE	1-phase in / 1-phase out				3-phase in / 3-phase out
MAXIMUM PV INPUT POWER	2250 W	4500 W	4500 W	10000 W	14850 W
RATED OUTPUT POWER	2000 W	3000 W	3000 W	5000 W	10000 W
MAXIMUM CHARGING POWER	1200 W		1200 W	4800 W	9600 W
GRID-TIE OPERATION					
PV INPUT (DC)					
Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage	300 VDC / 350 VDC	360 VDC / 500 VDC	360 VDC / 500 VDC	720 VDC / 900 VDC	720 VDC / 900 VDC
Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage	80 VDC / 120 VDC	116 VDC / 150 VDC	116 VDC / 150 VDC	225 VDC / 250 VDC	320 VDC / 350 VDC
MPP Voltage Range	120 VDC ~ 320 VDC	250 VDC ~ 450 VDC	250 VDC ~ 450 VDC	250 VDC ~ 850 VDC	400 VDC ~ 800 VDC
Number of MPP Trackers / Maximum Input Current	1 / 1 x 15 A	1 / 1 x 18 A	1 / 1 x 18 A	2 / 2 x 10 A	2 / 2 x 18.6A
GRID OUTPUT (AC)					
Nominal Output Voltage	101/110/120/127 VAC	208/220/230/240 VAC			230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P)
Output Voltage Range	88 - 127 VAC*	184 - 265 VAC*			184 - 265 VAC* per phase
Nominal Output Current	18 A	13 A	13 A	21 A	14.5A per phase
Power Factor	> 0.99				
EFFICIENCY					
Maximum Conversion Efficiency (DC/AC)	95%	96%			
European Efficiency@ Vnominal	94%	95%			

4.6.4 Escenario 4 – Sistema Fotovoltaico Híbrido – 50%

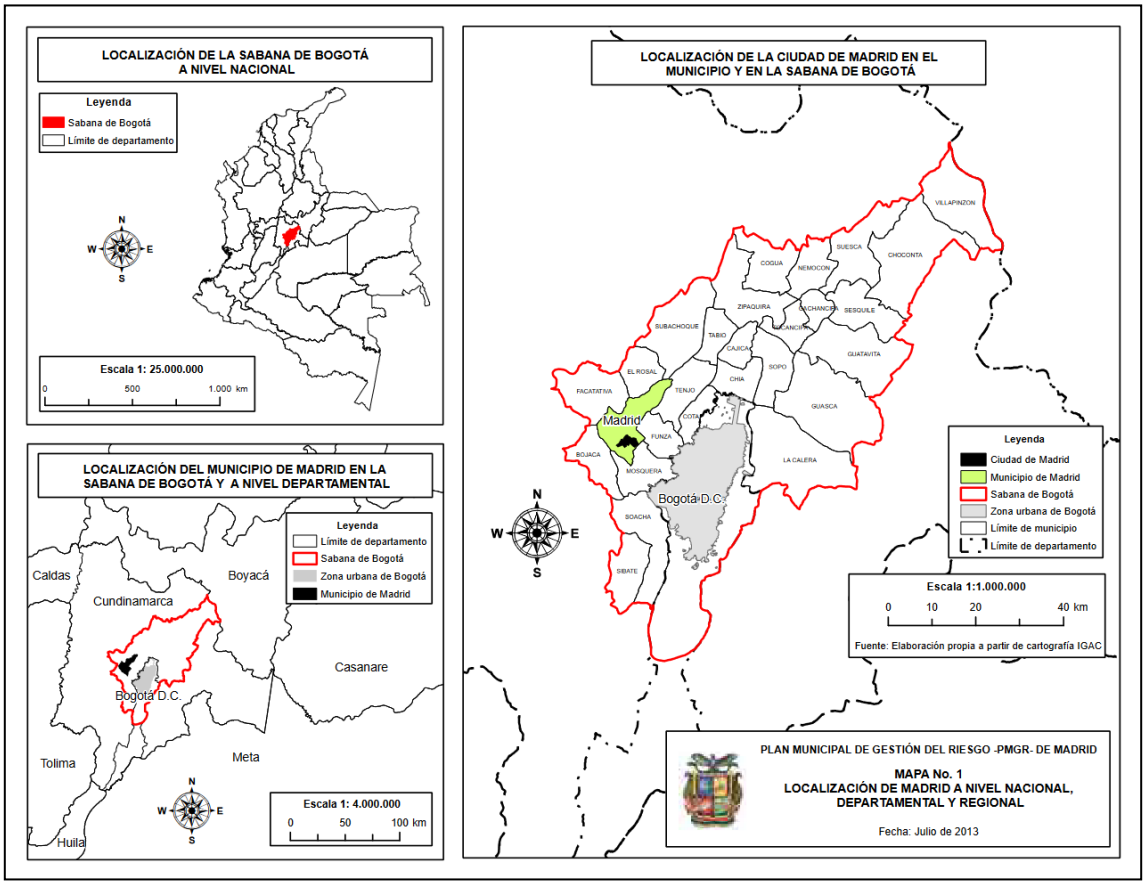
Los materiales de este escenario son los mismos empleados en el escenario 3, pero las cantidades a usar son distintas.

4.7 MACROLOCALIZACIÓN

El proyecto se desarrolla en el municipio de Madrid, el cual está ubicado en el departamento de Cundinamarca en Colombia, así mismo, hace parte de la sabana de Bogotá (capital del país), tal y como se observa en la Figura 35.

Figura 35. *Localización de Madrid, Cundinamarca.*

Fuente: (Alcaldía de Madrid, 2000)



El municipio de Madrid limita con los municipios de Mosquera, Funza, Tenjo, El Rosal, Subachoque, Facatativá, y Bojacá. Tiene una extensión total de 120.5 km^2 (7.5 km^2 urbana y 113 km^2 rural), temperatura media de 14°C y está a una distancia de 21 km de Bogotá. Su economía principal está basada en la industria, agricultura, ganadería y floricultura (Alcaldía de Madrid, 2018)

4.8 MICROLOCALIZACIÓN

El proyecto se centra en el conjunto residencial Natura, como lo muestra la Figura 36, ubicado en la ciudadela la prosperidad en el municipio de Madrid, Cundinamarca.

Figura 36. *Ubicación Conjunto Residencial Natura*

Fuente: (Constructora Las Galias, 2019)



El conjunto residencial Natura es estrato 4 y se localiza en la calle 1 N° 24-70, a dos cuadras de la vía principal Facatativá-Madrid, punto clave que conecta con el centro del municipio, zona de comercio, hospitales, colegios, parques, entre otros.

El conjunto cuenta con 32 torres (30 de 12 pisos y 2 de 11 pisos), cada piso está dividido en 4 apartamentos, para un total de 1.528 apartamentos. Entre sus zonas sociales se encuentran: acuaparque, juegos infantiles, salón comunal, zona BBQ, minigolf, cancha

múltiple y futbol 5, gimnasio biosaludable, piscina para adultos y niños, zona de mascotas, triciclódromo, sauna y turco.

4.9 RESULTADOS

De acuerdo con la información analizada a lo largo de este capítulo, se obtuvieron los equipos necesarios en cada uno de los escenarios planteados, la localización del proyecto y el personal necesario para llevar a cabo el desarrollo de los posibles escenarios planteados.

Tras caracterizar distintas opciones de productos para estos escenarios, se seleccionaron aquellos que mejor cumplían con los requerimientos que se pretenden cubrir, esto con base en su funcionamiento y características técnicas.

Se espera que todas estas alternativas muestren al usuario final solo una pequeña parte de la gran variedad de alternativas disponibles que posee este tipo de sistemas, logrando un impacto positivo en la reducción del cobro de la tarifa energética del conjunto residencial.

Estos escenarios arrojarán distintos indicadores económicos y financieros los cuales serán estudiados más adelante, con el fin de validar o no la viabilidad de estas alternativas planteadas.

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

En este capítulo se aborda la planeación estratégica, compuesta por la misión y la visión. También se describe la estructura organizacional planteada para llevar a cabo la ejecución del proyecto y las competencias de los perfiles necesarios para dichas actividades.

Por otra parte, se abordan algunos factores administrativos y finalmente se describe el impacto laboral que puede generarse con la ejecución del presente proyecto.

5.1 MISIÓN

Ofrecer alternativas de soluciones energéticas renovables de acuerdo con las necesidades del cliente, con calidad, eficiencia y garantía, que permitan mejorar la calidad de vida de las personas disminuyendo los costos asociados al cobro de la energía eléctrica de las zonas comunes y reducir el impacto ambiental, mediante el uso de paneles fotovoltaicos, para los residentes del conjunto residencial Natura en Madrid, Cundinamarca.

5.2 VISIÓN

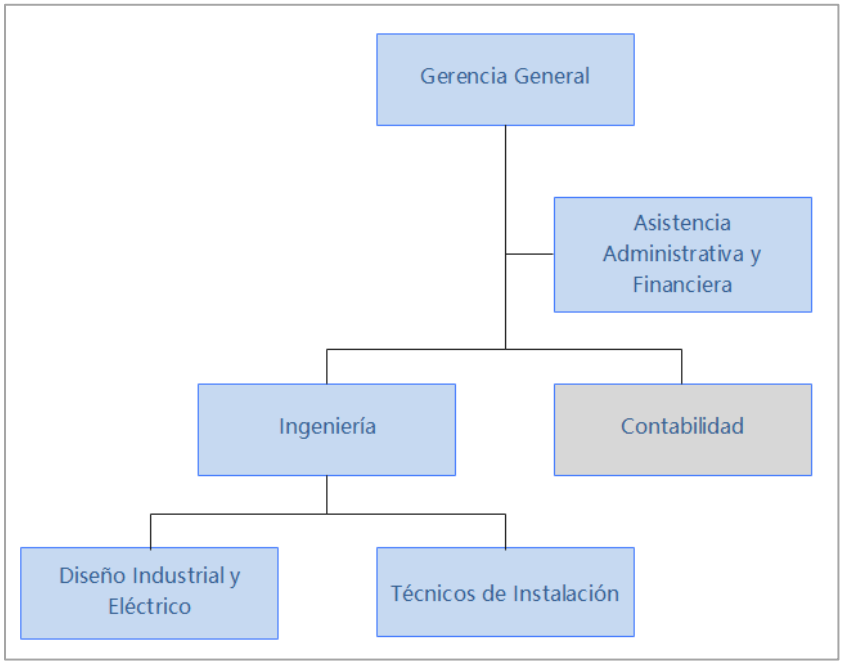
Para el 2027 lograr la cobertura en los 23 conjuntos residenciales restantes de la ciudadela La Prosperidad en Madrid, Cundinamarca, de acuerdo con los requerimientos particulares de cada conjunto y sus habitantes, siendo reconocidos y posicionados en el mercado como referente en el diseño e implementación de soluciones de energía sostenible basada en sistemas fotovoltaicos para este tipo de viviendas.

5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la Figura 37 se muestra la estructura organizacional planteada para la ejecución del proyecto, la cual es de tipo funcional, donde se agrupa a los trabajadores en departamentos de acuerdo con funciones laborales comunes.

Figura 37. *Estructura Organizacional*

Fuente: Elaboración Propia



Como se puede observar en la estructura organizacional, el área de contabilidad se encuentra resaltada, ya que podrá ser tercerizada, mientras las demás, serían directas.

5.4 COMPETENCIAS

De acuerdo con el diagrama organizacional planteado en el numeral inmediatamente anterior, en la Tabla 27 se establecen las competencias para los cargos requeridos

Tabla 27. *Competencias para el desarrollo de funciones*

Fuente: Elaboración Propia

CARGO	PERFIL	COMPETENCIAS
Gerente General	Profesional en Contaduría, Economía, Administración de empresas o Ingeniería con especialización o maestría en áreas financieras o gerenciales. Experiencia profesional mínima de 5 años en cargos similares.	Liderar, dirigir y controlar a nivel administrativo la ejecución de los proyectos de la compañía, manejo de presupuestos, indicadores, informes, estadísticas, seguimiento a ventas, estrategias comerciales y servicio al cliente
Asistente administrativo	Técnico/a o tecnólogo/a en carreras administrativas, contables, ingeniería, mercadeo, o afines. Con o sin experiencia.	Organización y manejo de agenda de gerencia, atención al cliente interno y externo de la empresa, organización, clasificación y direccionamiento de correspondencia, entre otras
Ingeniero de Proyectos	Profesional en ingeniería eléctrica, electrónica o afines. Experiencia de 1 año en diseño de soluciones en el sector de energía fotovoltaica	Diseñar los sistemas fotovoltaicos que le sean asignados de acuerdo con los requerimientos del cliente y a las distintas condiciones que presente la oferta
Técnico de Instalaciones Eléctricas	Técnico o Tecnólogo en electricidad, electrónica o afines. Experiencia de 1 año en instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos	Instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos fotovoltaicos
Contador	Profesional en contabilidad con amplia experiencia de más de 3 años en temas de facturación, registros contables y tributación.	Conocimientos específicos en ICA, rete fuente, IVA, renta, resoluciones y trámites ante la DIAN y otras entidades.

5.5 INFORMACIÓN

De acuerdo con la propuesta e implementación del sistema, se describe en la Tabla 28 las especificaciones administrativas a tener en cuenta.

Tabla 28. *Especificaciones Administrativas*

Fuente: Elaboración propia

TIPO EMPRESA	Sociedad por Acciones Simplificadas (S.A.S)
TIPO DE CONTRATO	Se acuerda con los colaboradores un contrato por Obra – Labor o Labor determinada.
DURACIÓN DEL CONTRATO	El contrato con el cliente (conjunto residencial Natura), se establece por un periodo de tiempo definido, de acuerdo con el escenario seleccionado.
ENTIDAD PROMOTORA DE SALUD - EPS	Se afilia al colaborador a la EPS en la que desea ser afiliado (puede ser la misma EPS que tenía previamente).
ASEGURADORA DE RIESGOS LABORALES – ARL	Seguros Bolívar (Riesgo V)
FONDO DE PENSIONES	Se afilia al colaborador al fondo de pensiones al que se encuentra afiliado.
FONDO DE CESANTÍAS	Se afilia al colaborador al fondo de cesantías al que se encuentra afiliado.
CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR	Compensar
FORMA DE PAGO	El pago a los colaboradores se establece de periodicidad mensual

5.6 IMPACTO LABORAL

Dado que el proyecto se basa en una propuesta de implementación, se garantizan dos empleos directos en caso de ser aceptada la propuesta por parte del conjunto residencial Natura, ya que se requiere de 2 personas directas (formuladores del proyecto), las cuales son copropietarios en el mismo conjunto y una persona tercerizada para temas contables, la cual puede ser habitante del conjunto, la ciudadela “La Prosperidad” o del municipio de Madrid – Cundinamarca, permitiendo así promover empleo dentro de la misma comunidad.

Así mismo, los colaboradores contaran con la respectiva seguridad social (Salud, Pensión y ARL) y prestaciones sociales (Prima de Servicios, Auxilio e Intereses de Cesantías y

Vacaciones) de acuerdo con lo establecido en la Ley Colombiana y adecuadas condiciones de trabajo.

Por otra parte, se espera generar empleos indirectos a nivel nacional a través de la compra de materiales y componentes requeridos, para la instalación del sistema de energía renovable y el transporte de estos.

La posible aceptación y éxito de la presente propuesta puede ser el inicio de una expansión hacia los demás conjuntos residenciales de la ciudadela La Prosperidad, que al ver los resultados en el conjunto residencial Natura, decidan adecuar el mismo tipo de solución. Esto podría generar gran cantidad de empleos y mejoraría la calidad de vida de los habitantes de toda la ciudadela, al mismo tiempo que genera un desarrollo tecnológico positivo en el sector

6. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

En este capítulo se evaluará el proyecto a nivel económico y financiero, para ello se definirán los supuestos que se deberán tener en cuenta de cara a su posible implementación en los escenarios planteados. Así mismo, se evaluarán los costos, los ingresos, el flujo de caja en el horizonte de planeación, el costo de los recursos humanos, equipos y materiales necesarios, Finalmente, se establecerán los principales indicadores financieros del proyecto.

6.1 SUPUESTOS

Los supuestos que se usarán para la elaboración del estudio económico – financiero se describen a continuación

- Se estima que la vida útil del proyecto será de 25 años, esto debido a que el elemento principal en él, el cual es el panel solar, cuenta con este tiempo de vida útil.
- Se estima una degradación anual promedio de 0.5% del sistema, la cual está sujeta a la degradación promedio anual del panel solar, de acuerdo con su hoja técnica
- El impuesto sobre la renta para el proyecto es del 30%.
- De acuerdo con la ley 1715 de 2014, se hará la exclusión de IVA para bienes y servicios relacionados con la implementación de energías renovables. Así mismo, los equipos contarán con depreciación acelerada.
- Se espera que la totalidad de los copropietarios cumplan con el pago de la cuota extraordinaria requerida para la financiación del proyecto, de acuerdo con el escenario seleccionado.
- No se hará uso de apalancamientos en los escenarios que se contemplaron, debido a que la financiación del proyecto proviene de los recursos propios de los copropietarios del conjunto residencial Natura.

- De acuerdo con el comportamiento de la tarifa de energía eléctrica ofertada por ENEL durante los últimos 10 años para el estrato 4, se espera que esta crezca un 4% cada año.
- No se tendrá en cuenta la venta del posible excedente de energía generada a la red.
- El inicio de operación del proyecto se estima para el año 2023.
- De acuerdo con el comportamiento del IPC desde el año 2000, se espera que este aumente 4,81% anualmente
- En los escenarios que hacen uso de baterías para el almacenamiento de energía, se realizará una reinversión de las mismas en el año 15, por cumplimiento de su vida útil. El valor de las mismas será calculado de acuerdo con el IPC acumulado para ese año.
- Todos los escenarios harán uso de una tasa de descuento del 15%

6.2 COSTOS

Los costos asociados al proyecto se encuentran divididos en dos grupos, costos directos y costos indirectos. En los costos directos se encuentran los estudios preliminares del proyecto, los equipos y materiales necesarios para la implementación en cada uno de los escenarios propuestos y los salarios del personal que desempeña las tareas relacionadas con la implementación del proyecto.

Por otra parte, entre los costos indirectos de fabricación se encuentran el arrendamiento de la oficina necesaria para el área administrativa, planeación, diseño y almacenamiento del material, pago de servicios públicos y el mantenimiento del sistema fotovoltaico en cada uno de los escenarios.

La Tabla 29 se muestra los costos de mantenimiento anual por escenario

Tabla 29. *Costos de mantenimiento anual por escenario*

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO	COSTO ANUAL MANTENIMIENTO
Escenario 1	$ 5.400.000
Escenario 2	$ 3.600.000
Escenario 3	$ 8.600.000
Escenario 4	$ 6.800.000

Los valores mostrados anteriormente se ajustarán anualmente de acuerdo con el comportamiento del IPC. Los estudios previos realizados para elaborar la presente propuesta tienen un costo de $26’250.000 COP.

Finalmente, los demás costos serán abordados de manera detallada a lo largo del desarrollo de este capítulo.

6.3 INGRESOS

Los ingresos del proyecto estarán sujetos al ahorro en la tarifa de energía eléctrica tras la implementación del proyecto, estos variarán de acuerdo con los escenarios planteados en el numeral 4.1, los cuales difieren en la capacidad de generación y en la implementación o no de almacenamiento de energía a través de baterías.

Para los cálculos de los ingresos en cada uno de los escenarios se hace uso de los supuestos definidos al inicio del capítulo, donde se estimó que la degradación anual de los paneles en su desempeño será del 0,5%, y que el costo del valor del KW/h ofertado por ENEL tendrá un aumento anual del 4%. No se tendrán en cuenta la venta de los posibles excedentes de energía generados por el sistema.

6.3.1 Ingresos del Escenario 1

Este escenario contempla suplir en un 100% la energía requerida por las zonas comunes del conjunto residencial sin hacer uso de baterías para el almacenamiento de energía. La

Tabla 30 contempla los ingresos a lo largo de los 25 años de vida útil del proyecto bajo los supuestos mencionados anteriormente.

Tabla 30. *Ingresos del escenario 1 a lo largo de la vida útil del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

AÑO	EFICIENCIA	TOTAL GENERACIÓN (KW/H)	TARIFA KW/H	TOTAL INGRESOS
2023	100%	226843,32	$ 717,37	$ 162.730.592,47
2024	99,5%	225709,10	$ 746,06	$ 168.393.617,09
2025	99,0%	224574,89	$ 775,91	$ 174.249.314,73
2026	98,5%	223440,67	$ 806,94	$ 180.304.038,39
2027	98,0%	222306,45	$ 839,22	$ 186.564.341,04
2028	97,5%	221172,24	$ 872,79	$ 193.036.981,45
2029	97,0%	220038,02	$ 907,70	$ 199.728.930,14
2030	96,5%	218903,80	$ 944,01	$ 206.647.375,55
2031	96,0%	217769,59	$ 981,77	$ 213.799.730,31
2032	95,5%	216635,37	$ 1.021,04	$ 221.193.637,65
2033	95,0%	215501,15	$ 1.061,88	$ 228.836.978,01
2034	94,5%	214366,94	$ 1.104,36	$ 236.737.875,78
2035	94,0%	213232,72	$ 1.148,53	$ 244.904.706,20
2036	93,5%	212098,50	$ 1.194,47	$ 253.346.102,46
2037	93,0%	210964,29	$ 1.242,25	$ 262.070.962,88
2038	92,5%	209830,07	$ 1.291,94	$ 271.088.458,38
2039	92,0%	208695,85	$ 1.343,62	$ 280.408.039,98
2040	91,5%	207561,64	$ 1.397,37	$ 290.039.446,57
2041	91,0%	206427,42	$ 1.453,26	$ 299.992.712,82
2042	90,5%	205293,20	$ 1.511,39	$ 310.278.177,26
2043	90,0%	204158,99	$ 1.571,85	$ 320.906.490,51
2044	89,5%	203024,77	$ 1.634,72	$ 331.888.623,74
2045	89,0%	201890,55	$ 1.700,11	$ 343.235.877,25
2046	88,5%	200756,34	$ 1.768,11	$ 354.959.889,24
2047	88,0%	199622,12	$ 1.838,84	$ 367.072.644,78

6.3.2 Ingresos del Escenario 2

Este escenario contempla suplir en un 50% la energía requerida por las zonas comunes del conjunto residencial, sin hacer uso de baterías para el almacenamiento de energía. La Tabla 31 contempla los ingresos a lo largo de los 25 años de vida útil del proyecto bajo los supuestos mencionados anteriormente.

Tabla 31. *Ingresos del escenario 2 a lo largo de la vida útil del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

AÑO	EFICIENCIA	TOTAL GENERACIÓN (KW/H)	TARIFA KW/H	TOTAL INGRESOS
2023	100%	112996,80	$ 717,37	$ 81.060.514,42
2024	99,5%	112431,82	$ 746,06	$ 83.881.420,32
2025	99,0%	111866,83	$ 775,91	$ 86.798.301,87
2026	98,5%	111301,85	$ 806,94	$ 89.814.323,67
2027	98,0%	110736,86	$ 839,22	$ 92.932.749,93
2028	97,5%	110171,88	$ 872,79	$ 96.156.947,38
2029	97,0%	109606,90	$ 907,70	$ 99.490.388,22
2030	96,5%	109041,91	$ 944,01	$ 102.936.653,22
2031	96,0%	108476,93	$ 981,77	$ 106.499.434,79
2032	95,5%	107911,94	$ 1.021,04	$ 110.182.540,24
2033	95,0%	107346,96	$ 1.061,88	$ 113.989.895,04
2034	94,5%	106781,98	$ 1.104,36	$ 117.925.546,15
2035	94,0%	106216,99	$ 1.148,53	$ 121.993.665,52
2036	93,5%	105652,01	$ 1.194,47	$ 126.198.553,57
2037	93,0%	105087,02	$ 1.242,25	$ 130.544.642,79
2038	92,5%	104522,04	$ 1.291,94	$ 135.036.501,47
2039	92,0%	103957,06	$ 1.343,62	$ 139.678.837,41
2040	91,5%	103392,07	$ 1.397,37	$ 144.476.501,82
2041	91,0%	102827,09	$ 1.453,26	$ 149.434.493,25
2042	90,5%	102262,10	$ 1.511,39	$ 154.557.961,59
2043	90,0%	101697,12	$ 1.571,85	$ 159.852.212,21
2044	89,5%	101132,14	$ 1.634,72	$ 165.322.710,14
2045	89,0%	100567,15	$ 1.700,11	$ 170.975.084,36
2046	88,5%	100002,17	$ 1.768,11	$ 176.815.132,19
2047	88,0%	99437,18	$ 1.838,84	$ 182.848.823,71

6.3.3 Ingresos del Escenario 3

Este escenario contempla suplir en un 100% la energía requerida por las zonas comunes del conjunto residencial haciendo uso de baterías para el almacenamiento de energía. Este escenario tiene los mismos ingresos del escenario 1 mostrados en la Tabla 30 , ya que las baterías no afectan los ingresos proyectados.

6.3.4 Ingresos del Escenario 4

Este escenario contempla suplir en un 50% la energía requerida por las zonas comunes del conjunto residencial haciendo uso de baterías para el almacenamiento de energía. Este escenario tiene los mismos ingresos del escenario 1 mostrados en la Tabla 31 , ya que las baterías no afectan los ingresos proyectados.

6.4 RECURSOS HUMANOS

De acuerdo con el número de recursos calculados en el numeral 4.5, se describe en la Tabla 32, los salarios mensuales del personal de la nómina.

Tabla 32. *Cargos, Funciones y Salario*

Fuente: Elaboración propia

CARGO	FUNCIONES	SALARIO MENSUAL
Administrativo y Técnico	Realizar trámites administrativos y legales al inicio, durante y al final del proyecto (Contrato, facturación, notificaciones, actas, entre otros).	$ 5.000.000
	Apoyar en la implementación del sistema y en la ejecución de las pruebas técnicas y funcionales	
Comercial y Técnico	Realizar la gestión comercial previo a la aceptación de la oferta y en el momento de la aceptación.	$ 5.250.000
	Diseñar a detalle la implementación del sistema, implementar el sistema y ejecutar las pruebas técnicas y funcionales	

A continuación, en la Tabla 33 se calcula las prestaciones sociales, los aportes parafiscales y la seguridad social para cada uno de los colaboradores, dado como resultado el valor total de la nómina mensual.

Tabla 33. *Nómina total Mensual*

Fuente: Elaboración propia basado en la Normativa del Ministerio de Trabajo

ÍTEM	OBLIGACIONES EMPLEADOR	ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO	COMERCIAL Y TÉCNICO
Salario Mensual			
Salario Base	-	$ 5.000.000	$ 5.250.000
Subsidio de Transporte	$ 117.172	0	0
Salario Total	Salario Base + Sub. Transporte	5.000.000	5.250.000
Prestaciones Sociales			
Prima de Servicios	8,33%	$ 416.667	$ 437.500
Cesantías	8,33%	$ 416.667	$ 437.500
Intereses cesantías	12,00%	$ 50.000	$ 52.500
Vacaciones	4,17%	$ 208.350	$ 218.768
Aportes Parafiscales			
SENA	2,00%	0	0
ICBF	3,00%	0	0
Caja de Compensación Familiar	4,00%	$ 200.000	$ 210.000
Seguridad Social			
Salud	8,50%	$ 425.000	$ 446.250
Pensión	12,00%	$ 600.000	$ 630.000
ARL (Riesgo V)	6,96%	$ 348.000	$ 365.400
Costo Mensual		**$ 7.664.683**	**$ 8.047.918**
Nómina Total Mensual		**$ 15.712.601**	

Así mismo, dado que cada escenario se estima con un tiempo diferente de ejecución debido a la capacidad propuesta, en la Tabla 34 se estima el costo asociado de la nómina total del proyecto por cada uno de los escenarios.

Tabla 34. *Nómina total del Proyecto por Escenario*

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO	ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO	COMERCIAL Y TÉCNICO	COSTO TOTAL
Escenario 1	$ 49.820.442	$ 52.311.464	$ 102.131.905
Escenario 2	$ 33.494.666	$ 35.169.399	$ 68.664.066
Escenario 3	$ 57.485.125	$ 60.359.381	$ 117.844.506
Escenario 4	$ 37.327.008	$ 39.193.358	$ 76.520.366

6.5 INFRAESTRUCTURA FÍSICA

De acuerdo con el numeral 4.4, se requiere un área de 84m^2 para temas administrativos y de almacén, por lo tanto, en la Tabla 35 se detallan los gastos asociados a la infraestructura física requerida.

Tabla 35. *Cálculo de Infraestructura física*

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	PAGO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Arriendo (Escenario 1)	Mensual	$ 2.300.000	7	$ 16.100.000
Arriendo (Escenario 2)	Mensual	$ 2.300.000	5	$ 11.500.000
Arriendo (Escenario 3)	Mensual	$ 2.300.000	8	$ 18.400.000
Arriendo (Escenario 4)	Mensual	$ 2.300.000	5	$ 11.500.000
Escritorios	Único	$ 385.000	2	$ 770.000

DESCRIPCIÓN	PAGO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Sillas de Escritorio	Único	$ 454.000	2	$ 908.000
Sillas Auxiliares	Único	$ 225.000	4	$ 900.000
Microondas	Único	$ 420.000	1	$ 420.000

De acuerdo con los costos totales estimados previamente, se calcula en la Tabla 36 el costo de infraestructura física para cada uno de los escenarios.

Tabla 36. *Costo total de infraestructura física del proyecto por escenario*

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO	COSTO TOTAL
Escenario 1	$ 19.098.000
Escenario 2	$ 14.498.000
Escenario 3	$ 21.398.000
Escenario 4	$ 14.498.000

6.5.1 Gastos Administrativos y Operativos

Así mismo, se estiman los gastos administrativos y operativos, los cuales se describen en la Tabla 37.

Tabla 37. *Cálculo Costo Mensual Administrativo y Operativo*

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	PAGO	COSTO UNITARIO
Servicio de agua, aseo y Alcantarillado	Mensual	$ 61.000
Servicio de Luz	Mensual	$ 55.000
Internet	Mensual	$ 69.000
Telefonía Móvil	Mensual	$ 70.000

DESCRIPCIÓN	PAGO	COSTO UNITARIO
Aseo General	Mensual	$ 240.000
Contador	Mensual	$ 600.000
Transportista	Mensual	$ 300.000
Papelería y/o Utilitarios	Mensual	$ 200.000
Costo Mensual Administrativo y Operativo		$ 1.595.000

De acuerdo con el costo mensual administrativo y operativo, se calcula en la Tabla 38 el costo total para cada uno de los escenarios, sumando al costo mensual el costo de los elementos de protección personal – EPP (botas, guantes, casco, gafas, tapa oídos).

Tabla 38. *Costo total Administrativo y Operativo por Escenario*

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO	COSTO MENSUAL	CANTIDAD	EPP	COSTO TOTAL
Escenario 1	$ 1.595.000	7	$500.000	$ 11.665.000
Escenario 2		5		$ 8.475.000
Escenario 3		8		$ 13.260.000
Escenario 4		8		$ 8.475.000

6.6 EQUIPOS

En la Tabla 39 se detallan los equipos necesarios para la implementación del proyecto, los cuales son estándar para los 4 escenarios propuestos.

Tabla 39. *Costo Total de Equipos*

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Computador	$ 2.500.000	2	$ 5.000.000

DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Impresora	$ 750.000	1	$ 750.000
Taladro	$ 200.000	2	$ 400.000
Pinza Amperimétrica	$ 610.000	2	$ 1.220.000
		Costo Total Equipos	**$ 7.370.000**

6.7 MATERIALES

A continuación, se relacionan los costos de los materiales de acuerdo con los escenarios planteados.

6.7.1 Materiales del Escenario 1

La Tabla 40 muestra el costo de los equipos y materiales principales que componen el escenario 1.

Tabla 40. *Costo de los equipos y materiales para el escenario 1*

Fuente: Elaboración propia

EQUIPO / MATERIAL	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Panel solar	RSM120-8-590M	$ 1.166.000	267	$ 311.322.000
Inversor Fotovoltaico	SUN2000-60KTL-M0	$ 23.150.000	3	$ 69.450.000
Estructuras de Montaje para Paneles	-	$ 130.000	267	$ 34.710.000
Cableado	-	$ 4.000	1500 m	$ 6.000.000
Tablero Eléctrico	-	$ 700.000	3	$ 2.100.000
Protecciones Eléctricas	-	$ 220.000	6	$ 1.320.000
Tubería PVC	-	$ 1.300	1500 m	$ 1.950.000
COSTO TOTAL				$ 426.852.000

6.7.2 Materiales del Escenario 2

La Tabla 41 muestra el costo de los equipos y materiales principales que componen el escenario 2.

Tabla 41. *Costo de los equipos y materiales para el escenario 2*

Fuente: Elaboración propia

EQUIPO	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Panel solar	RSM120-8-590M	$ 1.166.000	133	$ 155.078.000
Inversor Fotovoltaico	SUN2000-100KTL-M1	$ 32.180.000	1	$ 32.180.000
Estructuras de Montaje para Paneles	-	$ 130.000	133	$ 17.290.000
Cableado	-	$ 4.000	1000 m	$ 4.000.000
Tablero Eléctrico	-	$ 700.000	1	$ 700.000
Protecciones Eléctricas	-	$ 220.000	2	$ 440.000
Tubería PVC	-	$ 1.300	1000 m	$ 1.300.000
COSTO TOTAL				$ 210.988.000

6.7.3 Materiales del Escenario 3

La Tabla 42 muestra el costo de los equipos y materiales principales que componen el escenario 3.

Tabla 42. *Costo de los equipos y materiales para el escenario 3*

Fuente: Elaboración propia

EQUIPO	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Panel solar	RSM120-8-590M	$ 1.166.000	267	$ 311.322.000
Inversor Fotovoltaico	INFINISOLAR 3P 10KW	$ 13.790.000	16	$ 220.640.000
Baterías	NCL-LFPO-24200	$ 8.413.300	155	$ 1.304.061.500

EQUIPO	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Estructuras de Montaje para Paneles	-	$ 130.000	267	$ 34.710.000
Cableado	-	$ 4.000	2000 m	$ 8.000.000
Tablero Eléctrico	-	$ 1.100.000	1	$ 1.100.000
Protecciones Eléctricas	-	$ 220.000	32	$ 7.040.000
Tubería PVC	-	$ 1.300	2000 m	$ 2.600.000
COSTO TOTAL				$ 1.889.473.500

6.7.4 Materiales del Escenario 4

La Tabla 43 muestra el costo de los equipos y materiales principales que componen el escenario 4.

Tabla 43. *Costo de los equipos y materiales para el escenario 4*

Fuente: Elaboración propia

EQUIPO	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Panel solar	RSM120-8-590M	$ 1.166.000	133	$ 155.078.000
Inversor Fotovoltaico	INFINISOLAR 3P 10KW	$ 13.790.000	8	$ 110.320.000
Baterías	NCL-LFPO-24200	$ 8.413.300	78	$ 656.237.400
Estructuras de Montaje para Paneles	-	$ 130.000	133	$ 17.290.000
Cableado	-	$ 4.000	1500 m	$ 6.000.000
Tablero Eléctrico	-	$ 1.100.000	1	$ 1.100.000
Protecciones Eléctricas	-	$ 220.000	16	$ 3.520.000
Tubería PVC	-	$ 1.300	1500 m	$ 1.950.000
COSTO TOTAL				$ 951.495.400

6.8 PLATAFORMA DE INGRESOS

Como se mencionó en numeral 6.3, los ingresos del proyecto serán medidos como ahorro en la tarifa de energía, ya que la implementación garantizaría un ahorro en el valor pagado por el conjunto residencial correspondiente a la tarifa del servicio de energía ofrecido por ENEL. La periodicidad será mensual, ya que con esta frecuencia se recibe la factura de energía, y allí se podrá observar el ahorro mencionado.

Esta reducción de la tarifa podría traducir en una reducción del valor de la cuota de administración pagada por los copropietarios o el direccionamiento de dichos dineros a otras inversiones que garanticen la mejora de la calidad de vida de los habitantes del conjunto residencial.

6.9 FLUJO DE CAJA

En este apartado se realizará el flujo de caja para cada uno de los escenarios planteados.

6.9.1 Flujo de Caja para el Escenario 1

La Tabla 44 muestra el flujo de caja para el escenario 1, a lo largo del horizonte establecido para el proyecto.

Tabla 44. *Flujo de caja para el Escenario 1*

Fuente: Elaboración Propia

ÍTEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión	$ 593.366.905	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos		$ 162.730.592,47	$ 168.393.617,09	$ 174.249.314,73	$ 180.304.038,39	$ 186.564.341,04
Egresos		$ 5.400.000	$ 5.659.740	$ 5.931.973,49	$ 6.217.301,42	$ 6.516.353,62
Créditos		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)		$ 118.673.381	$ 118.673.381	$ 118.673.381	$ 118.673.381	$ 118.673.381
Utilidad Antes de Impuestos		$ 38.657.211,47	$ 44.060.496,09	$ 49.643.960,23	$ 55.413.355,97	$ 61.374.606,42
Impuestos	30%	$ 11.597.163,44	$ 13.218.148,83	$ 14.893.188,07	$ 16.624.006,79	$ 18.412.381,93
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014		$ 5.798.581,72	$ 6.609.074,41	$ 7.446.594,03	$ 8.312.003,40	$ 9.206.190,96
Utilidad Después de Impuestos		$ 32.858.629,75	$ 37.451.421,67	$ 42.197.366,20	$ 47.101.352,57	$ 52.168.415,46
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)		$ 118.673.381	$ 118.673.381	$ 118.673.381	$ 118.673.381	$ 118.673.381
Flujo de Caja Libre	-$ 593.366.905	$ 151.532.010,75	$ 156.124.802,67	$ 160.870.747,20	$ 165.774.733,57	$ 170.841.796,46

ÍTEM	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 193.036.981,45	$ 199.728.930,14	$ 206.647.375,55	$ 213.799.730,31	$ 221.193.637,65	$ 228.836.978,01
Egresos	$ 6.829.790,23	$ 7.158.303,14	$ 7.502.617,52	$ 7.863.493,42	$ 8.241.727,45	$ 8.638.154,54
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 186.207.191,22	$ 192.570.627,00	$ 199.144.758,03	$ 205.936.236,89	$ 212.951.910,20	$ 220.198.823,46
Impuestos	$ 55.862.157,37	$ 57.771.188,10	$ 59.743.427,41	$ 61.780.871,07	$ 63.885.573,06	$ 66.059.647,04
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 130.345.033,85	$ 134.799.438,90	$ 139.401.330,62	$ 144.155.365,82	$ 149.066.337,14	$ 154.139.176,43
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 130.345.033,85	$ 134.799.438,90	$ 139.401.330,62	$ 144.155.365,82	$ 149.066.337,14	$ 154.139.176,43

ÍTEM	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 236.737.875,78	$ 244.904.706,20	$ 253.346.102,46	$ 262.070.962,88	$ 271.088.458,38	$ 280.408.039,98
Egresos	$ 9.053.649,78	$ 9.489.130,33	$ 9.945.557,50	$ 10.423.938,82	$ 10.925.330,27	$ 11.450.838,66
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 227.684.226,00	$ 235.415.575,87	$ 243.400.544,96	$ 251.647.024,07	$ 260.163.128,11	$ 268.957.201,32
Impuestos	$ 68.305.267,80	$ 70.624.672,76	$ 73.020.163,49	$ 75.494.107,22	$ 78.048.938,43	$ 80.687.160,39
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 159.378.958,20	$ 164.790.903,11	$ 170.380.381,47	$ 176.152.916,85	$ 182.114.189,67	$ 188.270.040,92
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 159.378.958,20	$ 164.790.903,11	$ 170.380.381,47	$ 176.152.916,85	$ 182.114.189,67	$ 188.270.040,92

ÍTEM	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 290.039.446,57	$ 299.992.712,82	$ 310.278.177,26	$ 320.906.490,51	$ 331.888.623,74	$ 343.235.877,25
Egresos	$ 12.001.624,00	$ 12.578.902,11	$ 13.183.947,30	$ 13.818.095,17	$ 14.482.745,55	$ 15.179.365,61
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 278.037.822,57	$ 287.413.810,71	$ 297.094.229,95	$ 307.088.395,34	$ 317.405.878,20	$ 328.056.511,64
Impuestos	$ 83.411.346,77	$ 86.224.143,21	$ 89.128.268,99	$ 92.126.518,60	$ 95.221.763,46	$ 98.416.953,49
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 194.626.475,80	$ 201.189.667,49	$ 207.965.960,97	$ 214.961.876,74	$ 222.184.114,74	$ 229.639.558,15
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 194.626.475,80	$ 201.189.667,49	$ 207.965.960,97	$ 214.961.876,74	$ 222.184.114,74	$ 229.639.558,15

ÍTEM	2046	2047
Inversión	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 354.959.889,24	$ 367.072.644,78
Egresos	$ 15.909.493,09	$ 16.674.739,71
Créditos	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 339.050.396,14	$ 350.397.905,07
Impuestos	$ 101.715.118,84	$ 105.119.371,52
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 237.335.277,30	$ 245.278.533,55
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 237.335.277,30	$ 245.278.533,55

6.9.2 Flujo de Caja para el Escenario 2

La Tabla 45 muestra el flujo de caja para el escenario 2, a lo largo del horizonte establecido para el proyecto.

Tabla 45. *Flujo de caja para el Escenario 2*

Fuente: Elaboración Propia

ÍTEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión	$ 336.245.066	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos		$ 81.060.514,42	$ 83.881.420,32	$ 86.798.301,87	$ 89.814.323,67	$ 92.932.749,93
Egresos		$ 3.600.000	$ 3.773.160	$ 3.954.649,00	$ 4.144.867,61	$ 4.344.235,74
Créditos		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)		$ 67.249.013	$ 67.249.013	$ 67.249.013	$ 67.249.013	$ 67.249.013
Utilidad Antes de Impuestos		$ 10.211.501,22	$ 12.859.247,12	$ 15.594.639,67	$ 18.420.442,86	$ 21.339.500,99
Impuestos	30%	$ 3.063.450,36	$ 3.857.774,14	$ 4.678.391,90	$ 5.526.132,86	$ 6.401.850,30
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014		$ 1.531.725,18	$ 1.928.887,07	$ 2.339.195,95	$ 2.763.066,43	$ 3.200.925,15
Utilidad Después de Impuestos		$ 8.679.776,03	$ 10.930.360,05	$ 13.255.443,72	$ 15.657.376,43	$ 18.138.575,84
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)		$ 67.249.013	$ 67.249.013	$ 67.249.013	$ 67.249.013	$ 67.249.013
Flujo de Caja Libre	-$ 336.245.066,00	$ 75.928.789,23	$ 78.179.373,25	$ 80.504.456,92	$ 82.906.389,63	$ 85.387.589,04

ÍTEM	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 96.156.947,38	$ 99.490.388,22	$ 102.936.653,22	$ 106.499.434,79	$ 110.182.540,24	$ 113.989.895,04
Egresos	$ 4.553.193,48	$ 4.772.202,09	$ 5.001.745,01	$ 5.242.328,95	$ 5.494.484,97	$ 5.758.769,70
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 91.603.753,90	$ 94.718.186,13	$ 97.934.908,21	$ 101.257.105,84	$ 104.688.055,27	$ 108.231.125,34
Impuestos	$ 27.481.126,17	$ 28.415.455,84	$ 29.380.472,46	$ 30.377.131,75	$ 31.406.416,58	$ 32.469.337,60
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 64.122.627,73	$ 66.302.730,29	$ 68.554.435,74	$ 70.879.974,09	$ 73.281.638,69	$ 75.761.787,74
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 64.122.627,73	$ 66.302.730,29	$ 68.554.435,74	$ 70.879.974,09	$ 73.281.638,69	$ 75.761.787,74

ÍTEM	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 117.925.546,15	$ 121.993.665,52	$ 126.198.553,57	$ 130.544.642,79	$ 135.036.501,47	$ 139.678.837,41
Egresos	$ 6.035.766,52	$ 6.326.086,89	$ 6.630.371,67	$ 6.949.292,54	$ 7.283.553,52	$ 7.633.892,44
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 111.889.779,63	$ 115.667.578,63	$ 119.568.181,90	$ 123.595.350,25	$ 127.752.947,95	$ 132.044.944,97
Impuestos	$ 33.566.933,89	$ 34.700.273,59	$ 35.870.454,57	$ 37.078.605,07	$ 38.325.884,39	$ 39.613.483,49
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 78.322.845,74	$ 80.967.305,04	$ 83.697.727,33	$ 86.516.745,17	$ 89.427.063,57	$ 92.431.461,48
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 78.322.845,74	$ 80.967.305,04	$ 83.697.727,33	$ 86.516.745,17	$ 89.427.063,57	$ 92.431.461,48

ÍTEM	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 144.476.501,82	$ 149.434.493,25	$ 154.557.961,59	$ 159.852.212,21	$ 165.322.710,14	$ 170.975.084,36
Egresos	$ 8.001.082,67	$ 8.385.934,74	$ 8.789.298,20	$ 9.212.063,45	$ 9.655.163,70	$ 10.119.577,07
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 136.475.419,16	$ 141.048.558,51	$ 145.768.663,39	$ 150.640.148,76	$ 155.667.546,44	$ 160.855.507,29
Impuestos	$ 40.942.625,75	$ 42.314.567,55	$ 43.730.599,02	$ 45.192.044,63	$ 46.700.263,93	$ 48.256.652,19
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 95.532.793,41	$ 98.733.990,96	$ 102.038.064,37	$ 105.448.104,13	$ 108.967.282,51	$ 112.598.855,10
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 95.532.793,41	$ 98.733.990,96	$ 102.038.064,37	$ 105.448.104,13	$ 108.967.282,51	$ 112.598.855,10

ÍTEM	2046	2047
Inversión	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 176.815.132,19	$ 182.848.823,71
Egresos	$ 10.606.328,73	$ 11.116.493,14
Créditos	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 166.208.803,46	$ 171.732.330,56
Impuestos	$ 49.862.641,04	$ 51.519.699,17
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 116.346.162,42	$ 120.212.631,39
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 116.346.162,42	$ 120.212.631,39

6.9.3 Flujo de Caja para el Escenario 3

La Tabla 46 muestra el flujo de caja para el escenario 3, a lo largo del horizonte establecido para el proyecto.

Tabla 46. *Flujo de caja para el Escenario 3*

Fuente: Elaboración Propia

ÍTEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión	$ 2.075.596.006	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos		$ 162.730.592,47	$ 168.393.617,09	$ 174.249.314,73	$ 180.304.038,39	$ 186.564.341,04
Egresos		$ 8.600.000	$ 9.013.660	$ 9.447.217,05	$ 9.901.628,19	$ 10.377.896,50
Créditos		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)		$ 415.119.201	$ 415.119.201	$ 415.119.201	$ 415.119.201	$ 415.119.201
Utilidad Antes de Impuestos		-$ 260.988.608,73	-$ 255.739.244,11	-$ 250.317.103,52	-$ 244.716.791,00	-$ 238.932.756,66
Impuestos	30%	-$ 78.296.582,62	-$ 76.721.773,23	-$ 75.095.131,06	-$ 73.415.037,30	-$ 71.679.827,00
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014		-$ 39.148.291,31	-$ 38.360.886,62	-$ 37.547.565,53	-$ 36.707.518,65	-$ 35.839.913,50
Utilidad Después de Impuestos		-$ 221.840.317,42	-$ 217.378.357,50	-$ 212.769.537,99	-$ 208.009.272,35	-$ 203.092.843,16
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)		$ 415.119.201	$ 415.119.201	$ 415.119.201	$ 415.119.201	$ 415.119.201
Flujo de Caja Libre	-$ 2.075.596.006	$ 193.278.883,78	$ 197.740.843,70	$ 202.349.663,21	$ 207.109.928,85	$ 212.026.358,04

ÍTEM	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 193.036.981,45	$ 199.728.930,14	$ 206.647.375,55	$ 213.799.730,31	$ 221.193.637,65	$ 228.836.978,01
Egresos	$ 10.877.073,32	$ 11.400.260,55	$ 11.948.613,08	$ 12.523.341,37	$ 13.125.714,09	$ 13.757.060,94
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 182.159.908,12	$ 188.328.669,58	$ 194.698.762,47	$ 201.276.388,94	$ 208.067.923,56	$ 215.079.917,07
Impuestos	$ 54.647.972,44	$ 56.498.600,88	$ 58.409.628,74	$ 60.382.916,68	$ 62.420.377,07	$ 64.523.975,12
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 127.511.935,69	$ 131.830.068,71	$ 136.289.133,73	$ 140.893.472,26	$ 145.647.546,49	$ 150.555.941,95
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 127.511.935,69	$ 131.830.068,71	$ 136.289.133,73	$ 140.893.472,26	$ 145.647.546,49	$ 150.555.941,95

ÍTEM	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 2.630.172.103	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 236.737.875,78	$ 244.904.706,20	$ 253.346.102,46	$ 262.070.962,88	$ 271.088.458,38	$ 280.408.039,98
Egresos	$ 14.418.775,57	$ 15.112.318,68	$ 15.839.221,20	$ 16.601.087,74	$ 17.399.600,06	$ 18.236.520,83
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 222.319.100,20	$ 229.792.387,52	$ 237.506.881,25	-$ 2.384.702.227,86	$ 253.688.858,31	$ 262.171.519,15
Impuestos	$ 66.695.730,06	$ 68.937.716,26	$ 71.252.064,38	-$ 715.410.668,36	$ 76.106.657,49	$ 78.651.455,74
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 155.623.370,14	$ 160.854.671,27	$ 166.254.816,88	-$ 1.669.291.559,50	$ 177.582.200,82	$ 183.520.063,40
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 155.623.370,14	$ 160.854.671,27	$ 166.254.816,88	-$ 1.669.291.559,50	$ 177.582.200,82	$ 183.520.063,40

ÍTEM	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 290.039.446,57	$ 299.992.712,82	$ 310.278.177,26	$ 320.906.490,51	$ 331.888.623,74	$ 343.235.877,25
Egresos	$ 19.113.697,48	$ 20.033.066,33	$ 20.996.656,82	$ 22.006.596,01	$ 23.065.113,28	$ 24.174.545,23
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 270.925.749,09	$ 279.959.646,49	$ 289.281.520,44	$ 298.899.894,50	$ 308.823.510,46	$ 319.061.332,02
Impuestos	$ 81.277.724,73	$ 83.987.893,95	$ 86.784.456,13	$ 89.669.968,35	$ 92.647.053,14	$ 95.718.399,61
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 189.648.024,36	$ 195.971.752,54	$ 202.497.064,31	$ 209.229.926,15	$ 216.176.457,33	$ 223.342.932,41
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 189.648.024,36	$ 195.971.752,54	$ 202.497.064,31	$ 209.229.926,15	$ 216.176.457,33	$ 223.342.932,41

ÍTEM	2046	2047
Inversión	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 354.959.889,24	$ 367.072.644,78
Egresos	$ 25.337.340,85	$ 26.556.066,95
Créditos	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 329.622.548,38	$ 340.516.577,83
Impuestos	$ 98.886.764,51	$ 102.154.973,35
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 230.735.783,87	$ 238.361.604,48
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 230.735.783,87	$ 238.361.604,48

6.9.4 Flujo de Caja para el Escenario 4

La Tabla 47 muestra el flujo de caja para el escenario 4, a lo largo del horizonte establecido para el proyecto.

Tabla 47. *Flujo de caja para el Escenario 4*

Fuente: Elaboración Propia

ÍTEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión	$ 1.084.608.366	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos		$ 81.060.514,42	$ 83.881.420,32	$ 86.798.301,87	$ 89.814.323,67	$ 92.932.749,93
Egresos		$ 6.800.000	$ 7.127.080	$ 7.469.892,55	$ 7.829.194,38	$ 8.205.778,63
Créditos		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)		$ 216.921.673	$ 216.921.673	$ 216.921.673	$ 216.921.673	$ 216.921.673
Utilidad Antes de Impuestos		-$ 142.661.158,78	-$ 140.167.332,88	-$ 137.593.263,88	-$ 134.936.543,91	-$ 132.194.701,90
Impuestos	30%	-$ 42.798.347,64	-$ 42.050.199,86	-$ 41.277.979,16	-$ 40.480.963,17	-$ 39.658.410,57
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014		-$ 21.399.173,82	-$ 21.025.099,93	-$ 20.638.989,58	-$ 20.240.481,59	-$ 19.829.205,28
Utilidad Después de Impuestos		-$ 121.261.984,97	-$ 119.142.232,95	-$ 116.954.274,30	-$ 114.696.062,32	-$ 112.365.496,61
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)		$ 216.921.673	$ 216.921.673	$ 216.921.673	$ 216.921.673	$ 216.921.673
Flujo de Caja Libre	-$ 1.084.608.366	$ 95.659.688,23	$ 97.779.440,25	$ 99.967.398,90	$ 102.225.610,88	$ 104.556.176,59

ÍTEM	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 96.156.947,38	$ 99.490.388,22	$ 102.936.653,22	$ 106.499.434,79	$ 110.182.540,24	$ 113.989.895,04
Egresos	$ 8.600.476,58	$ 9.014.159,50	$ 9.447.740,58	$ 9.902.176,90	$ 10.378.471,61	$ 10.877.676,09
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 87.556.470,80	$ 90.476.228,72	$ 93.488.912,64	$ 96.597.257,89	$ 99.804.068,64	$ 103.112.218,95
Impuestos	$ 26.266.941,24	$ 27.142.868,62	$ 28.046.673,79	$ 28.979.177,37	$ 29.941.220,59	$ 30.933.665,68
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 61.289.529,56	$ 63.333.360,10	$ 65.442.238,85	$ 67.618.080,52	$ 69.862.848,04	$ 72.178.553,26
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 61.289.529,56	$ 63.333.360,10	$ 65.442.238,85	$ 67.618.080,52	$ 69.862.848,04	$ 72.178.553,26

ÍTEM	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 1.327.705.617	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 117.925.546,15	$ 121.993.665,52	$ 126.198.553,57	$ 130.544.642,79	$ 135.036.501,47	$ 139.678.837,41
Egresos	$ 11.400.892,31	$ 11.949.275,23	$ 12.524.035,37	$ 13.126.441,47	$ 13.757.823,31	$ 14.419.574,61
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 106.524.653,84	$ 110.044.390,29	$ 113.674.518,19	-$ 1.210.287.415,68	$ 121.278.678,16	$ 125.259.262,80
Impuestos	$ 31.957.396,15	$ 33.013.317,09	$ 34.102.355,46	-$ 363.086.224,70	$ 36.383.603,45	$ 37.577.778,84
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 74.567.257,69	$ 77.031.073,20	$ 79.572.162,74	-$ 847.201.190,98	$ 84.895.074,71	$ 87.681.483,96
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 74.567.257,69	$ 77.031.073,20	$ 79.572.162,74	-$ 847.201.190,98	$ 84.895.074,71	$ 87.681.483,96

ÍTEM	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Inversión	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 144.476.501,82	$ 149.434.493,25	$ 154.557.961,59	$ 159.852.212,21	$ 165.322.710,14	$ 170.975.084,36
Egresos	$ 15.113.156,15	$ 15.840.098,96	$ 16.602.007,72	$ 17.400.564,29	$ 18.237.531,43	$ 19.114.756,69
Créditos	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 129.363.345,68	$ 133.594.394,30	$ 137.955.953,88	$ 142.451.647,92	$ 147.085.178,71	$ 151.860.327,67
Impuestos	$ 38.809.003,70	$ 40.078.318,29	$ 41.386.786,16	$ 42.735.494,38	$ 44.125.553,61	$ 45.558.098,30
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 90.554.341,97	$ 93.516.076,01	$ 96.569.167,71	$ 99.716.153,55	$ 102.959.625,10	$ 106.302.229,37
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 90.554.341,97	$ 93.516.076,01	$ 96.569.167,71	$ 99.716.153,55	$ 102.959.625,10	$ 106.302.229,37

ÍTEM	2046	2047
Inversión	$ 0	$ 0
Ingresos	$ 176.815.132,19	$ 182.848.823,71
Egresos	$ 20.034.176,49	$ 20.997.820,38
Créditos	$ 0	$ 0
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (-)	$ 0	$ 0
Utilidad Antes de Impuestos	$ 156.780.955,70	$ 161.851.003,33
Impuestos	$ 47.034.286,71	$ 48.555.301,00
Deducción Impuestos Ley 1715 de 2014	$ 0	$ 0
Utilidad Después de Impuestos	$ 109.746.668,99	$ 113.295.702,33
Depreciación Acelerada Ley 1715 de 2014 (+)	$ 0	$ 0
Flujo de Caja Libre	$ 109.746.668,99	$ 113.295.702,33

6.10 INDICADORES FINANCIEROS

A continuación, en la Tabla 48, se muestran los principales indicadores financieros de cada uno de los escenarios evaluados. Los indicadores calculados corresponden al VPN (Valor Presente Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PRI (Periodo de Retorno de la Inversión).

Tabla 48. *Principales indicadores financieros por escenario*

Fuente: Elaboración Propia

INDICADOR	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4
VPN	$ 377.377.507,62	$ 150.836.475,00	-$ 997.407.176,30	-$ 552.547.334,81
TIR	26,15%	22,96%	2,39%	1,35%
PRI	4 años	5 años	13 años	14 años

Como se puede apreciar, el proyecto es viable solamente en los escenarios 1 y 2, debido a que el VPN es mayor a cero, la TIR es mayor a la tasa de descuento aplicada (15%) y el periodo de retorno de la inversión es de sólo 4 y 5 años respectivamente.

Se observa que los escenarios 3 y 4 no son viables, dado que su VPN es negativo y su TIR es inferior a la tasa de descuento aplicada (15%). También se observa que sus periodos de retorno de inversión son demasiado altos. Por otra parte, la reinversión de las baterías llevadas a cabo en ambos escenarios en el año 15 de funcionamiento del proyecto, tardan 8 años en el escenario 3 y 9 años en el escenario 4 en recuperar dicha reinversión.

Esto demuestra que los escenarios que contemplan el uso de baterías (Sistemas Híbridos) para el almacenamiento de energía, no son viables de llevar a cabo, dejando como opciones a los sistemas On Grid, expuestos en los escenarios 1 y 2.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El uso de energías renovables toma cada vez más fuerza a nivel mundial, dado que muchos países están comprometidos a disminuir el calentamiento global y Colombia no es la excepción, por lo tanto, propuestas como esta, proyectos y servicios enfocados al uso de energías renovables contribuyen al plan de transición energética del país, promoviendo a su vez el desarrollo nacional y mejoras en la calidad de vida de los ciudadanos, a nivel económico, ambiental y de bienestar.

- A partir del estudio de mercado realizado, con la encuesta como su principal herramienta, se encontró que la mayoría de los copropietarios consultados se encuentran inclinados a realizar el menor pago posible de la cuota de administración estipulada en las opciones de respuesta. Esto podría estar influenciado a la reciente entrega de las unidades residenciales, lo que implica que gran cantidad de personas estén realizando el pago de sus créditos hipotecarios o el pago de los arreglos de remodelación internos, debido a que los apartamentos son entregados en obra gris.

- De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis económico y financiero, se observó que los escenarios tres y cuatro, los cuales empleaban baterías (sistemas híbridos), no obtuvieron un VPN positivo, y su TIR era demasiado baja. Al revisar los costos de estos escenarios, se puede observar que las baterías ascienden a valores mucho más costosos que cualquier otro material o equipo dentro del proyecto, lo que eleva significativamente su costo, impactando negativamente los indicadores previamente mencionados. Por otra parte, se observa que los PRI son demasiado altos en estos escenarios debido al aumento significativo en la inversión inicial. Además, otro aspecto que influye negativamente en estos dos escenarios, es la reinversión que debe hacerse a los 15 años para reemplazar las baterías por el cumplimiento de su vida útil, inferior a los 25 años del resto de componentes del sistema fotovoltaico.

- Para los cuatro escenarios establecidos en el desarrollo de la propuesta, no se contempló el apalancamiento financiero, esto, debido a que, en el estudio de mercado se identificó que el 94% de las personas entrevistadas, estaban dispuestas a pagar una cuota única de administración extraordinaria para financiar la implementación del sistema de energía basado en paneles solares. Sin embargo, se recomienda que para nuevos proyectos se definan escenarios con alternativas de apalancamiento con diferente relación entre el capital propio y las operaciones financieras. Estos nuevos escenarios podrían aplicarse para futuros proyectos en los conjuntos de la misma ciudadela, en donde la disposición de participación de pago extraordinario podría no ser suficiente, de acuerdo con las características o necesidades de los copropietarios. Así mismo, estos nuevos escenarios podrían llegar a mejorar los indicadores financieros de los escenarios 3 y 4.

- Al no contemplarse ingresos por la posible venta de excedentes de energía eléctrica en ninguno de los escenarios planteados, pueden dejarse de percibir ingresos que pudieran ayudar económicamente a cada uno de ellos, más aún en los escenarios 3 y 4, donde el resultado obtenido fue la no viabilidad de los mismos. Dado que el objetivo final de las propuestas aquí elaboradas no es entregar energía a la red y proveedor existentes, se requieren estudios más a detalle que permitan conocer la cantidad de energía que podría entregarse, así como las condiciones tarifarias de compra por parte del proveedor, cuyos datos al ser introducidos al modelo de cada uno de los escenarios, podrían mejorar su desempeño.

- Gracias a los beneficios tributarios con los que goza este tipo de proyectos, como lo son la depreciación acelerada y la disminución del impuesto sobre la renta, se observó en los flujos de caja que esto ayudaba directamente y de manera significativa al proyecto en cuanto a la disminución del periodo de retorno de la inversión (PRI).

- Con base en el estudio financiero, se calcula que los ingresos del proyecto se verán reflejados en el ahorro de la tarifa de energía que paga el Conjunto residencial por

el servicio ofrecido por ENEL, el cual se define de periodicidad mensual, lo cual se podría llegar a traducir en una reducción del valor de la cuota de administración pagada por los copropietarios o el direccionamiento de dichos dineros a otras inversiones que garanticen la mejora de la calidad de vida de los habitantes del conjunto residencial.

- De acuerdo con los resultados obtenidos, los escenarios viables para ser implementados son el 1 y el 2. Sin embargo, gracias a los resultados del estudio de mercado, a través de la encuesta, donde el promedio ponderado de la cuota de administración extraordinaria que los copropietarios estaban dispuestos a pagar para la eventual financiación del proyecto era de entre $125.000 COP y $171.000 COP, el escenario que más se ajustaría sería el número 2, cuyo valor de cuota extraordinaria sería de $220.100 COP por unidad residencial para suplir el 50% del consumo requerido por las zonas comunes del conjunto residencial. Si bien este valor es más alto al promedio encontrado, también se encontró que, si se brindan facilidades de pago a más de una cuota, los copropietarios se acogerían a dichos planes con una alta tasa de aceptación.

  Por otra parte, el valor de la cuota extraordinaria para el primer escenario sería de $388.350 COP por unidad residencial, lo cual, como se mencionó anteriormente, es un valor mucho más elevado respecto a lo que estarían dispuestos a pagar los copropietarios como valor de cuota extraordinaria, lo que podría dificultar su aceptación, pese a ofrecer facilidades de pago. Aún así, este es el mejor escenario de acuerdo con los indicadores financieros calculados, ya que posee un valor presente neto y una tasa interna de retorno mayor que el escenario 2, y su periodo de retorno de inversión es un año menor, con 4 años respecto a los 5 del escenario 2.

8. REFERENCIAS

Alcaldía de Madrid. (2000). *Plan Básico de Ordenamiento Territotial*.

Alcaldía de Madrid. (2018). *Nuestro Municipio*. https://www.madrid-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio

Alcazar Energy. (2019, January). *World's Largest Solar Park's First Round 2 PV Project Achieves Completion*. Alcazar Energy. https://alcazarenergy.com/worlds-largest-solar-parks-first-round-2-pv-project-achieves-completion/

Ángel Martínez. (2016, September). *Así es el único aeropuerto que se abastece con energía solar*. EL PAÍS. https://elpais.com/elpais/2016/09/21/album/1474476144_816734.html#foto_gal_1

Celsia. (2017, November). *Esta constructora instaló paneles solares con base en la resolución de sostenibilidad*. Celsia. https://blog.celsia.com/new/paneles-solares-en-colombia-resolucion-0549-2015/

Celsia. (2018a). *Proyectos de Energía Solar que debes conocer en COlombia*. Energía Solar. https://www.celsia.com/en/blog-celsia/proyectos-de-energia-solar-que-debes-conocer-en-colombia/

Celsia. (2018b, April). *Estas 8 empresas optaron por la energía solar fotovoltaica*. Celsia. https://www.celsia.com/es/blog-celsia/estas-8-empresas-optaron-por-la-energia-solar-fotovoltaica/

Celsia. (2019). Inicia operaciones Celsia Solar Bolívar, la nueva granja de generación de energía solar de Celsia para beneficio de los colombianos. *Celsia*, 1–7. https://www.celsia.com/en/noticias/inicia-operaciones-celsia-solar-bolivar-la-nueva-granja-de-generacion-de-energia-solar-de-celsia-para-beneficio-de-los-colombianos/

Constructora Las Galias. (2019). *Natura - La Prosperidad*. https://galias.com.co/proyectos-en-venta/bogota/natura/

Ecosistemas y Soluciones S.A.S. (2017). *Edificio de apartamentos Habitat Macarena - Bogotá*. http://www.ecossol.co/ecossol/index.php/nuestros-proyectos/solar-fotovoltaica

Empresa Pública de Madrid. (2021). *Madrid, pionero en Cundinamarca en estrategia de uso de energía solar - EMPRESA PUBLICA DE MADRID*. http://www.empumadrid.gov.co/noticias/madrid-pionero-en-cundinamarca-en-estrategia-de-uso

Empresa Pública de Madrid. (2022). *Energía Solar para mejorar la productividad ganadera - EMPRESA PUBLICA DE MADRID*. http://www.empumadrid.gov.co/noticias/energia-solar-para-mejorar-la-productividad-ganadera

EnDev/GIZ, P., & Coordinación. (2013). Manual de Instalacion de un Sistema Fotovoltaico Domiciliario. *Sensico*, *1*, 48. file:///C:/Users/ACER/Downloads/MANUAL_DE_INSTALACION_DE_SISTEMAS_FOTOVOLTAICOS.pdf

ENEL S.A. (2022). *Tarifas de energía*.

García, J. J. G. (2019). *Instalaciones solares fotovoltaicas*.

HG Ingeniería. (2018, August 13). *¿Sabías que existen varios tipos de instalación de energía solar fotovoltaica?* https://hgingenieria.com.co/tipos-de-instalacion-de-energia-solar-fotovoltaica/

Huawei. (2018). *Smart String Inverter*.

Huawei. (2020). *Smart String Inverter*.

IRENA. (2020). *Ranking de Países*. https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings

IRENA. (2021a). *Energy Profile Colombia*.

IRENA. (2021b). *Solar energy*. Solar Energy. https://www.irena.org/solar

IRENA. (2021c). *Tendencias en energías renovables*. https://public.tableau.com/views/IRENARETimeSeries/Charts?:embed=y&:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no

ISKRAEMECO. (2018). *Medidor Bidireccional MT-174*.

Ministerio de Minas y Energía, & Unidad de Planeación Minero Energética. (2005). *Atlas de Radiación Solar de Colombia*. www.ideam.gov.cowww.upme.gov.co

Ministerio de Minas y Energía, & Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2016). *Invierta y Gane con Energía - Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014*.

Naciones Unidas. (2017). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. In *Web Page* (p. 1). https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Naciones Unidas. (2018). Energía - Desarrollo Sostenible. In *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (p. 1). https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/

National Geographic España. (2016, March). *SolaRoad, el carril bici hecho con paneles solares en Holanda, cumple su primer año de vida*. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/solaroad-el-carril-bici-hecho-con-paneles-solares-en-holanda-cumple-su-primer-ano-de-vida_9916

NextCity Labs. (2020). *BATERÍAS LiFePO 4*.

Noticias R TV. (2021). *Madrid, Cundinamarca inauguró red de alumbrado público con energía solar en la vereda Carrasquilla.* https://www.rodrigoavilatv.com/8-cundinamarca/7369-madrid-cundinamarca-inauguro-red-de-alumbrado-publico-con-energia-solar-en-la-vereda-carrasquilla

Presidencia de la República. (2021). *Inaugurada en Antioquia primera granja solar del sector metalúrgico*. https://idm.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Inaugurada-en-Antioquia-primera-granja-solar-del-sector-metalurgico-210908.aspx

Risen Energy CO., LTD. (2021). *High Performance monocrystalline Perc Module*.

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2018). *INFORME MENSUAL DE VARIABLES DE GENERACIÓN Y DEL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO-AGOSTO DE 2018 INTRODUCCIÓN*. www.upme.gov.co

UPME. (2019). *Mapas de Brillo Solar*.

Vivanco Font, E. (2020). Energías renovables y no renovables - Energya. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile | Asesoría Técnica Parlamentaria*, 1–2. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf

Voltronic Power. (2020). *On-Grid Inverter with Energ y Storage*. www.voltronicpower.com

ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT – ACCIONES Y ACTIVIDADES

Actividad	ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV	
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30
Metodología de Marco Lógico																														
Análisis de los Involucrados																														
Análisis del Problema																														
Análisis de Objetivos																														
Selección de la alternativa óptima																														
Elaborar la Estructura Analítica del Proyecto																														
Estudio de Mercado																														
Caracterización del Producto																														
Creación de Encuesta para identificar: Demanda, Demanda Potencial, Oferta, Precio, Canales de Distribución y Estrategia de Mercado																														
Plan piloto de recolección de Datos (Encuesta de prueba)																														
Análisis de Resultados y ajustes para la encuesta final																														
Recolección de Datos a través de Encuesta final																														
Análisis de Resultados de Encuesta final																														
Diseño del Producto																														
Definición de las Características y/o Atributos del Producto																														
Diseño del Diagrama Funcional del Producto																														
Diseño del Diagrama de la Función de Calidad del Producto																														
Elaboración de la Ficha Técnica																														
Diseño del Proceso																														
Diseño del Diagrama de Flujo																														
Definición de los Tiempos de Ejecución																														
Análisis de Capacidades																														
Identificación de aspectos del proyecto sobre el impacto ambiental																														
Elaboración de la Matriz de Impacto Ambiental																														
Marco Legal Colombiano																														
Identificación del la normatividad relacionada																														
Análisis y Selección de la Normatividad aplicable																														
Elaboración de Normograma																														
Evaluación Económica y Financiera																														
Económico																														
Identificación de los costos y gastos asociados al Proyecto																														
Determinación del Punto de Equilibrio																														
Realizar el Balance General																														
Realizar el Estado de Perdidas y Ganancias																														
Financiero																														
Definición de la propuesta de Financiamiento																														
Determinar la tasa de Retorno																														
Evaluación Financiera del Proyecto																														

ANEXO 2. FORMATO - ENCUESTA DE SATISFACCIÓN



Encuesta de Satisfacción - Propuesta de Implementación de un Sistema Eléctrico Basado en Paneles Solares

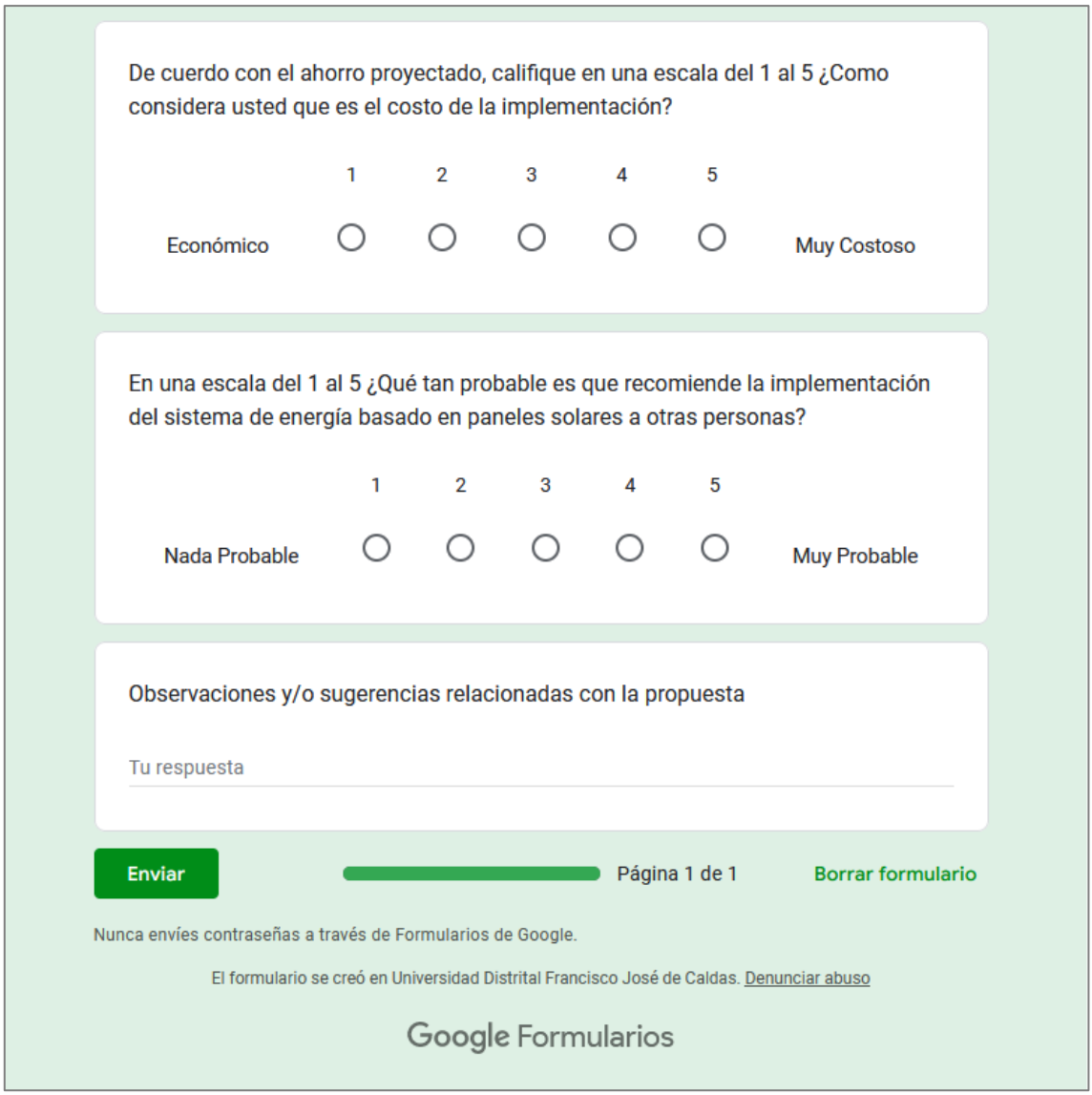
Esta encuesta se realiza con el objetivo de conocer la satisfacción por parte del conjunto residencial Natura, en relación con la propuesta de implementación de un sistema de apoyo de alimentación eléctrica renovable basado en paneles solares para el suministro de energía en las zonas comunes.

¿Considera usted que la información brindada en la propuesta de implementación del sistema de alimentación electrica basado en paneles solares es clara?

- ◯ Sí
- ◯ No

Califique en una escala del 1 al 5. ¿Que tan importante es el ahorro del servicio de energia proyectado, con la implementación del sistema de energía eléctrica basado en paneles solares?

	1	2	3	4	5	
No es Importante	◯	◯	◯	◯	◯	Muy Importante



De cuerdo con el ahorro proyectado, califique en una escala del 1 al 5 ¿Como considera usted que es el costo de la implementación?

	1	2	3	4	5	
Económico	○	○	○	○	○	Muy Costoso

En una escala del 1 al 5 ¿Qué tan probable es que recomiende la implementación del sistema de energía basado en paneles solares a otras personas?

	1	2	3	4	5	
Nada Probable	○	○	○	○	○	Muy Probable

Observaciones y/o sugerencias relacionadas con la propuesta

Tu respuesta

Enviar Página 1 de 1 Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Denunciar abuso

Google Formularios

ANEXO 3. FORMATO – ENCUESTA DE ESTUDIO DE MERCADO



Estudio Socioeconómico y de Mercado

Esta encuesta se realiza con el objetivo de definir una propuesta para la implementación de un Sistema de apoyo de alimentación eléctrica renovable basado en paneles solares, para el suministro de energía eléctrica en las zonas comunes del conjunto residencial.

Correo electrónico *

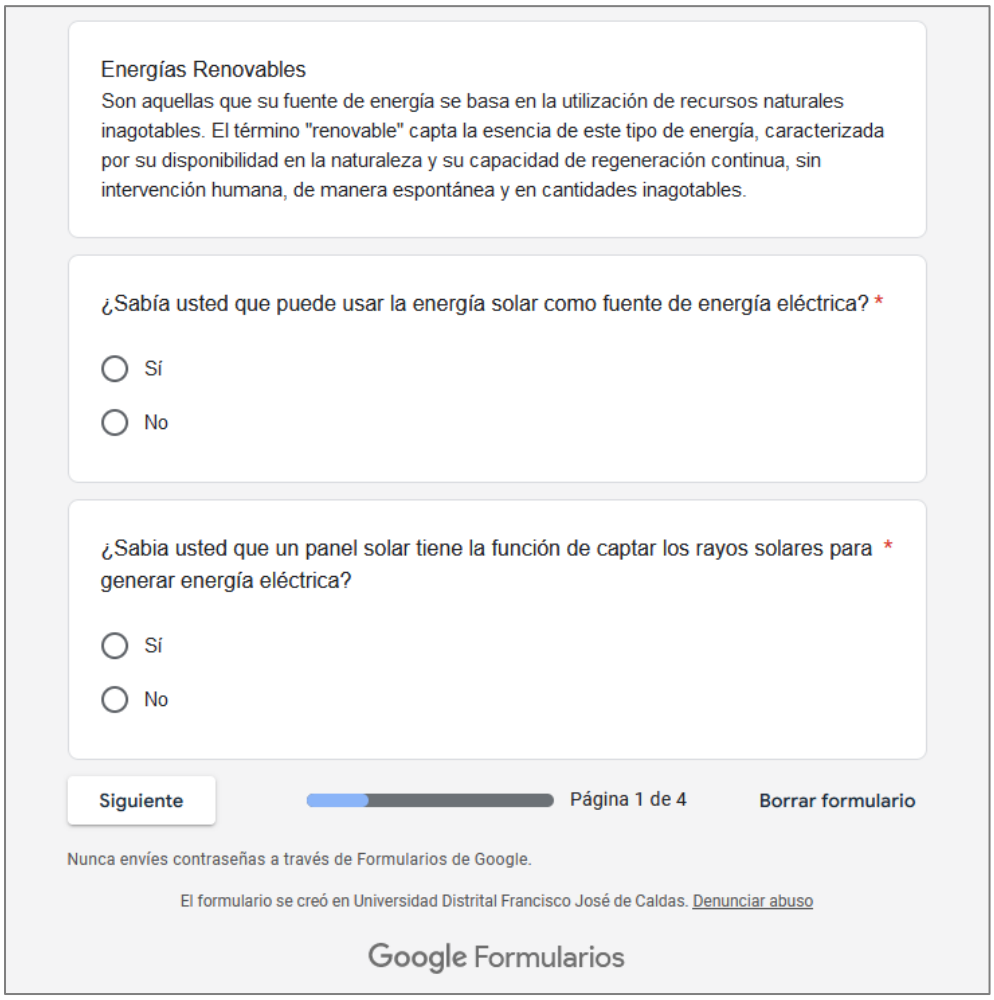
Tu dirección de correo electrónico

¿En qué rango de edad se encuentra usted? *

- ◯ Entre 18 y 20 años
- ◯ Entre 21 y 30 años
- ◯ Entre 31 y 40 años
- ◯ Entre 41 y 50 años
- ◯ Entre 51 y 60 años
- ◯ Mayor de 61 años

¿Conoce el término: Energía Renovable? *

- ◯ Sí
- ◯ No



Energías Renovables

Son aquellas que su fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables. El término "renovable" capta la esencia de este tipo de energía, caracterizada por su disponibilidad en la naturaleza y su capacidad de regeneración continua, sin intervención humana, de manera espontánea y en cantidades inagotables.

¿Sabía usted que puede usar la energía solar como fuente de energía eléctrica? *

- Sí
- No

¿Sabia usted que un panel solar tiene la función de captar los rayos solares para generar energía eléctrica? *

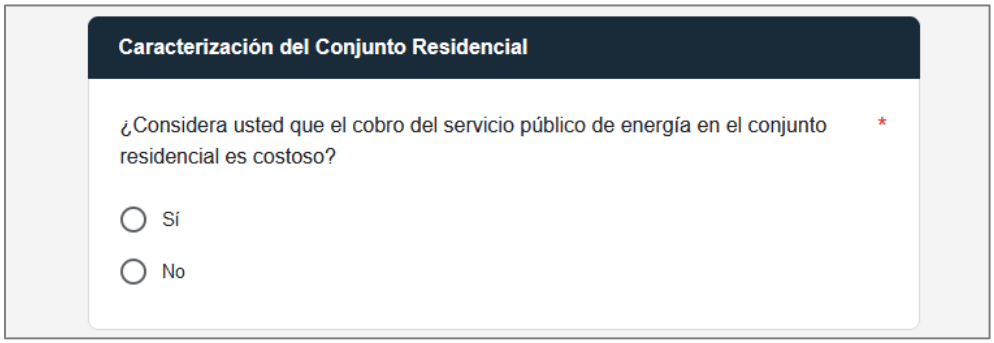
- Sí
- No

Siguiente Página 1 de 4 Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Denunciar abuso

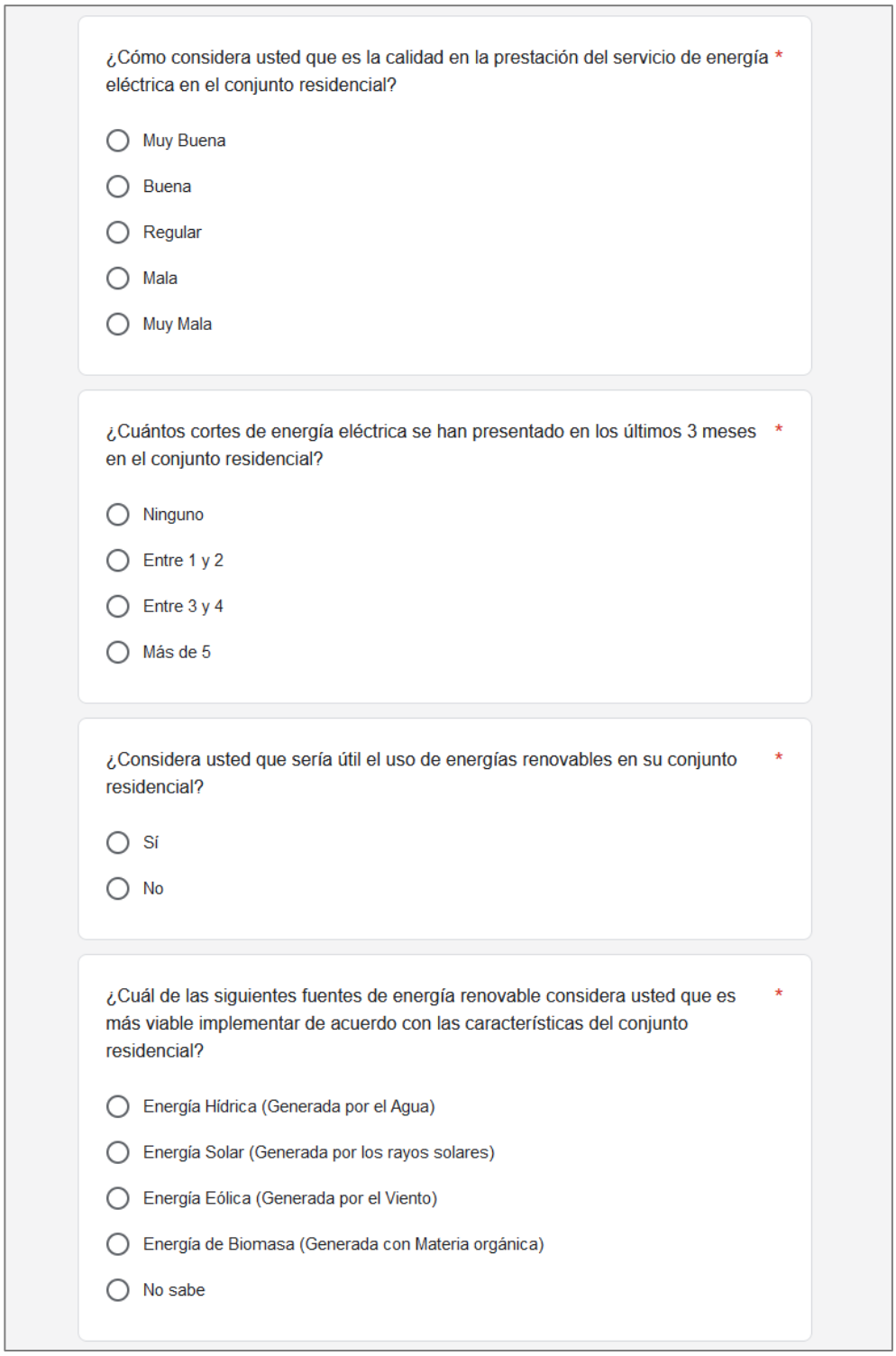
Google Formularios



Caracterización del Conjunto Residencial

¿Considera usted que el cobro del servicio público de energía en el conjunto residencial es costoso? *

- Sí
- No



¿Cómo considera usted que es la calidad en la prestación del servicio de energía eléctrica en el conjunto residencial? *

- Muy Buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy Mala

¿Cuántos cortes de energía eléctrica se han presentado en los últimos 3 meses en el conjunto residencial? *

- Ninguno
- Entre 1 y 2
- Entre 3 y 4
- Más de 5

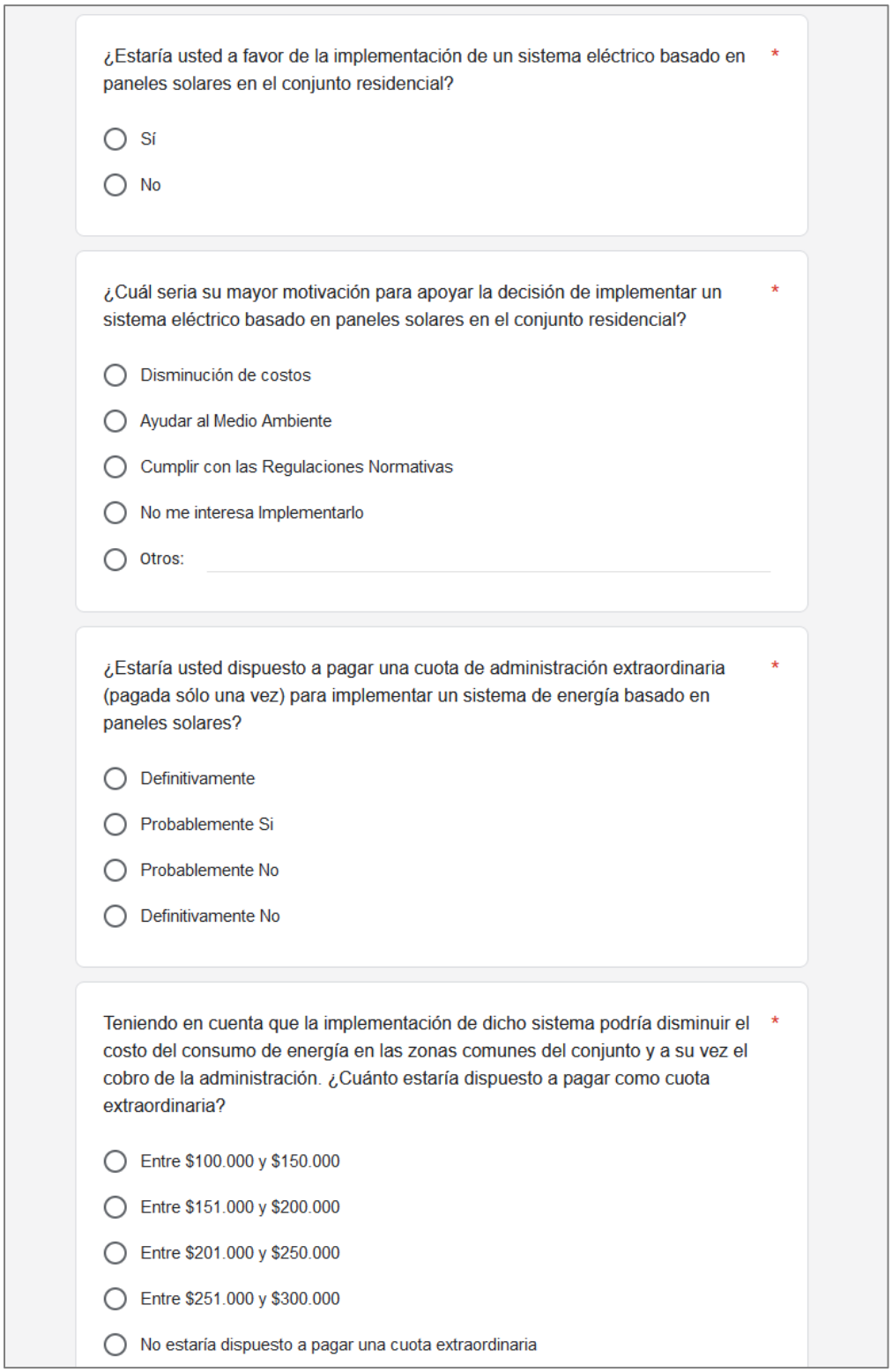
¿Considera usted que sería útil el uso de energías renovables en su conjunto residencial? *

- Sí
- No

¿Cuál de las siguientes fuentes de energía renovable considera usted que es más viable implementar de acuerdo con las características del conjunto residencial? *

- Energía Hídrica (Generada por el Agua)
- Energía Solar (Generada por los rayos solares)
- Energía Eólica (Generada por el Viento)
- Energía de Biomasa (Generada con Materia orgánica)
- No sabe

C



¿Estaría usted a favor de la implementación de un sistema eléctrico basado en paneles solares en el conjunto residencial? *

- ◯ Sí
- ◯ No

¿Cuál seria su mayor motivación para apoyar la decisión de implementar un sistema eléctrico basado en paneles solares en el conjunto residencial? *

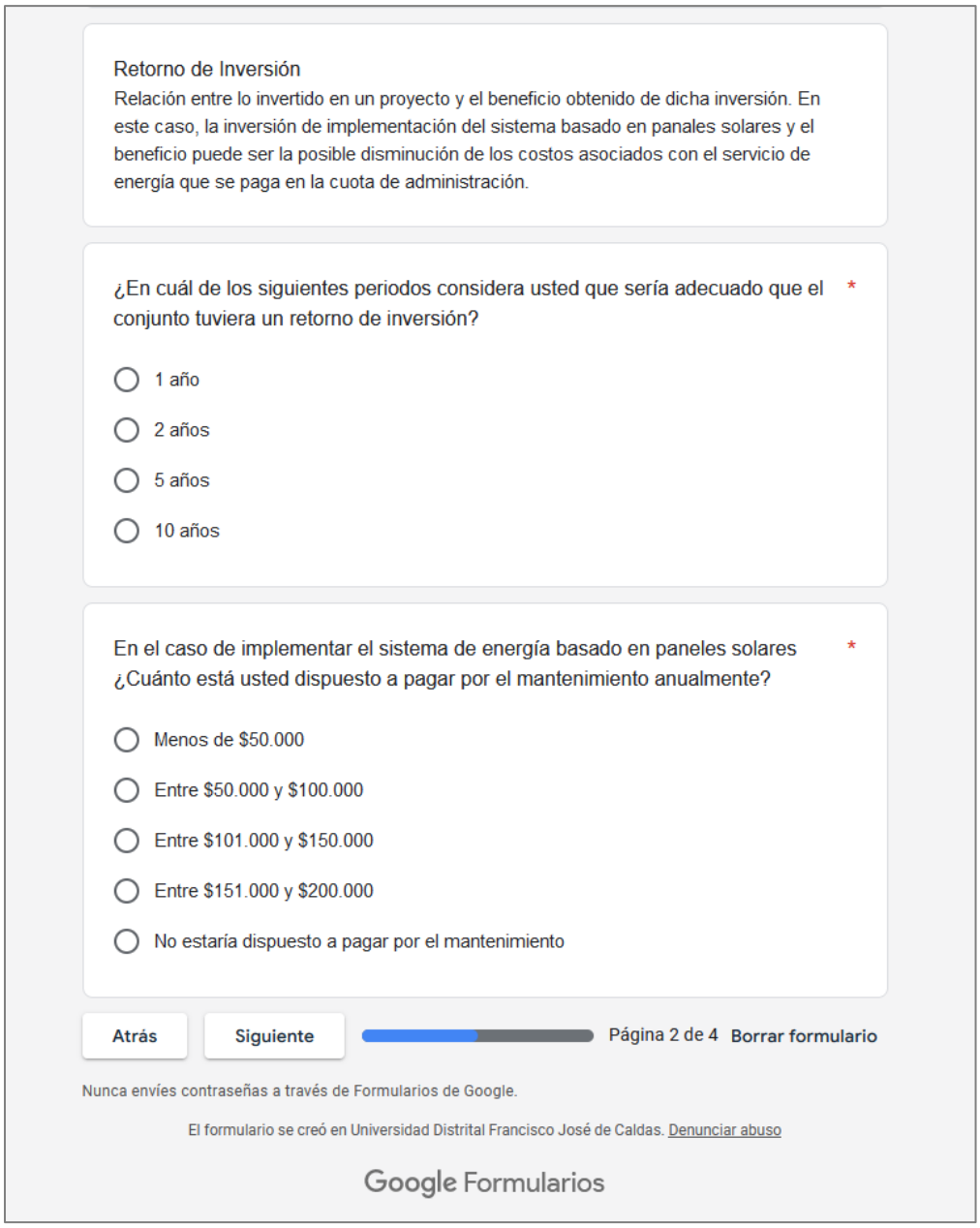
- ◯ Disminución de costos
- ◯ Ayudar al Medio Ambiente
- ◯ Cumplir con las Regulaciones Normativas
- ◯ No me interesa Implementarlo
- ◯ Otros: _____

¿Estaría usted dispuesto a pagar una cuota de administración extraordinaria (pagada sólo una vez) para implementar un sistema de energía basado en paneles solares? *

- ◯ Definitivamente
- ◯ Probablemente Si
- ◯ Probablemente No
- ◯ Definitivamente No

Teniendo en cuenta que la implementación de dicho sistema podría disminuir el costo del consumo de energía en las zonas comunes del conjunto y a su vez el cobro de la administración. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar como cuota extraordinaria? *

- ◯ Entre $100.000 y $150.000
- ◯ Entre $151.000 y $200.000
- ◯ Entre $201.000 y $250.000
- ◯ Entre $251.000 y $300.000
- ◯ No estaría dispuesto a pagar una cuota extraordinaria



Retorno de Inversión

Relación entre lo invertido en un proyecto y el beneficio obtenido de dicha inversión. En este caso, la inversión de implementación del sistema basado en panales solares y el beneficio puede ser la posible disminución de los costos asociados con el servicio de energía que se paga en la cuota de administración.

¿En cuál de los siguientes periodos considera usted que sería adecuado que el conjunto tuviera un retorno de inversión? *

- 1 año
- 2 años
- 5 años
- 10 años

En el caso de implementar el sistema de energía basado en paneles solares ¿Cuánto está usted dispuesto a pagar por el mantenimiento anualmente? *

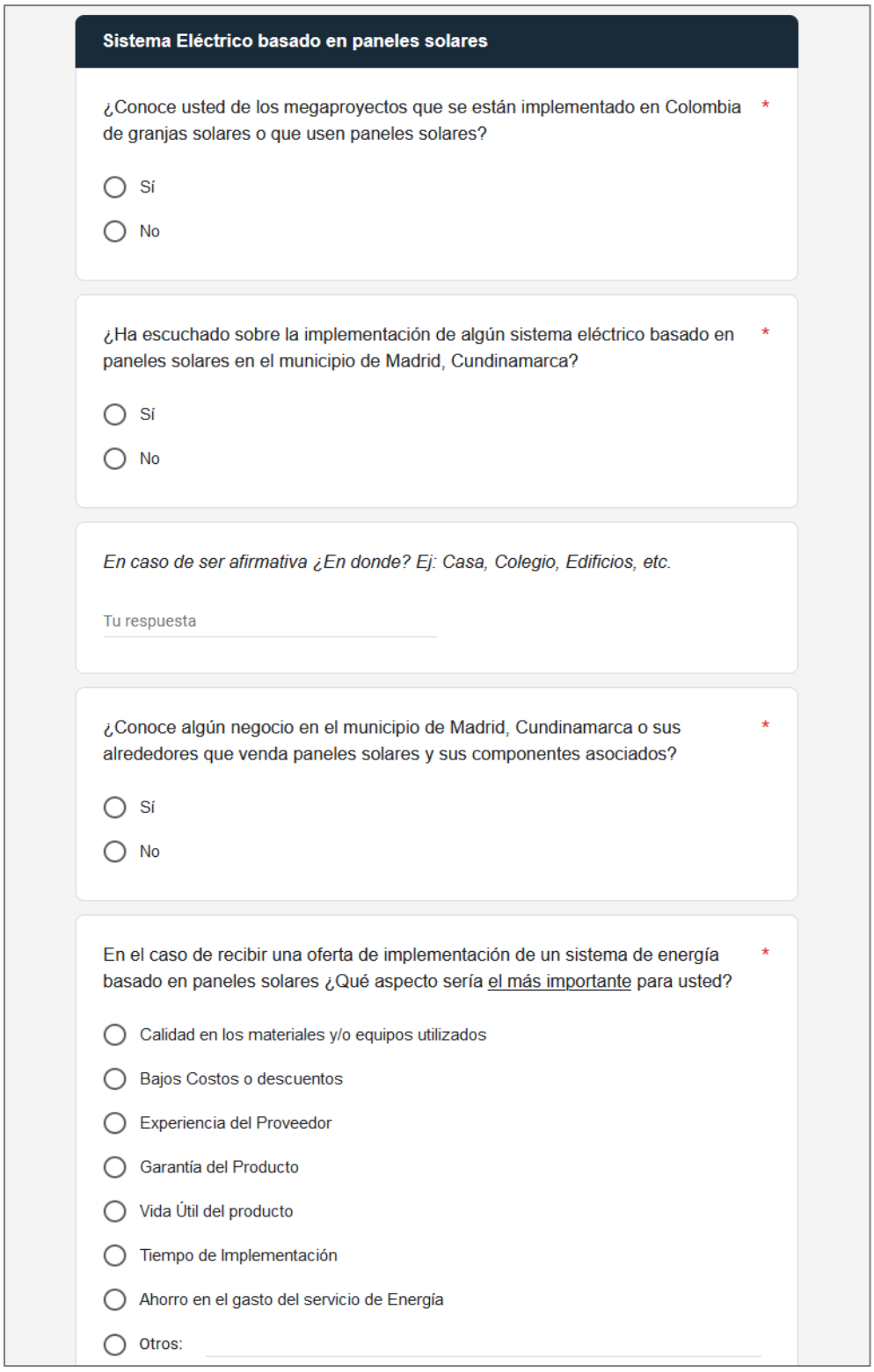
- Menos de $50.000
- Entre $50.000 y $100.000
- Entre $101.000 y $150.000
- Entre $151.000 y $200.000
- No estaría dispuesto a pagar por el mantenimiento

Atrás Siguiente Página 2 de 4 Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Denunciar abuso

Google Formularios



Sistema Eléctrico basado en paneles solares

¿Conoce usted de los megaproyectos que se están implementado en Colombia de granjas solares o que usen paneles solares? *

- ◯ Sí
- ◯ No

¿Ha escuchado sobre la implementación de algún sistema eléctrico basado en paneles solares en el municipio de Madrid, Cundinamarca? *

- ◯ Sí
- ◯ No

En caso de ser afirmativa ¿En donde? Ej: Casa, Colegio, Edificios, etc.

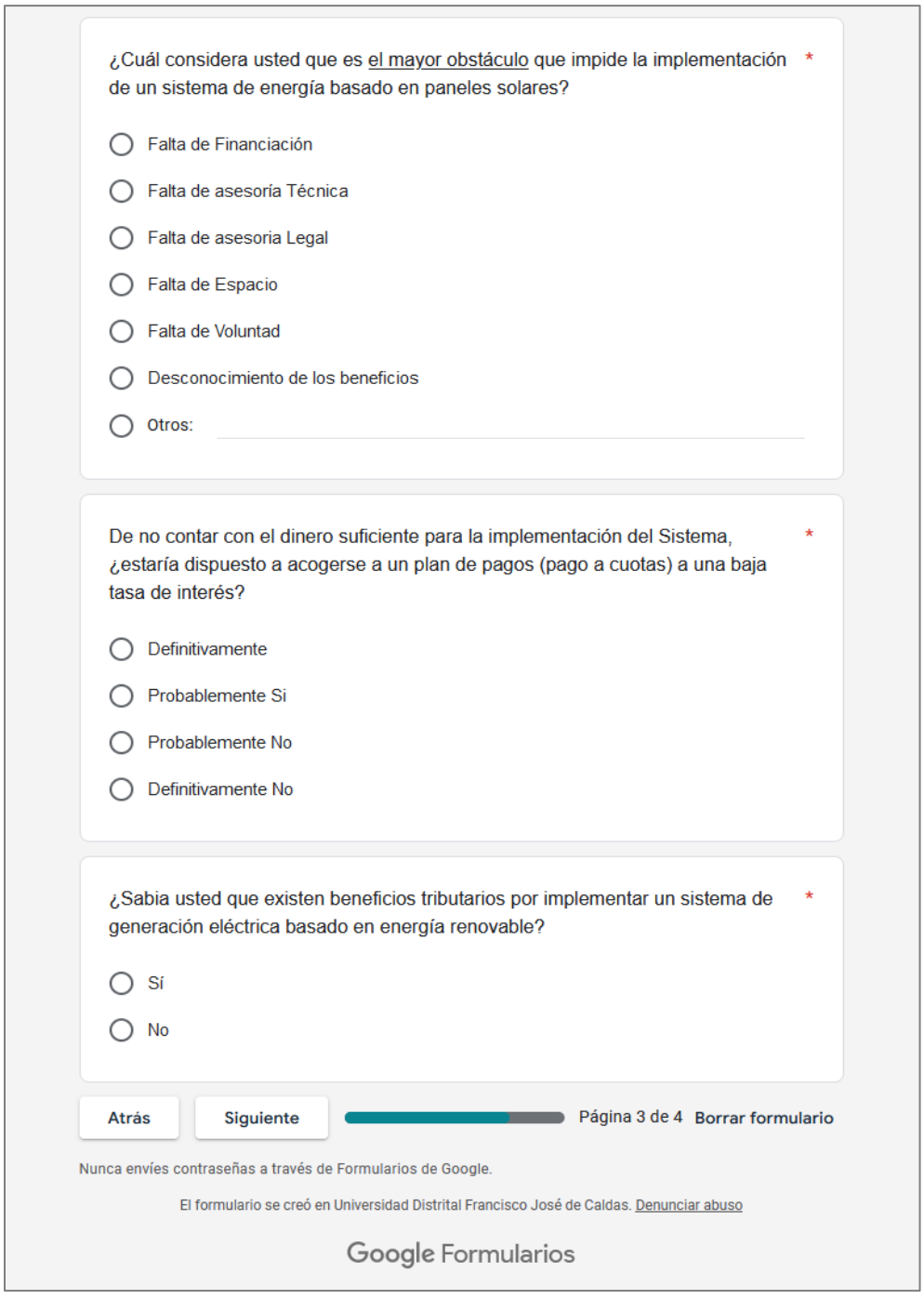
Tu respuesta

¿Conoce algún negocio en el municipio de Madrid, Cundinamarca o sus alrededores que venda paneles solares y sus componentes asociados? *

- ◯ Sí
- ◯ No

En el caso de recibir una oferta de implementación de un sistema de energía basado en paneles solares ¿Qué aspecto sería el más importante para usted? *

- ◯ Calidad en los materiales y/o equipos utilizados
- ◯ Bajos Costos o descuentos
- ◯ Experiencia del Proveedor
- ◯ Garantía del Producto
- ◯ Vida Útil del producto
- ◯ Tiempo de Implementación
- ◯ Ahorro en el gasto del servicio de Energía
- ◯ Otros:



¿Cuál considera usted que es el mayor obstáculo que impide la implementación de un sistema de energía basado en paneles solares? *

- Falta de Financiación
- Falta de asesoría Técnica
- Falta de asesoria Legal
- Falta de Espacio
- Falta de Voluntad
- Desconocimiento de los beneficios
- Otros:

De no contar con el dinero suficiente para la implementación del Sistema, ¿estaría dispuesto a acogerse a un plan de pagos (pago a cuotas) a una baja tasa de interés? *

- Definitivamente
- Probablemente Si
- Probablemente No
- Definitivamente No

¿Sabia usted que existen beneficios tributarios por implementar un sistema de generación eléctrica basado en energía renovable? *

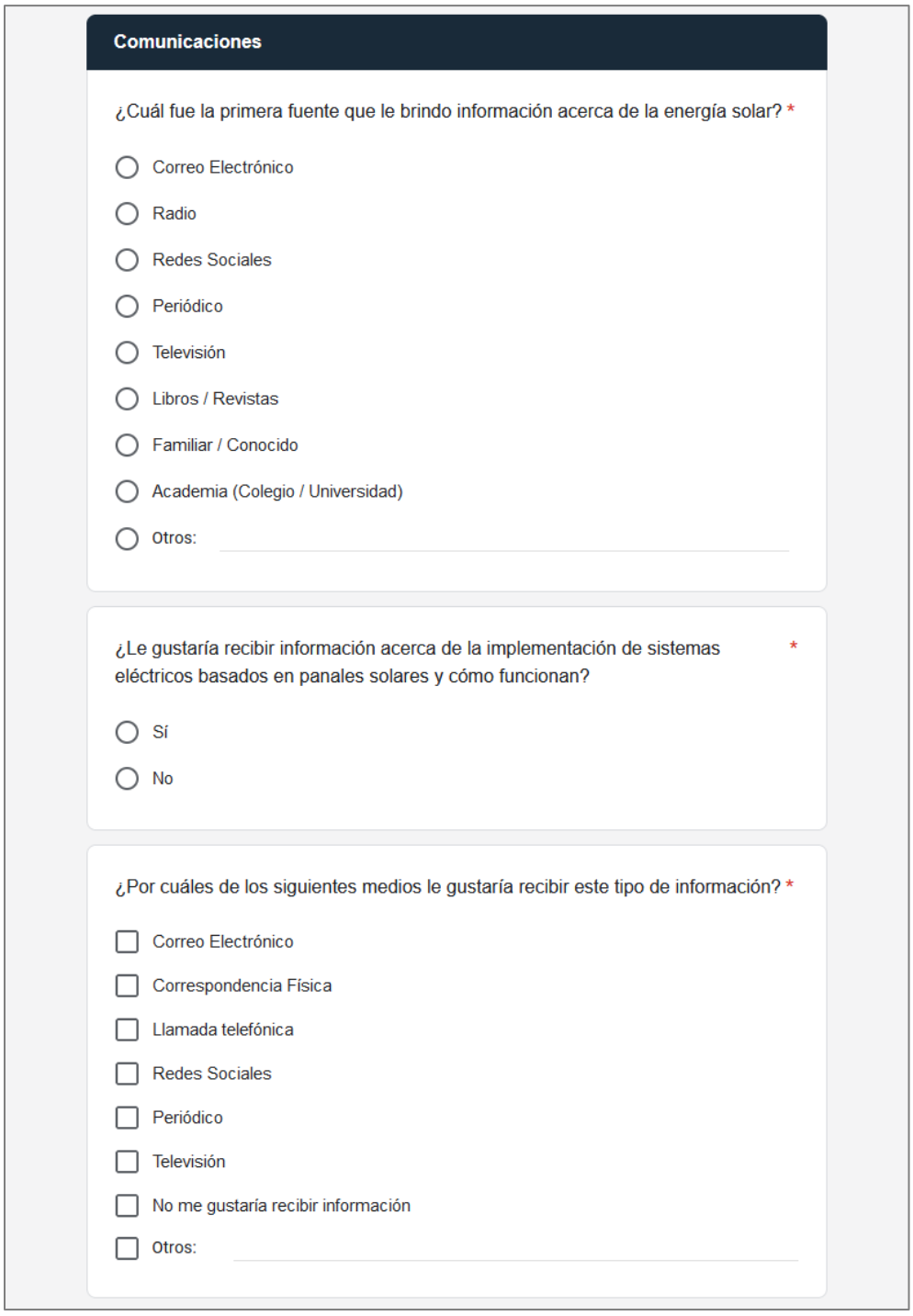
- Sí
- No

Atrás Siguiente Página 3 de 4 Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Denunciar abuso

Google Formularios



Comunicaciones

¿Cuál fue la primera fuente que le brindo información acerca de la energía solar? *

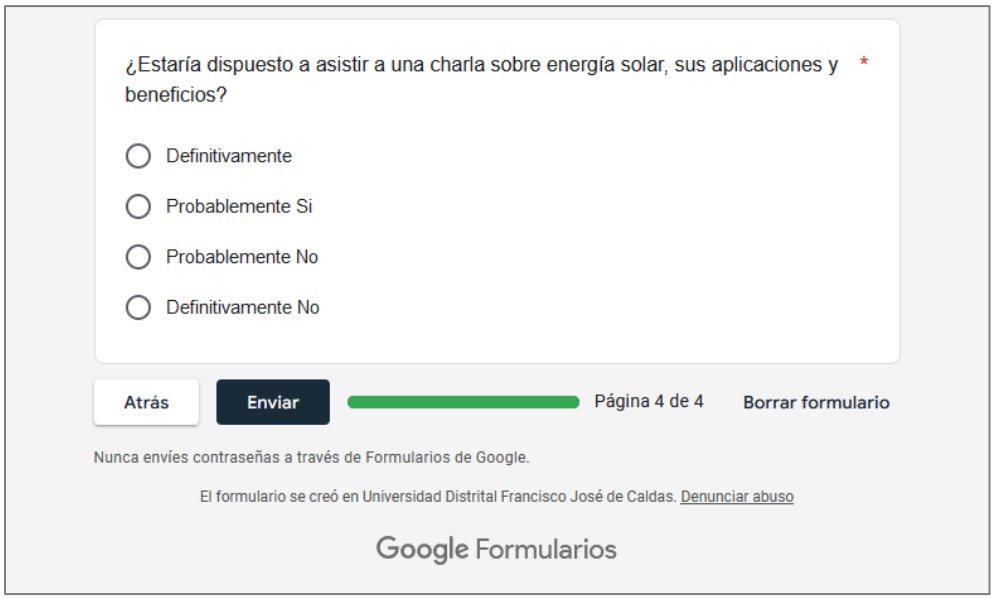
- ◯ Correo Electrónico
- ◯ Radio
- ◯ Redes Sociales
- ◯ Periódico
- ◯ Televisión
- ◯ Libros / Revistas
- ◯ Familiar / Conocido
- ◯ Academia (Colegio / Universidad)
- ◯ Otros: _____

¿Le gustaría recibir información acerca de la implementación de sistemas eléctricos basados en panales solares y cómo funcionan? *

- ◯ Sí
- ◯ No

¿Por cuáles de los siguientes medios le gustaría recibir este tipo de información? *

- ☐ Correo Electrónico
- ☐ Correspondencia Física
- ☐ Llamada telefónica
- ☐ Redes Sociales
- ☐ Periódico
- ☐ Televisión
- ☐ No me gustaría recibir información
- ☐ Otros: _____


¿Estaría dispuesto a asistir a una charla sobre energía solar, sus aplicaciones y beneficios? *
Definitivamente
Probablemente Si
Probablemente No
Definitivamente No
Atrás
Enviar
Página 4 de 4
Borrar formulario
Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.
El formulario se creó en Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Denunciar abuso
Google Formularios


Estudio Socioeconómico y de Mercado
Se registró tu respuesta, gracias por su colaboración.
Este formulario se creó en Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Notificar uso inadecuado
Google Formularios

ANEXO 4. RESULTADO DE ENCUESTA - ESTUDIO DE MERCADO

DATOS GENERALES

Figura 38. *Edad de la Población Objetivo - Entrevista – Análisis de Mercado*

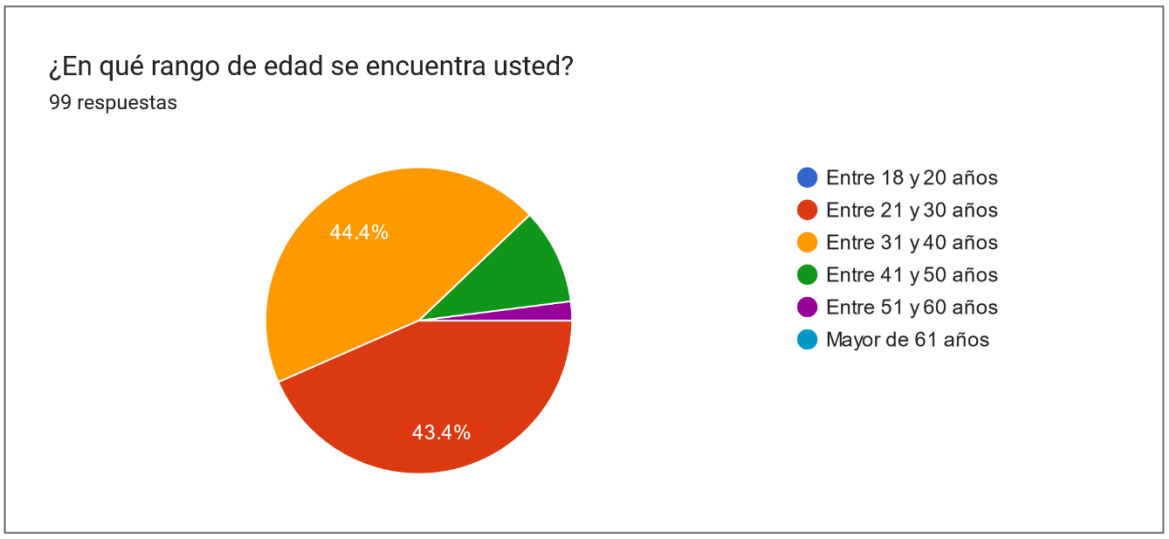
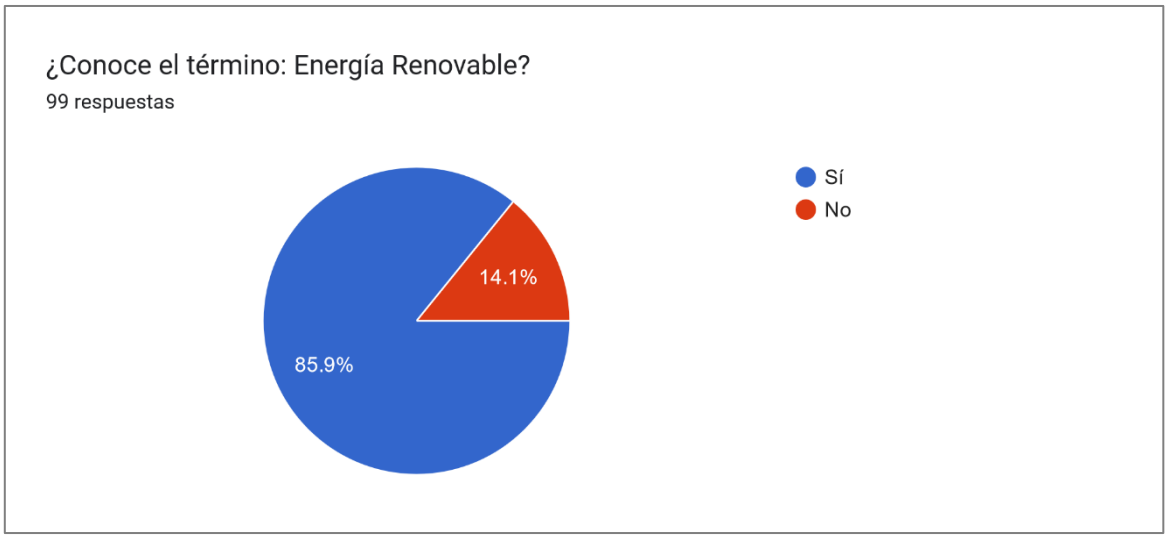


Figura 39. *Término Energía Renovable - Entrevista – Análisis de Mercado*



Energías Renovables: Son aquellas en las cuales su fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables. El término "renovable" capta la esencia de este tipo de energía, caracterizada por su disponibilidad en la naturaleza y su capacidad de regeneración continua, sin intervención humana, de manera espontánea y en cantidades inagotables.

Figura 40. *Término Energía Solar - Entrevista – Análisis de Mercado*

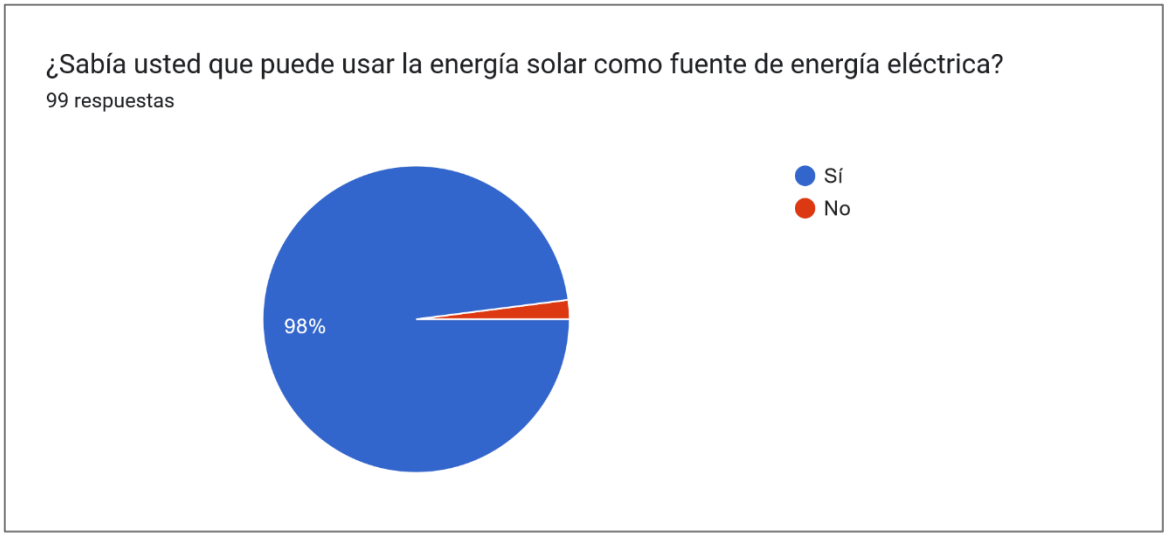
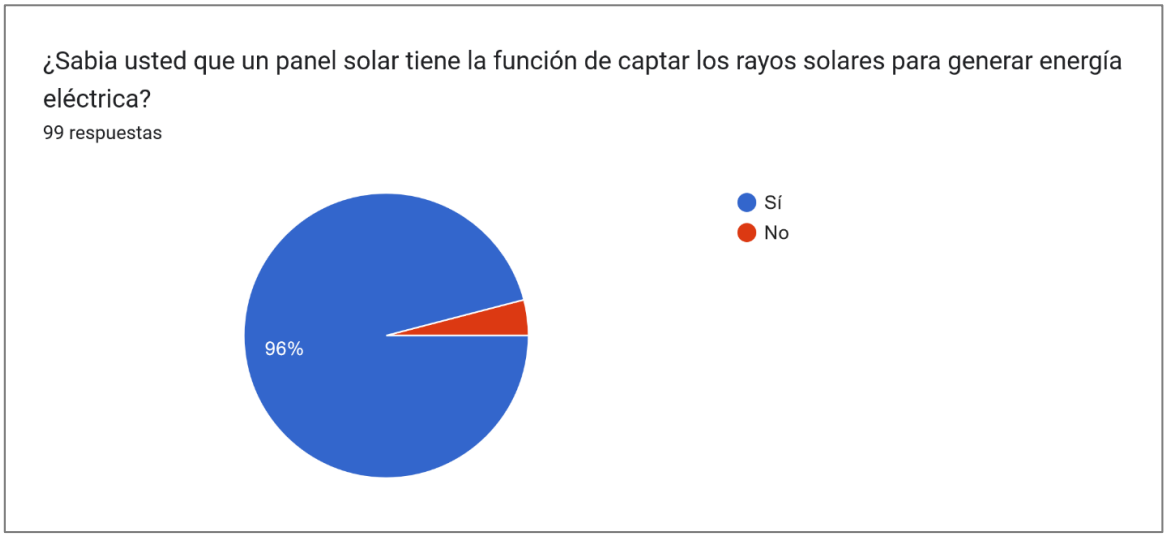


Figura 41. *Función de los Paneles Solares - Entrevista – Análisis de Mercado*



CARACTERIZACIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL

Figura 42. *Costo del Servicio Público Eléctrico - Entrevista – Análisis de Mercado*

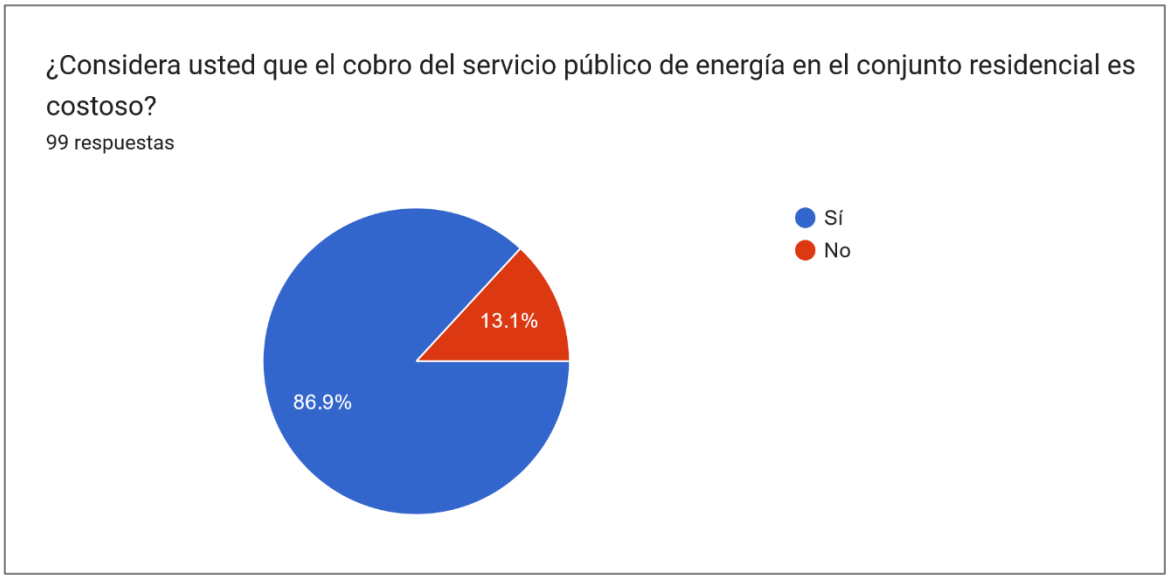


Figura 43. *Calidad del Servicio Público Eléctrico - Entrevista – Análisis de Mercado*

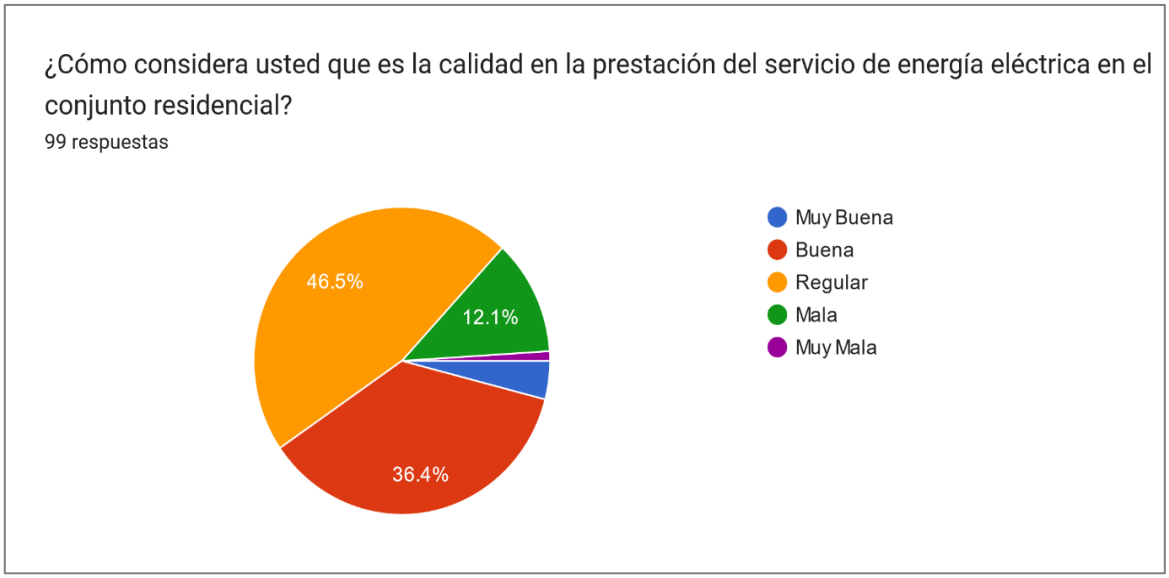


Figura 44. *Cortes de Energía Eléctrica - Entrevista – Análisis de Mercado*

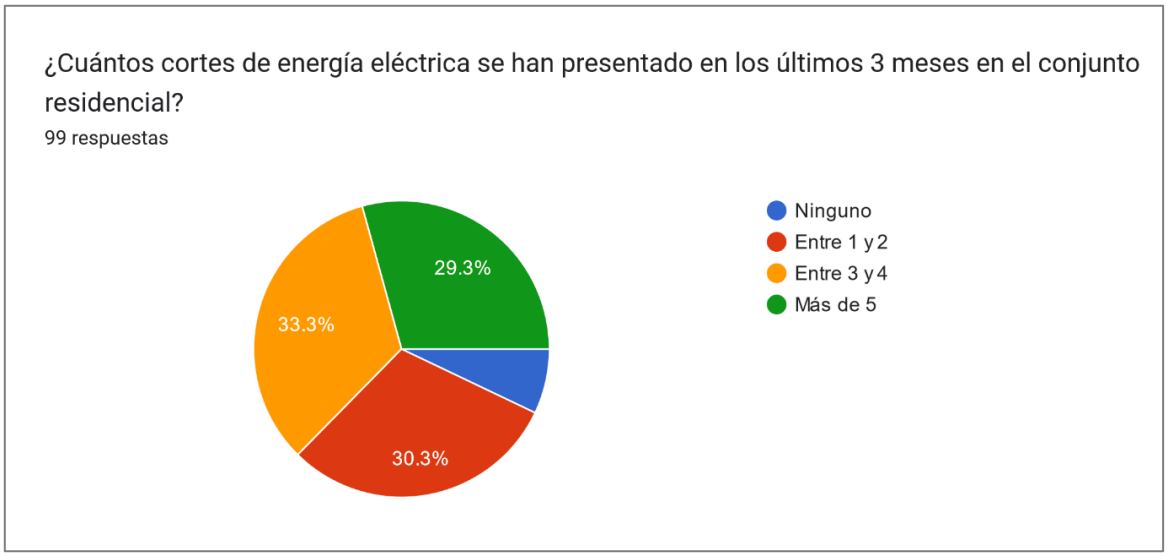


Figura 45. *Utilidad de Energía Renovable - Entrevista – Análisis de Mercado*

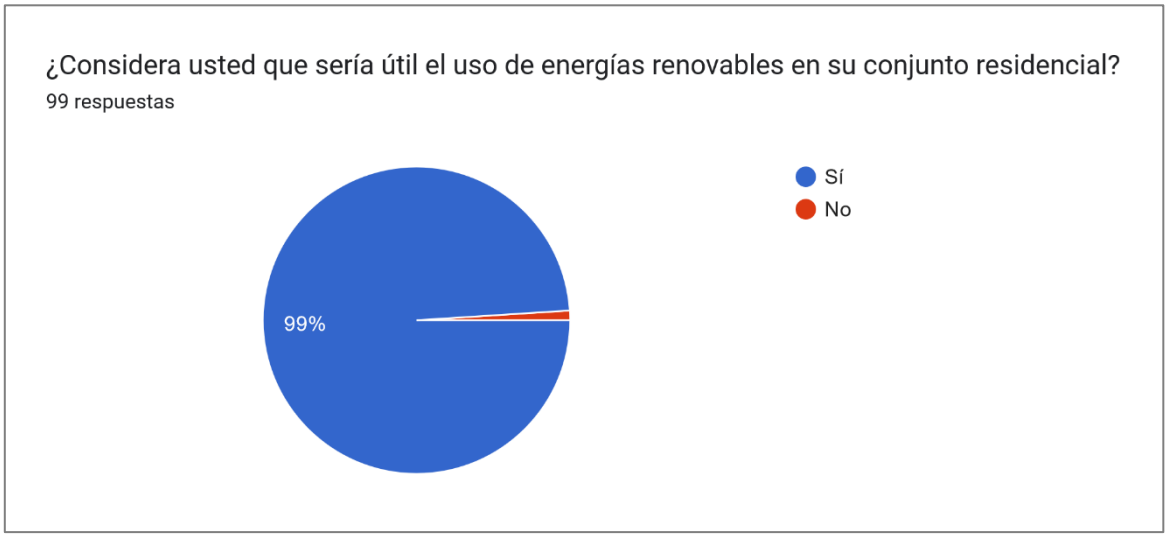


Figura 46. *Fuente de Energía Viable - Entrevista – Análisis de Mercado*

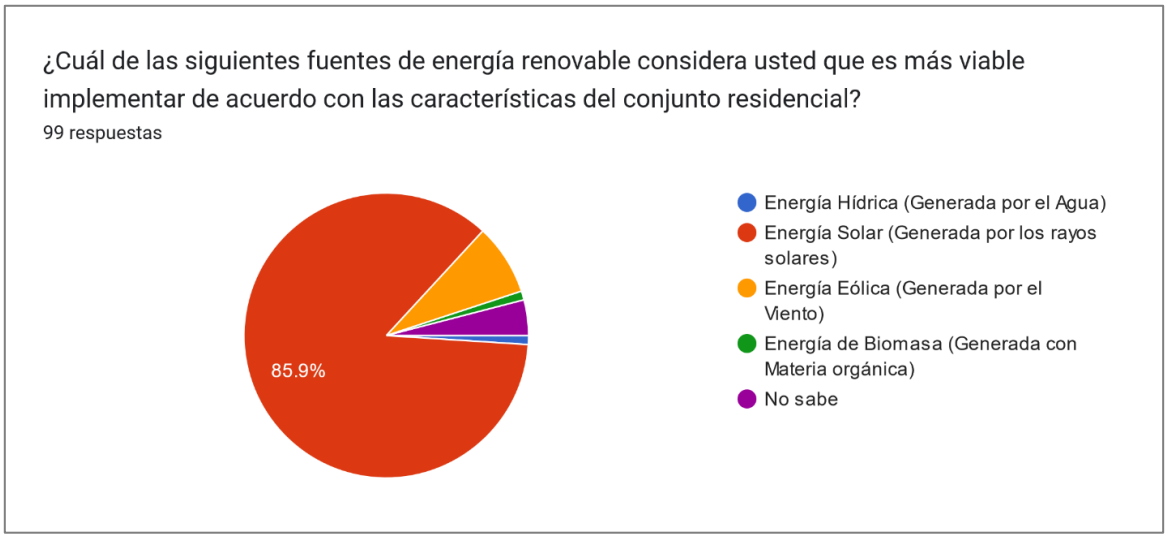


Figura 47. *Implementación del Sistema en Conjunto - Entrevista – Análisis de Mercado*

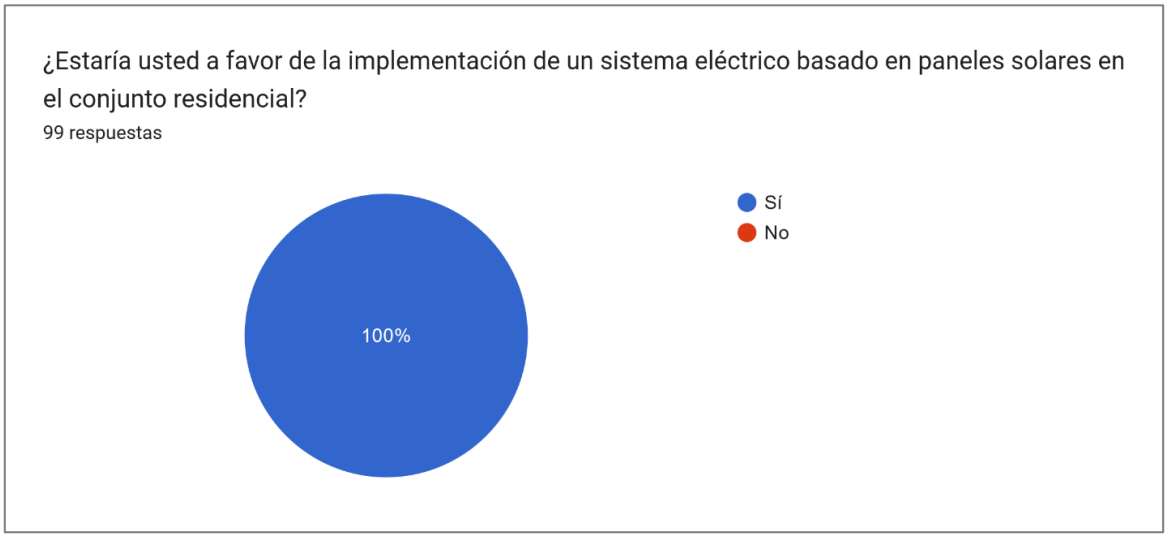


Figura 48. *Mayor Motivación - Entrevista – Análisis de Mercado*

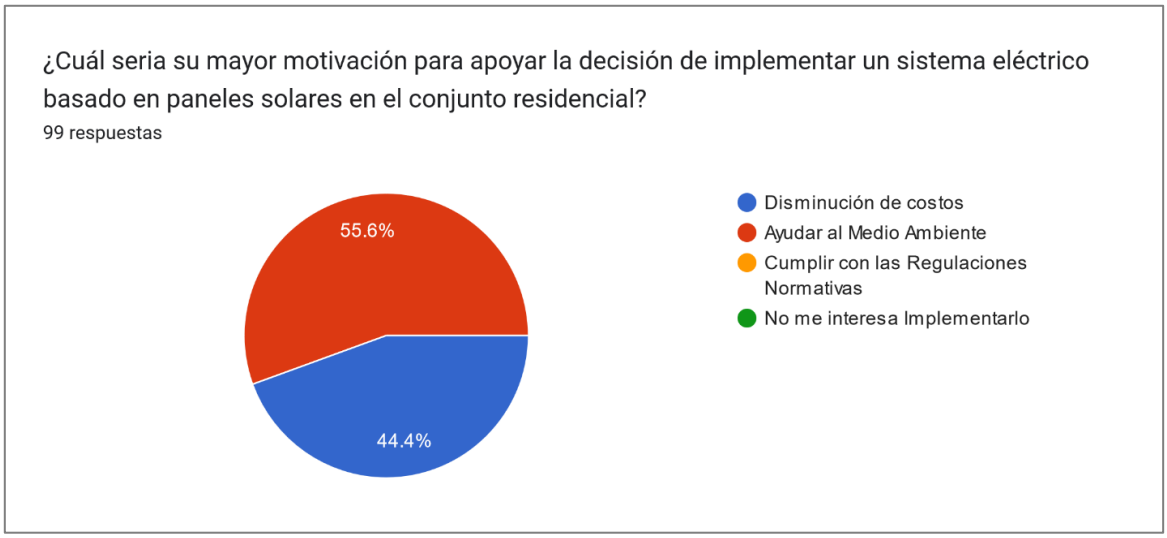


Figura 49. *Cuota Extraordinaria - Entrevista – Análisis de Mercado*

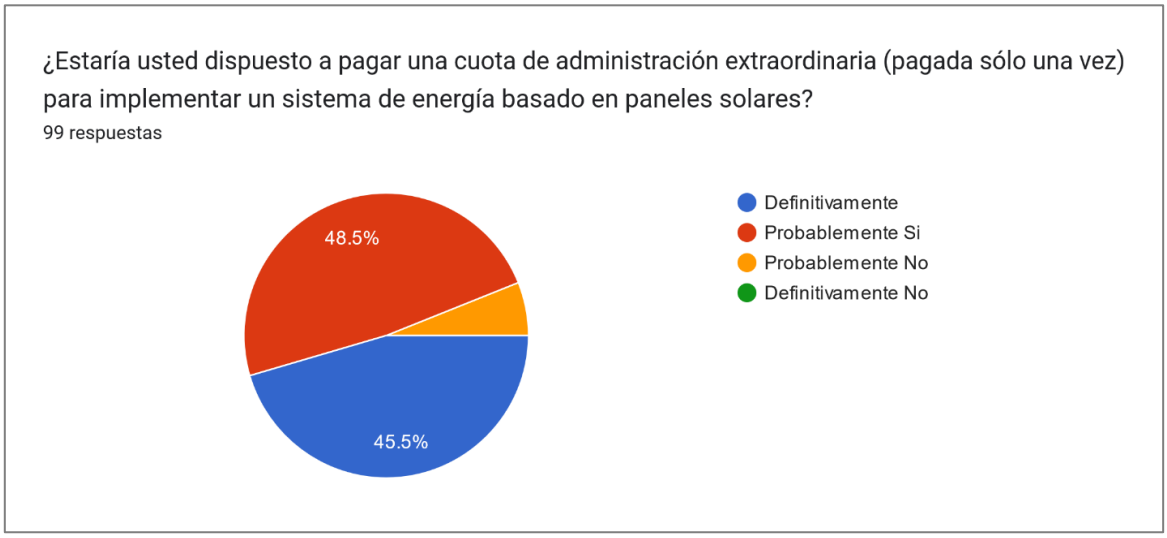
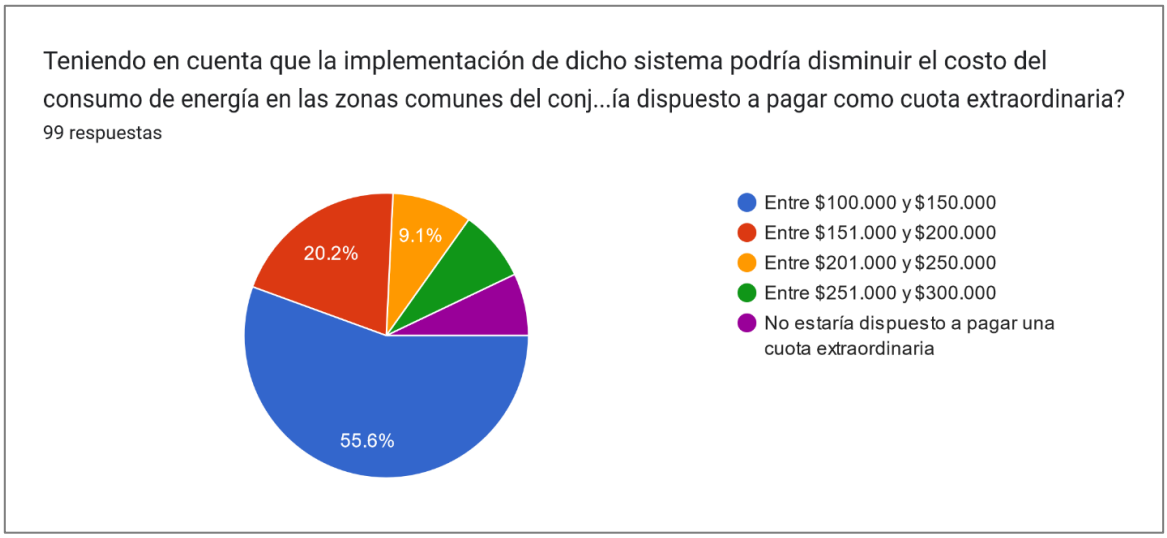


Figura 50. *Costo de Cuota Extraordinaria - Entrevista – Análisis de Mercado*



Retorno de Inversión: Relación entre lo invertido en un proyecto y el beneficio obtenido de dicha inversión. En este caso, la inversión de implementación del sistema fotovoltaico y el beneficio puede ser la posible disminución de los costos asociados con el servicio de energía que se paga en la cuota de administración.

Figura 51. *Retorno de Inversión - Entrevista – Análisis de Mercado*

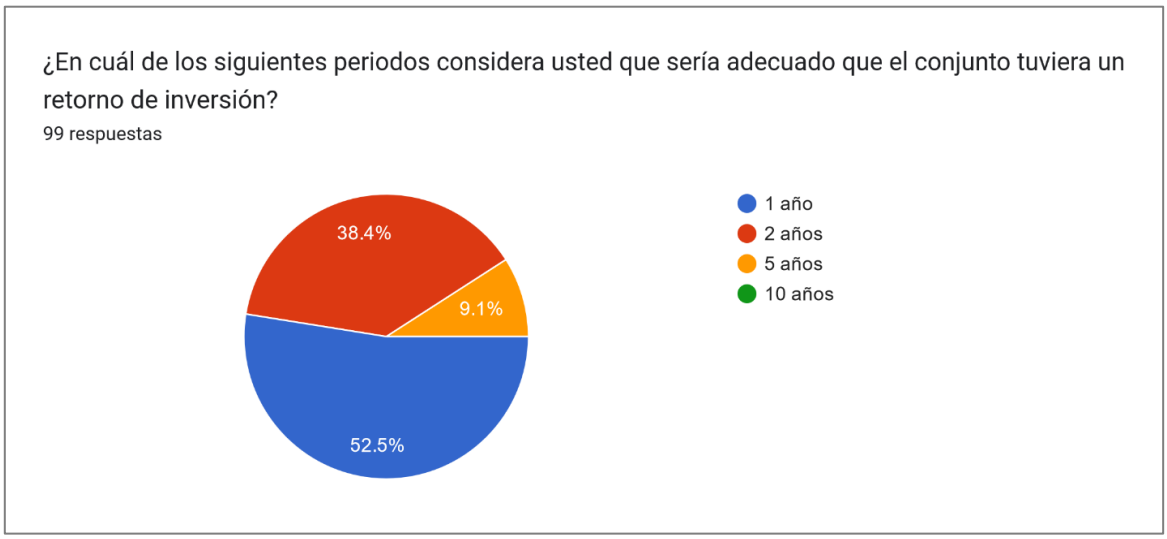
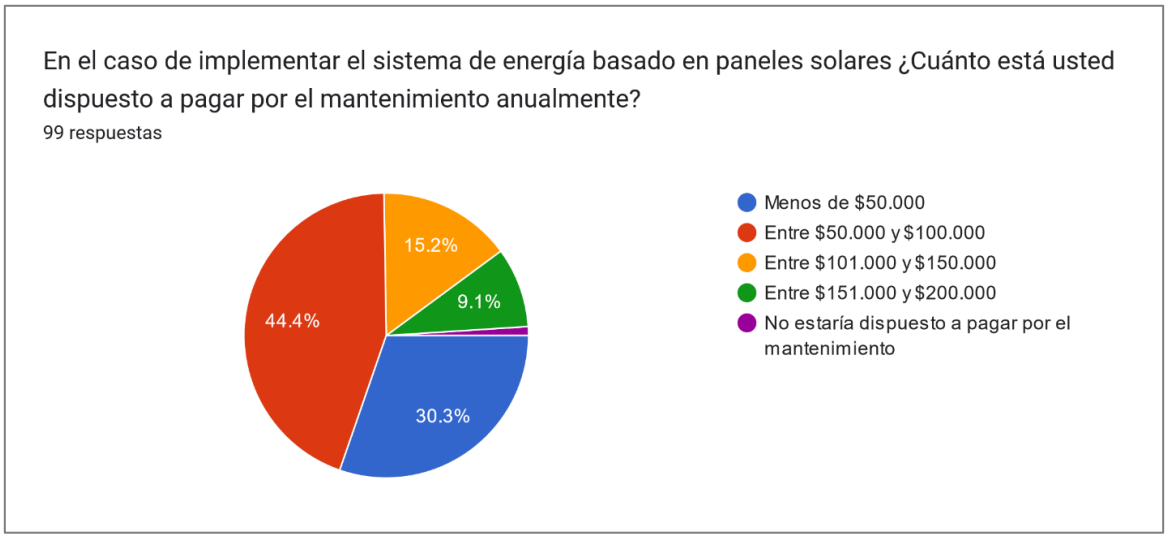


Figura 52. *Costos de Mantenimiento - Entrevista – Análisis de Mercado*



SISTEMA ELÉCTRICO BASADO EN PANELES SOLARES

Figura 53. *Megaproyectos en Colombia - Entrevista – Análisis de Mercado*

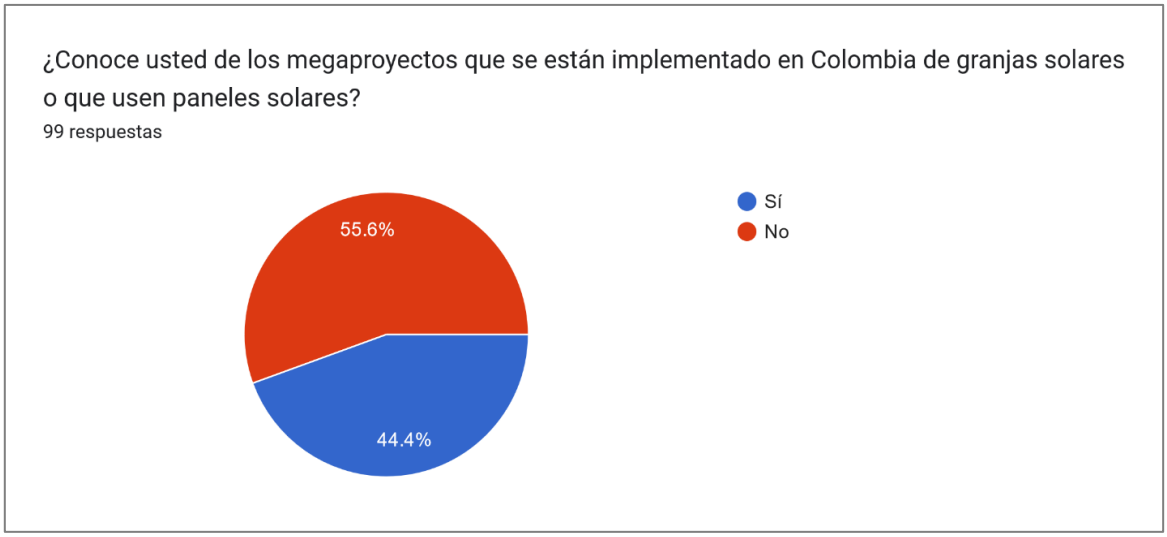


Figura 54. *Implementación de Sistemas en Madrid - Entrevista – Análisis de Mercado*

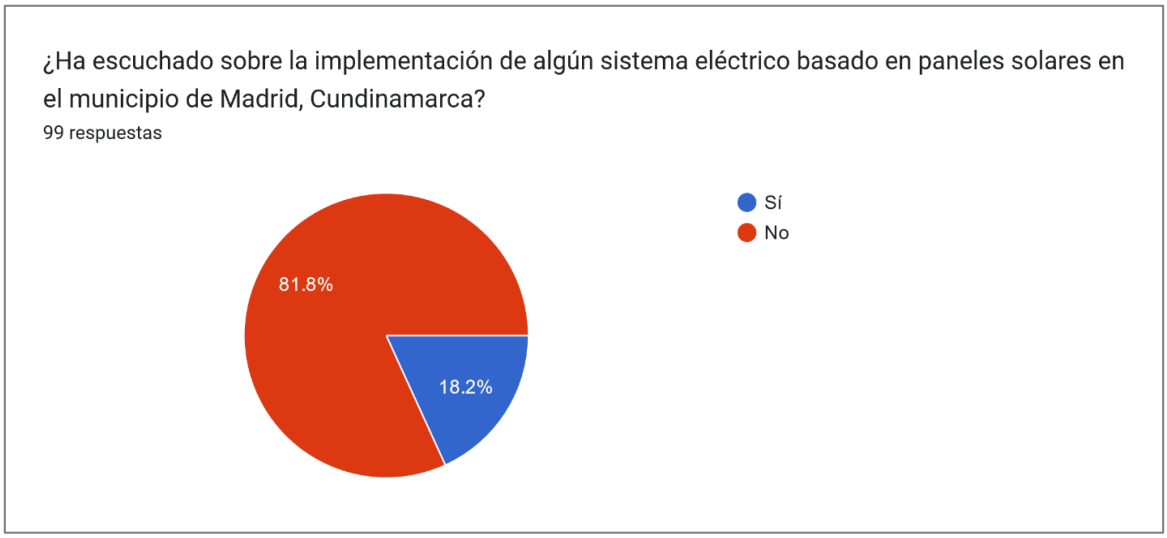


Figura 55. *Negocio de Venta de Paneles Solares - Entrevista – Análisis de Mercado*

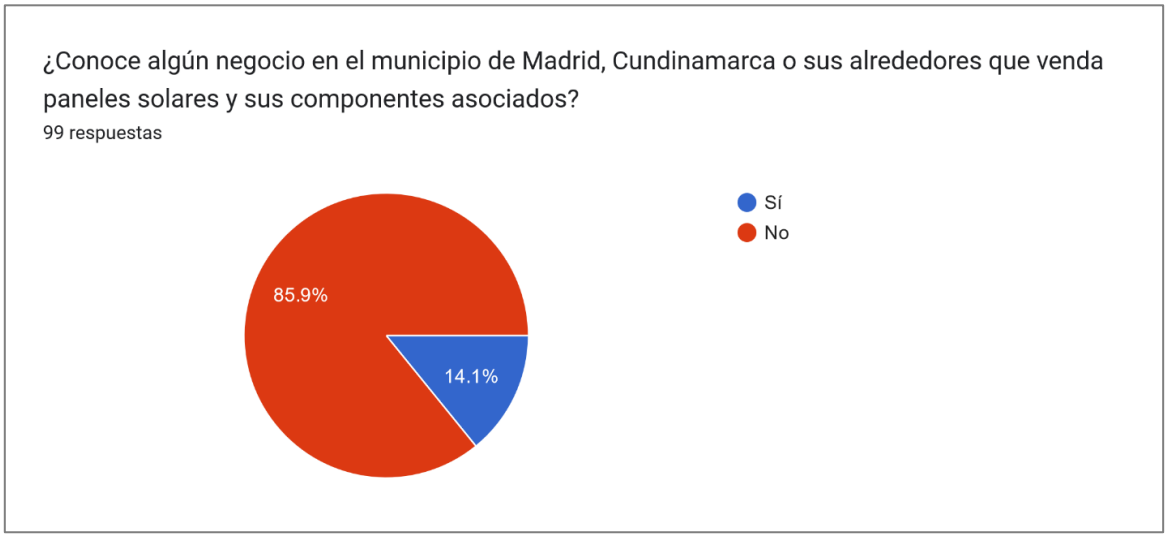


Figura 56. *Aspectos importantes para la Implementación - Entrevista – Análisis de Mercado*

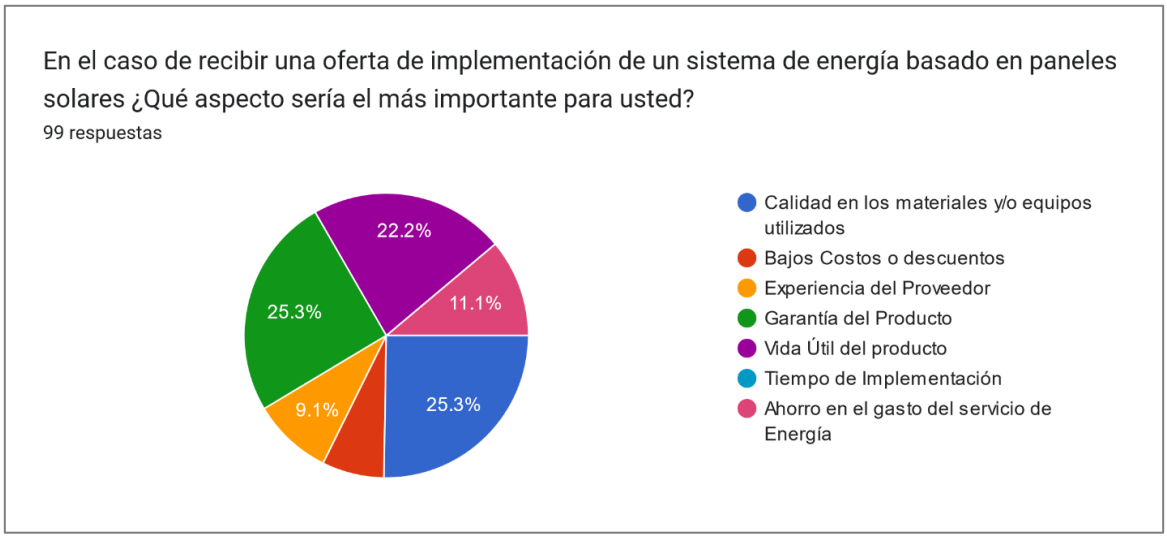


Figura 57. *Obstáculo para la implementación - Entrevista – Análisis de Mercado*

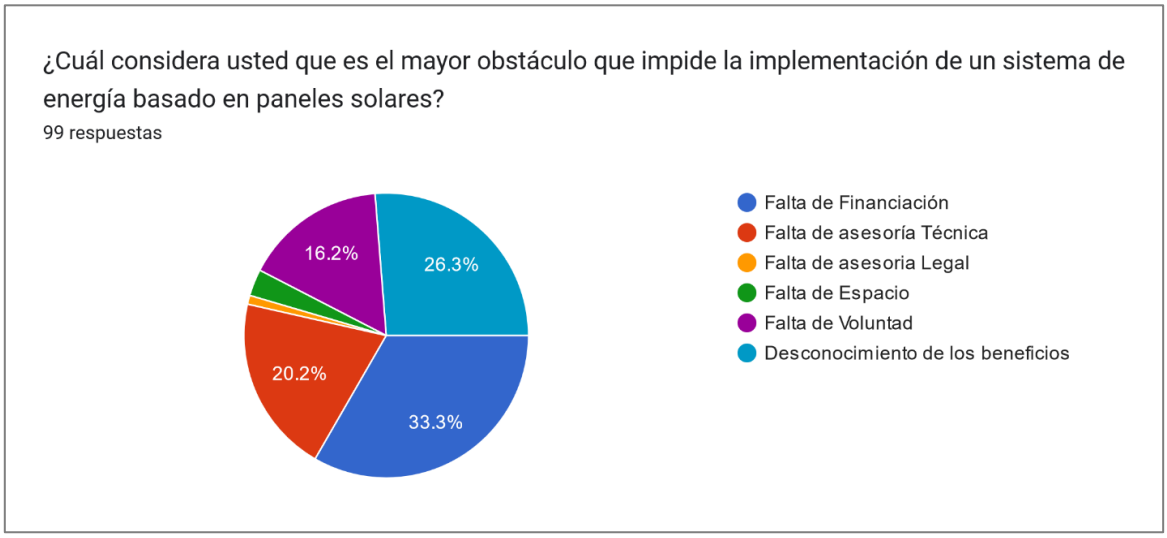


Figura 58. *Plan de Pagos (por cuotas) - Entrevista – Análisis de Mercado*

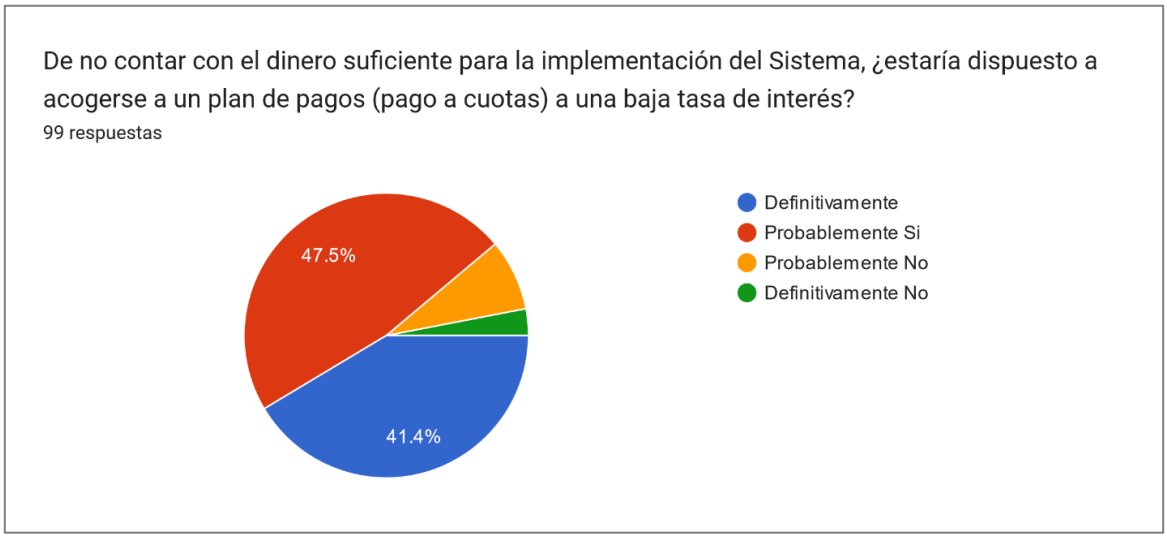
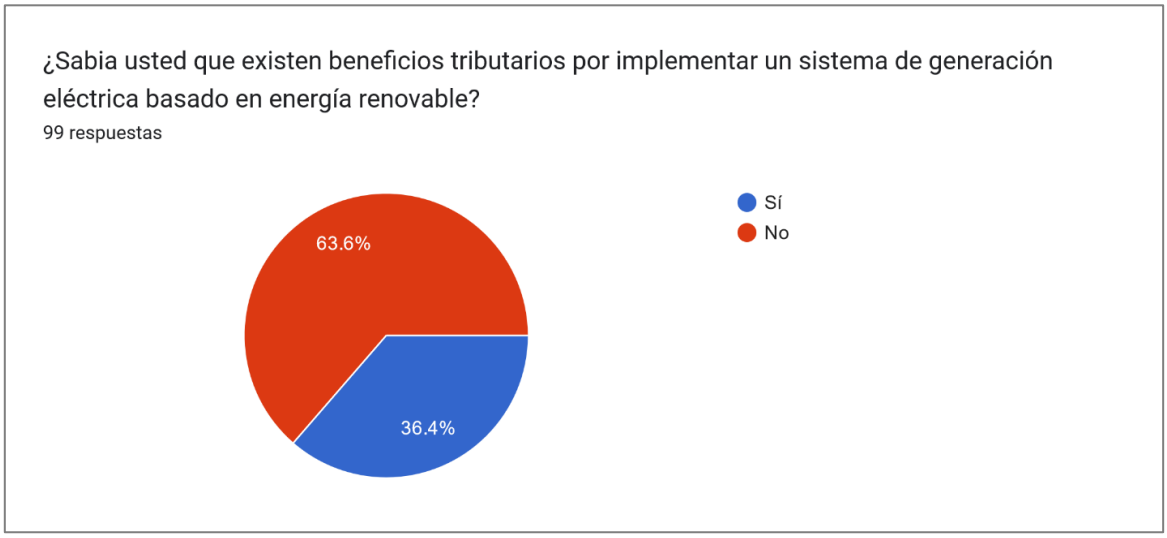


Figura 59. *Beneficios Tributarios - Entrevista – Análisis de Mercado*



COMUNICACIONES

Figura 60. *Primera fuente de Información - Entrevista – Análisis de Mercado*

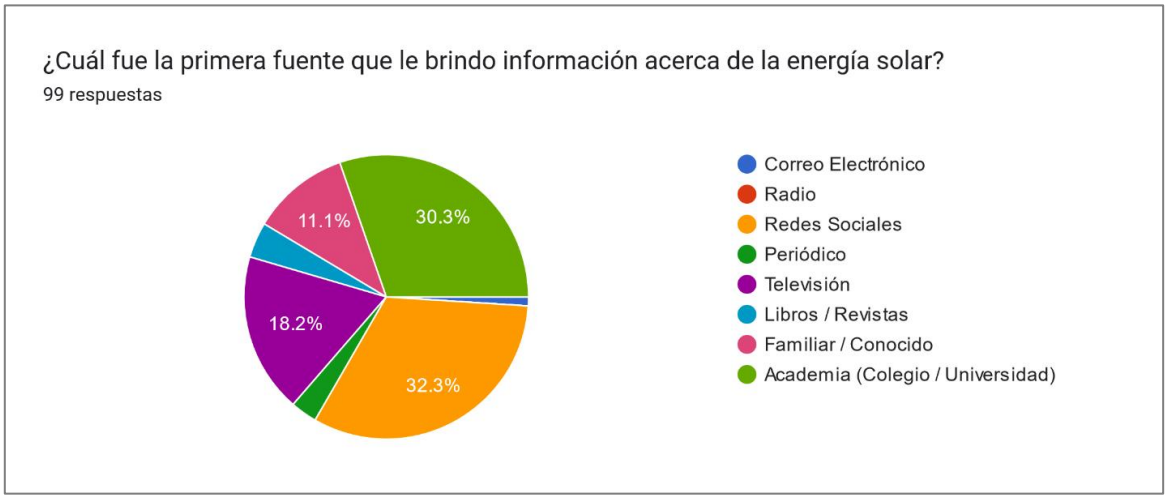


Figura 61. *Envío de Información del Sistema - Entrevista – Análisis de Mercado*

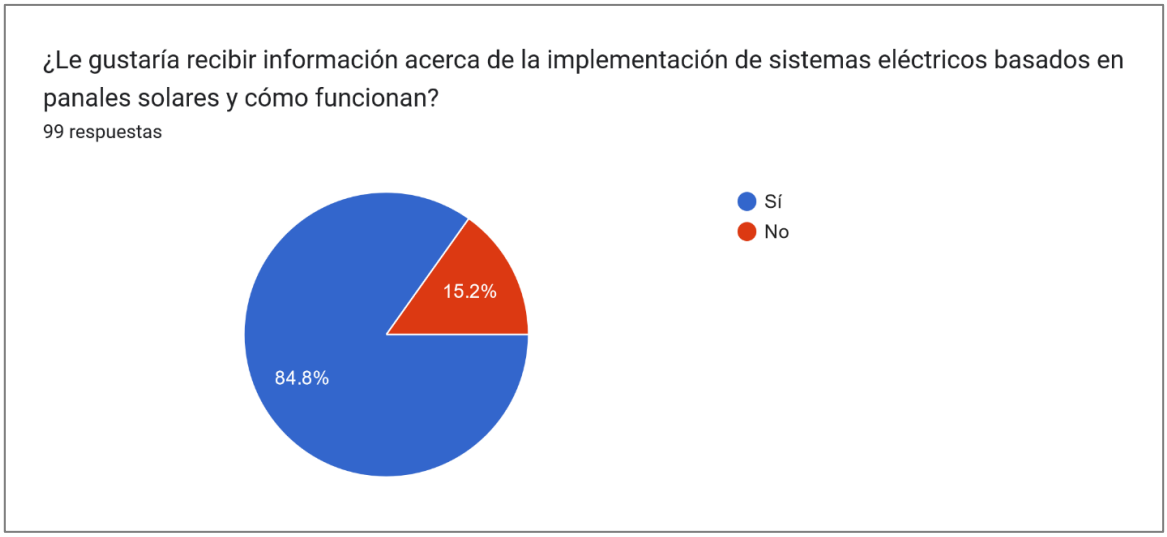


Figura 62. *Canales de Comunicación - Entrevista – Análisis de Mercado*

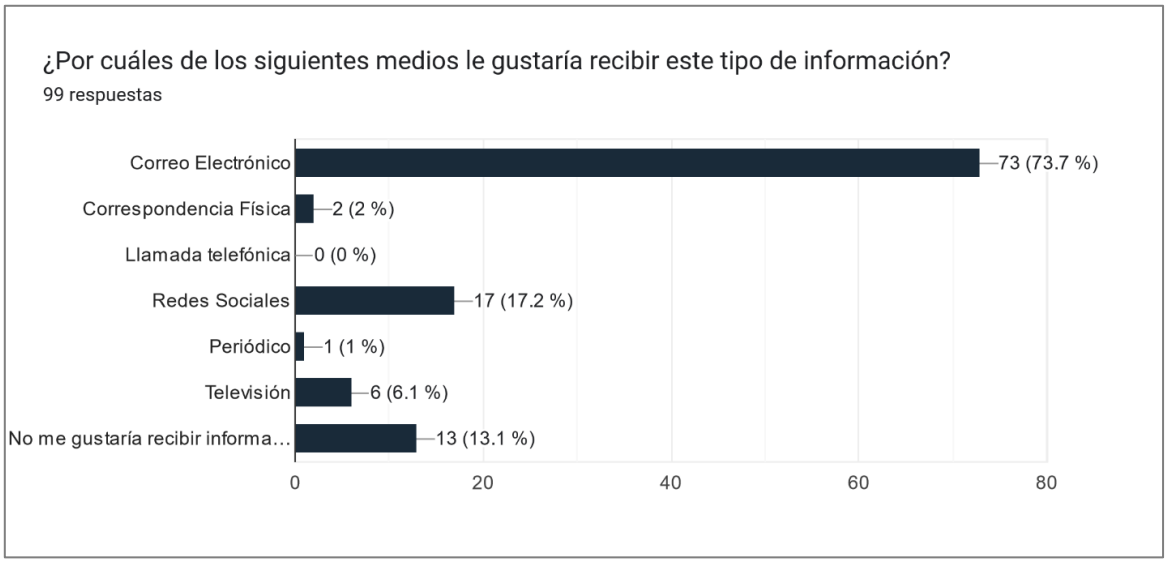


Figura 63. *Charla de Energía Solar - Entrevista – Análisis de Mercado*

