

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN
FOTOVOLTAICA PARA EL PARQUE ZONAL SAN ANDRÉS

EDUARDO SÁNCHEZ ALVARADO
JOAQUÍN DARÍO SANMIGUEL TORRES
WILLIAN FERNANDO VILLAMIL CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C 2021

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN
FOTOVOLTAICA PARA EL PARQUE ZONAL SAN ANDRÉS

EDUARDO SÁNCHEZ ALVARADO
JOAQUÍN DARÍO SANMIGUEL TORRES
WILLIAN FERNANDO VILLAMIL CASTAÑEDA

Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en gerencia de proyectos

Asesor: MABEL CLARENA LESMES GÓMEZ, Ing. MGP - PMP

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C 2021

Dedicatoria

Todos mis esfuerzos y en especial en este trabajo de grado están dedicados a Dios y a mi familia; mi amada Lina Maritza, mis padres Rosa Inés y Samuel, mis hermanos Diana, Ricardo, Sandra y Mauricio, y mis queridos sobrinos Vero, Samuel, Ivancho y Carlitos... por apoyarme siempre aún en la distancia.

Eduardo Sánchez Alvarado

Dedico el presente trabajo de grado a mis padres Joaquín Antonio y Efigenia, y a mi hijo Juan David, quienes siempre me han alentado para lograr las metas y objetivos académicos que me propongo.

Joaquín Darío Sanmiguel Torres

Este trabajo lo dedico a mis padres, Dora y Rosemberg, que son mi orgullo más grande y trabajo para ser igualmente el suyo; y a mi inigualable pareja Catherin por todo su amor, paciencia y apoyo, estos esfuerzos son principalmente para contribuir a nuestros proyectos.

Willian Fernando Villamil Castañeda

Agradecimientos

Agradecemos a la Directora General del IDRD Blanca Durán quien nos permitió el desarrollo del presente trabajo de grado en un parque de la entidad, con el apoyo y reconocimiento de su Secretaria General Sandra Jaber. Además:

Inmensamente agradecido con Dios por darme esta oportunidad y lograr una meta más en mi vida; a mis compañeros Willian y Joaquín, a mis profesores y a la Universidad Piloto de Colombia por brindarme las facilidades, conocimientos, enseñanzas y experiencias para ampliar mis conocimientos y así mejorar como profesional y como persona para aportar al crecimiento de nuestro país.

Eduardo Sánchez Alvarado

Agradezco a todas las instancias administrativas y académicas de la Universidad Piloto de Colombia, por brindar las herramientas tecnológicas y de comunicación, y por contar con docentes competentes y experimentados. Igualmente quiero agradecer a mis compañeros de trabajo de grado Eduardo y Willian, por su apoyo, sus aportes y el trabajo dedicado en equipo.

Joaquín Darío Sanmiguel Torres

Agradezco a los docentes que nos compartieron sus conocimientos y retroalimentaciones, y a mis compañeros Eduardo y Joaquín por su amabilidad y dedicación, este es un gran paso para mi desarrollo personal y profesional que fue fortalecido con su apoyo.

Willian Fernando Villamil Castañeda

Tabla de Contenidos

Dedicatoria	1
Agradecimientos	2
Tabla de Contenidos.....	3
Lista de Tablas	8
Lista de figuras	11
Resumen	13
Abstract	14
Introducción	15
Objetivo.....	16
1. Antecedentes Organizacionales	17
1.1 Descripción de la organización ejecutora	17
1.2 Objetivos estratégicos	17
1.3 Misión, Visión y Valores	19
1.3.1 Misión.	19
1.3.2 Visión.	19
1.3.3. Valores Organizacionales.....	19
1.4 Mapa estratégico	20
1.5 Cadena de valor.....	20
1.6 Estructura organizacional.....	20
2. Evaluación del proyecto a través de la metodología del Marco Lógico	21
2.1 Descripción del problema o necesidad.....	21
2.2 Árbol de problemas	22
2.3 Árbol de objetivos	23
2.4 Árbol de acciones	24
2.5 Determinación de alternativas.....	25
2.6 Evaluación de alternativas.....	26
2.7 Descripción de la alternativa seleccionada	28
3. Marco metodológico	28

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	4
3.1. Tipos y métodos de investigación	28
3.2. Herramientas para la recolección de información.....	29
3.3. Fuentes de información	29
4. Estudio técnico	30
4.1. Diseño conceptual de la solución.....	30
4.2. Análisis y descripción del proceso.....	31
4.3. Definición del tamaño y localización del proyecto.....	32
4.4. Requerimiento para el desarrollo del proyecto.	34
5. Estudio de mercado	34
5.1. Población.....	34
5.2. Dimensionamiento de la demanda	35
5.3. Dimensionamiento de la oferta	36
6. Estudio de viabilidad financiera.....	37
6.1. Estimación de costos de inversión del proyecto	37
6.2. Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto	39
6.3. Análisis de tasas de interés para costos de oportunidad.....	40
6.4. Análisis de tasas de interés para costos de financiación	40
6.5. Tablas de amortización y/o capitalización	40
6.6. Flujo de caja	41
6.7. Evaluación financiera y análisis de indicadores.....	42
7. Estudio ambiental y social	43
7.1. Análisis y categorización de riesgos	43
7.1.1. Análisis PESTLE.	43
7.1.1. Análisis matriz RAM.	44
7.2. Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto.....	45
7.2.1. Huella de carbono del proyecto.....	45
7.2.2. Análisis impactos ambientales.	48
7.3. Responsabilidad social-empresarial (RSE).....	52
8. Gestión de la integración del proyecto.....	53
8.1. Acta de constitución de proyecto	53

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	5
8.2. Plan de gestión de beneficios	56
8.3. Plan de gestión de cambios	58
9. Gestión de los interesados	59
9.1. Registro de interesados	59
9.2. Plan de involucramiento de interesados	61
10. Gestión del alcance del proyecto.....	61
10.1. Plan de gestión del alcance	61
10.2. Plan y matriz de trazabilidad de requisitos	63
10.3. Enunciado del alcance.....	64
10.4. Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)	65
11. Gestión del cronograma del proyecto	67
11.1. Plan de gestión del cronograma	67
11.2. Listado de actividades con análisis PERT	67
11.3. Diagrama de red del proyecto	71
11.4. Línea base del cronograma.....	77
11.5 Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas.....	80
12. Gestión de costos del proyecto.....	88
12.1 Plan de gestión de costos del proyecto.....	88
12.2 Estimación de costos en MS Project®	89
12.3 Estimación ascendente y determinación del presupuesto	91
13. Gestión de recursos del proyecto	94
13.1 Plan de Gestión de los Recursos	94
13.1.1 Generalidades.....	94
13.1.2 Objetivo.....	96
13.1.3 Alcance del plan.....	96
13.1.4 Organigrama.....	101
13.1.5 Responsabilidades.....	102
13.3 Estimación de recursos.....	106
13.3.1 Modelo de estimación.....	106
13.4 Estructura de Desglose de Recursos (EDDR).....	106

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	6
13.5 Asignación de recursos	107
13.6 Calendario de recursos	112
13.7 Plan de capacitación y desarrollo de equipo	113
14. Gestión de comunicaciones del proyecto	114
14.1 Plan de gestión de las comunicaciones	114
14.1.1 Canales de comunicación.....	114
14.1.2 Sistema de información de las comunicaciones.....	115
14.1.3 Diagramas de flujo.....	116
14.1.4 Matriz de comunicaciones.....	117
14.1.5 Estrategia de comunicaciones	118
15. Gestión de la calidad del proyecto	119
15.1. Plan de gestión de la calidad	119
15.1.1 Política de calidad del proyecto.	119
15.1.2 Objetivos de calidad del proyecto.....	119
15.1.3 Especificaciones técnicas del proyecto y los entregables.....	120
15.1.4 Roles y responsabilidades de calidad.....	121
15.1.5 Herramientas y técnicas de planificación de calidad aplicables al proyecto.	122
15.2. Métricas de calidad	123
15.3. Documentos de prueba y evaluación.....	129
15.4. Entregables verificados	129
16. Gestión de riesgos del proyecto	129
16.1. Plan de gestión de riesgos	129
16.2. Matrices de probabilidad – impacto (inicial y residual).....	136
16.3. Matriz de riesgos	137
17. Gestión de las adquisiciones del proyecto	142
17.1. Plan de gestión de las adquisiciones	142
17.2. Matriz de las adquisiciones	147
17.3. Cronograma de compras	148
18. Gestión del valor ganado.....	148

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	7
18.1. Indicadores de medición del desempeño.....	148
18.2. Análisis de valor ganado y curva S	150
18.2.1 Informe a enero 3 de 2022.	150
18.2.2 Informe a mayo 12 de 2022.	152
18.2.3 Informe a septiembre 24 de 2022.....	153
19. Informe de avance de proyecto	155
Conclusiones	155
Recomendaciones.....	156
Bibliografía	157
Anexo 1. Cadena de valor del IDRDR	163
Anexo 2. Estructura organizacional del IDRDR	165
Anexo 3. Matriz de involucrados	167
Anexo 4. Caso de Negocio.....	169
Anexo 5. Flujo de caja	170
Anexo 6. Análisis PESTLE.....	173
Anexo 7. Matriz de riesgos ambientales	177
Anexo 8. Entradas y salidas de las etapas del proyecto	179
Anexo 9. Eco balances del consumo de combustible y electricidad.....	181
Anexo 10. Estrategias, Objetivos, Metas e Indicadores del Proyecto.....	183
Anexo 11. Histórico del consumo facturado desde el 31 de octubre de 2019 hasta el 1 de octubre de 2020	185
Anexo 12. Registro de interesados.....	186
Anexo 13. Estrategia de gestión de interesados	188
Anexo 14. Diccionario de la EDT.....	190
Anexo 15. Resumen de roles y responsabilidades	204
Anexo 16. Recursos humanos para cada paquete de trabajo	206
Anexo 17. Recursos físicos para cada paquete de trabajo	208
Anexo 18. Formatos y plantillas para la gestión de calidad.....	209

Lista de Tablas

Tabla 1. Matriz de alternativas.....	27
Tabla 2. Grupos de gastos con su valor.	41
Tabla 3. Indicadores de rentabilidad del proyecto	42
Tabla 4. Resumen de huella de carbono por uso de combustible.	46
Tabla 5. Resumen de huella de carbono por uso de electricidad	47
Tabla 6. Resumen total de huella de carbono para los aspectos tratados.....	48
Tabla 7. Acta de constitución.....	53
Tabla 8. Plan de gestión de beneficios del proyecto.	57
Tabla 9. Plan de gestión de cambios del proyecto.	58
Tabla 10. Plan de gestión de alcance del proyecto.....	62
Tabla 11. Matriz de trazabilidad de requisitos.	63
Tabla 12. Enunciado del alcance del proyecto.....	64
Tabla 13. Lista detallada de actividades a partir de la EDT	68
Tabla 14. Actividades de la ruta crítica.....	75
Tabla 15. Asignación de recursos inicial.	81
Tabla 16. Asignación de recursos ajustada.	86
Tabla 17. Estimación de costos de tareas en MS Project.....	89
Tabla 18. Determinación del presupuesto del proyecto.....	91
Tabla 19. Consolidación de recursos humanos para Estudios preliminares	108
Tabla 20. Consolidación de recursos humanos para Diseños	108
Tabla 21. Consolidación de recursos humanos para Adquisiciones	109
Tabla 22. Consolidación de recursos humanos para Construcción.....	109
Tabla 23. Consolidación de recursos humanos para el proyecto	110
Tabla 24. Consolidación de recursos físicos para Estudios preliminares	111
Tabla 25. Consolidación de recursos físicos para Diseños	111
Tabla 26. Consolidación de recursos físicos para Adquisiciones	111
Tabla 27. Consolidación de recursos físicos para Construcción.....	111

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	9
Tabla 28. Consolidación de recursos físicos para el proyecto	112
Tabla 29. Calendario de recursos del proyecto	112
Tabla 30. Plan de capacitación para el proyecto.	113
Tabla 31. Canales de comunicación definidos para el proyecto	115
Tabla 32. Matriz de comunicaciones	118
Tabla 33. Especificaciones técnicas aplicables al proyecto.	120
Tabla 34. Roles para la gestión de la calidad.	121
Tabla 35. Métricas de calidad de proyecto.....	123
Tabla 36. Métricas de calidad de los productos del proyecto.	125
Tabla 37. Plan de gestión de riesgos del proyecto.	129
Tabla 38. Matriz de riesgos del proyecto.	138
Tabla 39. Adquisiciones para fases estudios y diseños.....	142
Tabla 40. Adquisiciones para obra de construcción.....	143
Tabla 41. Adquisiciones para interventoría de construcción.	143
Tabla 42. Criterios de evaluación de ofertantes.	144
Tabla 43. Matriz de adquisiciones del proyecto.....	147
Tabla 44. Cronograma de compras.	148
Tabla 45. Indicadores de valor ganado de medición del desempeño.....	148
Tabla 46. Índices de valor ganado del primer informe.	151
Tabla 47. Índices de valor ganado del segundo informe.....	152
Tabla 48. Índices de valor ganado del tercer informe.	154
Tabla 49. Cadena de valor del IDRD	163
Tabla 50. Estructura organizacional del IDRD	165
Tabla 51. Matriz de involucrados, con expectativas y aporte sobre el proyecto.	167
Tabla 52. Flujo de caja	170
Tabla 53. Análisis PESTLE	173
Tabla 54. Matriz RAM.....	177
Tabla 55. Entradas y salidas de las etapas del proyecto.....	179
Tabla 56. Eco balance del consumo de combustible.....	181
Tabla 57. Eco balance del consumo de electricidad.	181

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	10
Tabla 58. Estrategias, Objetivos, Metas e Indicadores del Proyecto	183
Tabla 59. Consumo facturado parque San Andrés desde el 31/10/2019 al 1/10/2020. .	185
Tabla 60. Plantilla de registro de interesados del proyecto.....	186
Tabla 61. Plantilla de estrategia de gestión de interesados del proyecto.	188
Tabla 62. Diccionario de la EDT del proyecto	190
Tabla 63. Resumen de roles y responsabilidades.....	204
Tabla 64. Distribución de recursos humanos	206
Tabla 65. Distribución de recursos físicos	208
Tabla 66. Lista de verificación de cumplimiento de entregables.....	209

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de procesos del IDRDR.....	20
Figura 2. Organigrama del IDRDR.	21
Figura 3. Análisis del árbol de problemas.....	23
Figura 4. Análisis del árbol de objetivos.....	24
Figura 5. Árbol de acciones	25
Figura 6. Parqueadero solar instalado en la compañía Renault-Sofasa.	30
Figura 7. Vista superior del parqueadero de la esquina oriental del parque zonal San Andrés, Bogotá.....	32
Figura 8. Medidas de espacio objetivo en vista superior del parqueadero de la esquina oriental del parque zonal San Andrés, Bogotá.....	33
Figura 9. Área en vista superior del parque zonal San Andrés, Bogotá.	35
Figura 10. Coste Nivelado de la Energía (LCOE) promedio ponderado de proyectos solares fotovoltaicos a escala de servicios públicos, recientemente encargados por país.	36
Figura 11. Tendencias en energía renovable, capacidad instalada de tecnología solar fotovoltaica en Colombia desde el año 2000 hasta el 2019.	37
Figura 12. Etapas del proyecto.....	45
Figura 13. EDT del proyecto.....	66
Figura 14. Diagrama de red del proyecto.....	74
Figura 15. Cronograma y diagrama de Gantt del proyecto.	80
Figura 16. Dedicación inicial residente eléctrico.....	84
Figura 17. Dedicación ajustada residente eléctrico.....	84
Figura 18. Organigrama funcional del proyecto.	102
Figura 19. Estructura de Desglose de Recursos del proyecto.	107
Figura 20. Diagrama de flujo de comunicaciones.....	117
Figura 21. Estructura de desglose de riesgos.	133
Figura 22. Matriz de probabilidad – impacto inicial.....	136

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS	12
Figura 23. Matriz de probabilidad – impacto final.	136
Figura 24. Curva S de informe 1 03/01/2022.....	151
Figura 25. Curva S de informe 2 12/05/2022.....	153
Figura 26. Curva S de informe 3 24/09/2022.....	154
Figura 27. Formato recepción de paneles	210
Figura 28. Formato de pruebas aislamiento cableados	211
Figura 29. Formato de pruebas de continuidad cableados	212
Figura 30. Formato de recepción de estructura.....	213
Figura 31. Formato de recepción de obras civiles.....	216

Resumen

La preocupación por la conservación y uso racional de nuestros recursos naturales ha llevado a instaurar políticas medioambientales dentro de las entidades gubernamentales. Para alinearse con las políticas institucionales del Instituto Distrital de Recreación y Deporte, se requiere realizar el diseño y construcción de un sistema de generación de energía eléctrica renovable, para minimizar los impactos generados por la operación del parque, como es el consumo de energía eléctrica debido a su funcionamiento hasta altas horas en la noche. Este documento presenta el plan de gestión del proyecto de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, en la localidad de Engativá, el cual se constituye de cuatro etapas: Estudios, diseños, adquisiciones y construcción.

Palabras Clave: Generación eléctrica, IDRD, Sistema fotovoltaico, Parqueadero fotovoltaico.

Abstract

The concern for the conservation and rational use of our natural resources has led to the establishment of environmental policies within government entities. To align with the institutional policies of the Instituto Distrital de Recreación y Deporte, it is necessary to design and build a renewable electricity generation system, to minimize the impacts generated by the operation of the park, such as the consumption of electricity due to its operation up to high hours at night. This document presents the project management plan for a photovoltaic generation system for the San Andrés zonal park, in the town of Engativá, which consists of four stages: Studies, designs, acquisitions and construction.

Introducción

La preocupación mundial por la conservación y uso racional de nuestros recursos naturales, por la reducción de gases de efecto invernadero, por el sostenimiento de la biodiversidad y demás aspectos ambientales que se presentan actualmente propicia la generación de acuerdos internacionales (Protocolo de Kioto en 1997, Acuerdo de París en 2015) de los cuales nuestro país se ha hecho partícipe activo. Teniendo en cuenta que “la generación de energía eléctrica en Colombia proviene de un 63,7% de recursos hídricos, mientras que el 31,5% viene de recursos térmicos como el gas, carbón, fueloil y combustóleo” (ENEL S.A, 2018), se evidencia la necesidad de modificar esta relación de generación, reduciendo este último tipo de generación no renovable para minimizar en alguna medida la huella de carbono resultante.

Por lo anterior, se han establecido leyes que propician el cumplimiento de los acuerdos para la conservación de nuestro planeta. La conformación de estas leyes implica que todos los niveles del estado deben procurar el trabajo enfocado hacia esta causa, a lo que el IDR D no ha sido indiferente y se ve claramente reflejado su compromiso en sus políticas institucionales.

Objetivo

Realizar el diseño y construcción de un sistema de generación eléctrica renovable con paneles solares fotovoltaicos para el parque zonal San Andrés del Instituto Distrital de Recreación y Deporte – IDR, ubicado en la localidad de Engativá, de la ciudad de Bogotá D.C.

1. Antecedentes Organizacionales

1.1 Descripción de la organización ejecutora

El Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD), es una entidad pública de Bogotá creada por el Concejo de Bogotá mediante el Acuerdo No 4 de 8 de febrero de 1978, es una entidad adscrita a la Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. El IDRD está encargado de promover la recreación, el deporte, la creación y el buen uso de los parques y lugares de esparcimiento de todos los habitantes de Bogotá.

Es un establecimiento público, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, sujeto a las normas de Derecho Público y con recursos asignados para poder prestar servicios establecidos y desarrollar proyectos que permitan alcanzar sus objetivos.

1.2 Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos son:

1. Mejorar la cobertura y las condiciones de infraestructura de los parques y escenarios para el uso y disfrute de la población de Bogotá D.C.
2. Impulsar la participación activa de los habitantes de Bogotá en los servicios recreativos y deportivos ofrecidos por la entidad, fomentando el buen uso y aprovechamiento del tiempo libre.
3. Brindar apoyo a la preparación y participación de los deportistas del registro de Bogotá para posicionarlos en las competencias nacionales e internacionales.
4. Fortalecer la eficiencia administrativa como eje del desarrollo de la entidad.

Las políticas institucionales son:

1. Satisfacer las necesidades de sus usuarios en materia de recreación, deporte, actividad física, parques y escenarios, a través de la prestación de servicios eficientes, eficaces y efectivos en concordancia con el Plan de Desarrollo del Distrito apoyados en infraestructura y personal competente.
2. Proteger la salud y seguridad de las personas a través de la prevención de los riesgos y la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
3. Proteger el medio ambiente a través de la gestión de aspectos y el control de los impactos ambientales generados en el desarrollo de nuestras actividades y promover el uso responsable de los recursos.
4. Proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los activos de la información.
5. Administrar y conservar los documentos de archivo con el fin de preservar la memoria institucional.
6. Cumplir con los requisitos legales y otros aspectos aplicables.

El actuar del IDRD se fundamenta en la mejora continua, la aplicación de prácticas de responsabilidad social y la sostenibilidad del Sistema Integrado de Gestión:

1. Satisfacer las necesidades de los usuarios a través de la prestación de servicios eficientes, eficaces y efectivos.
2. Prevenir los factores que afecten la salud y seguridad a fin de mejorar las condiciones del ambiente de trabajo.
3. Implementar buenas prácticas ambientales para la prevención de la contaminación en el marco de una Bogotá que defiende lo público en su función administrativa y de desarrollo institucional.
4. Proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información.
5. Implementar las políticas y líneas de acción para la preservación e integridad de la documentación.
6. Mejorar continuamente los procesos del Sistema Integrado de Gestión.

7. Implementar buenas prácticas asociadas con las materias fundamentales de Responsabilidad Social. (IDRD, 2018)

1.3 Misión, Visión y Valores

1.3.1 Misión.

Generar y fomentar espacios para la recreación, el deporte, la actividad física y la sostenibilidad de los parques y escenarios, mejorando la calidad de vida, el sentido de pertenencia y la felicidad de los habitantes de Bogotá D.C.

1.3.2 Visión.

El IDRD, en el año 2020, habrá generado cambios comportamentales en beneficio de la población de Bogotá D.C. y será líder en el desarrollo de innovadores programas recreativos y deportivos y en la oferta de parques y escenarios, con altos estándares de calidad, apoyado en una eficiente gestión institucional.

1.3.3. Valores Organizacionales.

1. Equidad.
2. Probidad.
3. Respeto.
4. Responsabilidad.
5. Solidaridad.
6. Trabajo en Equipo.
7. Vocación de Servicio.

1.4 Mapa estratégico

A continuación, se muestra el mapa estratégico.

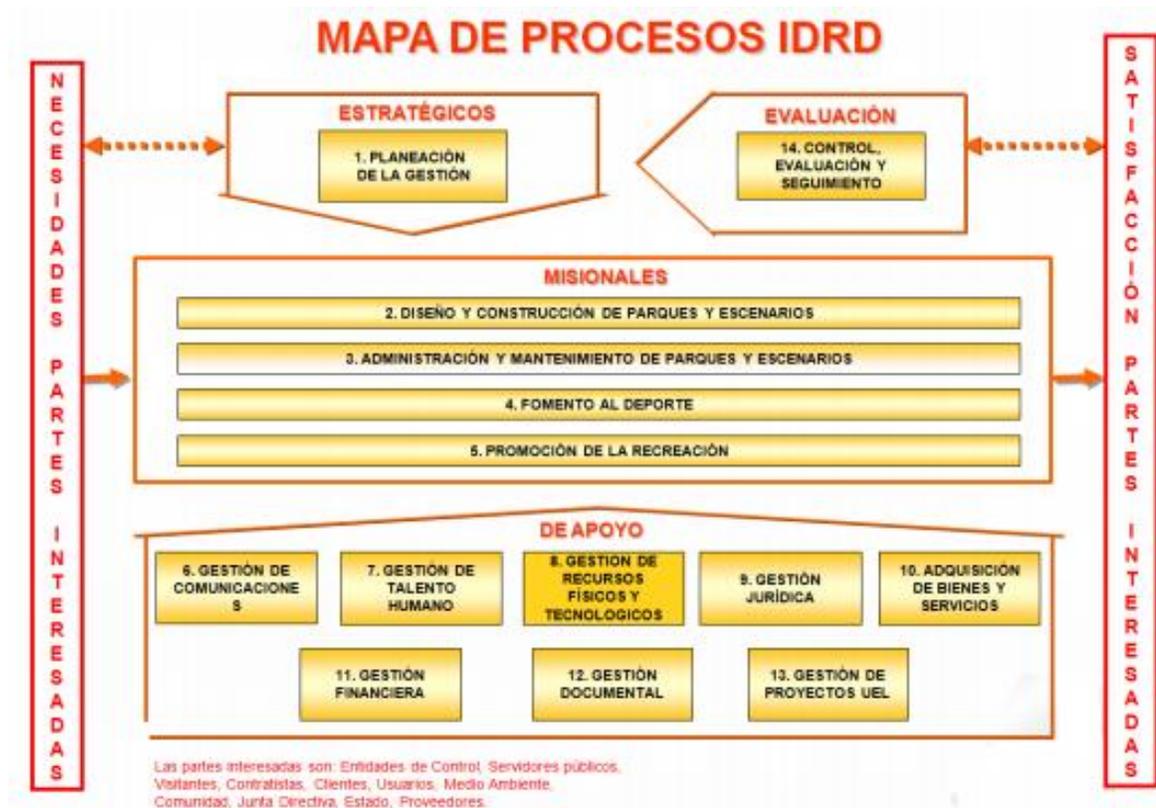


Figura 1. Mapa de procesos del IDRD
Fuente: IDRD (2014).

1.5 Cadena de valor

La cadena de valor se muestra en la Tabla 49 del Anexo 1. Cadena de valor del IDR

1.6 Estructura organizacional

El IDRD cuenta con una estructura organizacional bien definida que se observa en el Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Estructura organizacional del IDRD. El organigrama es el siguiente:

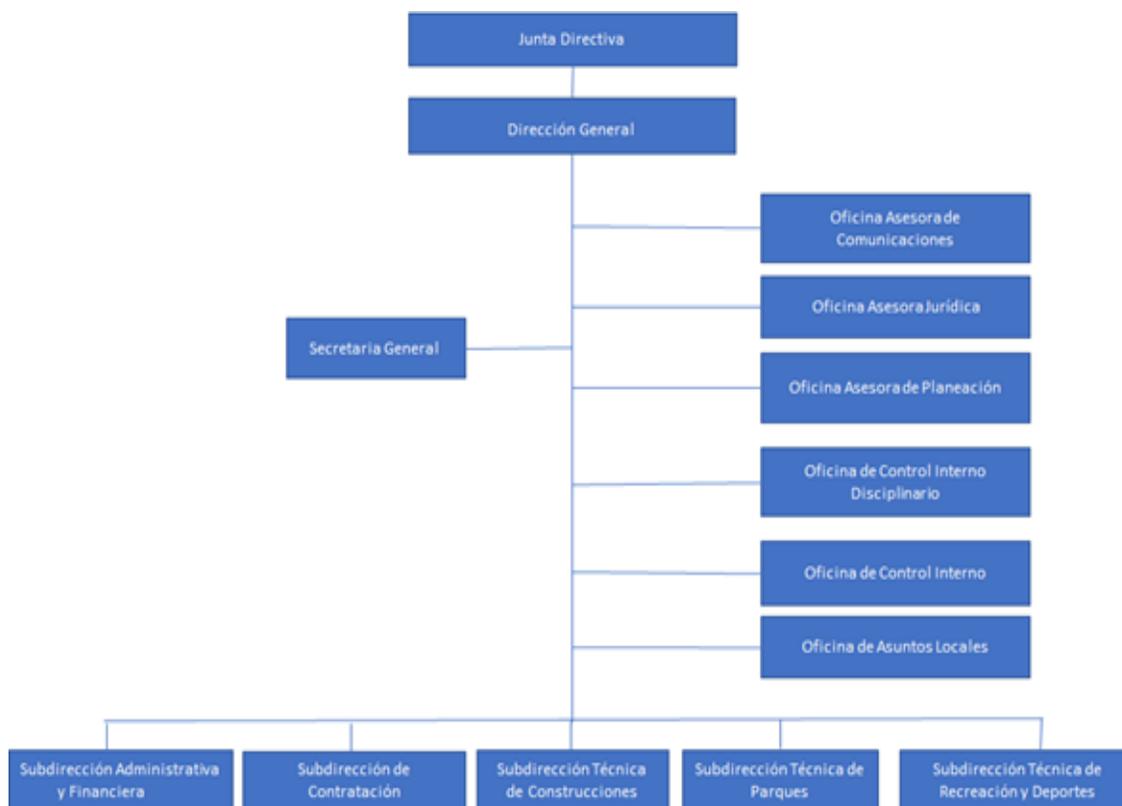


Figura 2. Organigrama del IDRD.

Fuente: IDRD (2019).

2. Evaluación del proyecto a través de la metodología del Marco Lógico

2.1 Descripción del problema o necesidad

El IDRD dentro de una de sus políticas institucionales, establece la protección al medio ambiente a través de la gestión de aspectos y el control de los impactos ambientales generados en el desarrollo de sus actividades, así como la promoción del uso responsable de los recursos; y para estar alineado con su política se tiene la necesidad de realizar el estudio y la implementación de un sistema de generación de energía alternativa renovable, que permita reducir la demanda de energía de la red pública, y consecuentemente reducir el impacto ambiental generado por sus actividades, logrando además ser pionero en la

implementación y uso de energías amigables con el ambiente, aplicado en el sistema distrital de parques a nivel nacional.

El IDRDR cuenta con diferentes locaciones bajo su responsabilidad como estadios de fútbol, parques regionales, parques metropolitanos, parques zonales, centros deportivos, edificios administrativos, etc. en los cuales se puede realizar la implementación de sistemas de generación de energía alternativa renovable pues cuentan con las facilidades, áreas disponibles y demás características para ello; el principal interés del IDRDR es iniciar esta implementación en sus parques, para lo cual se determinó que el parque zonal San Andrés, ubicado en la localidad de Engativá es el más idóneo para la implementación, pues sus horarios de operación se extiende hasta las 17:30 horas todos los días de la semana (Alcaldía local de Engativá, 2016), por lo que se genera una alta demanda de energía a la red pública.

El análisis de los interesados se desarrolló por medio de una herramienta enfocada en documentos del IDRDR, y se consolida en la Tabla 51 del Anexo 3. Matriz de involucrados.

2.2 Árbol de problemas

En la Figura 3 se observa el análisis del árbol de problemas realizado, considerando el problema principal, sus causas y efectos.

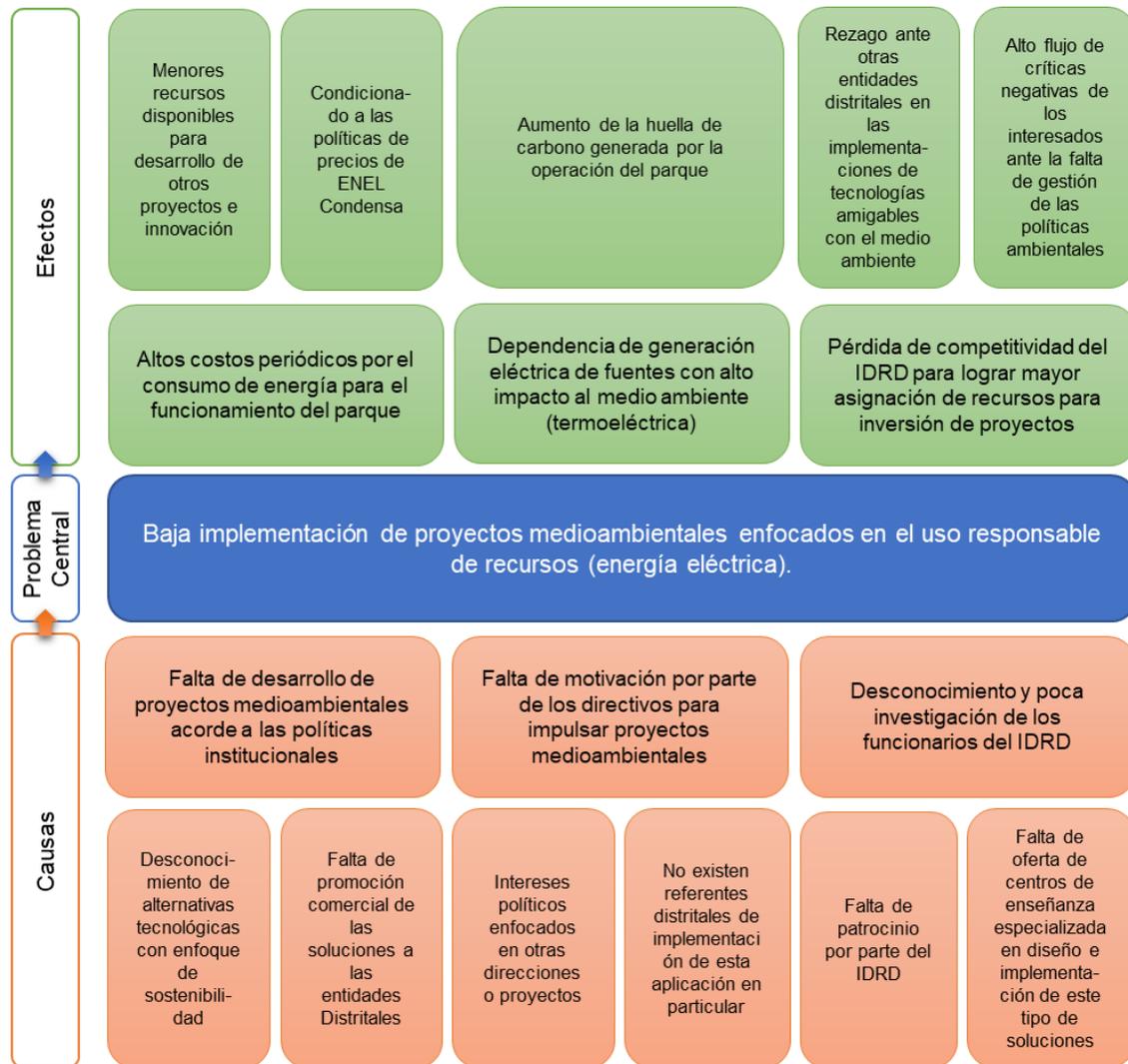


Figura 3. Análisis del árbol de problemas.

Fuente: Elaboración propia

2.3 Árbol de objetivos

El análisis de los objetivos permite describir la situación futura deseada una vez se ha resuelto el problema, lo cual se presenta en la Figura 4.



Figura 4. Análisis del árbol de objetivos.

Fuente: Elaboración propia

2.4 Árbol de acciones

Teniendo en cuenta el árbol de objetivos presentado, se planea el árbol de acciones mostrado en la Figura 5.

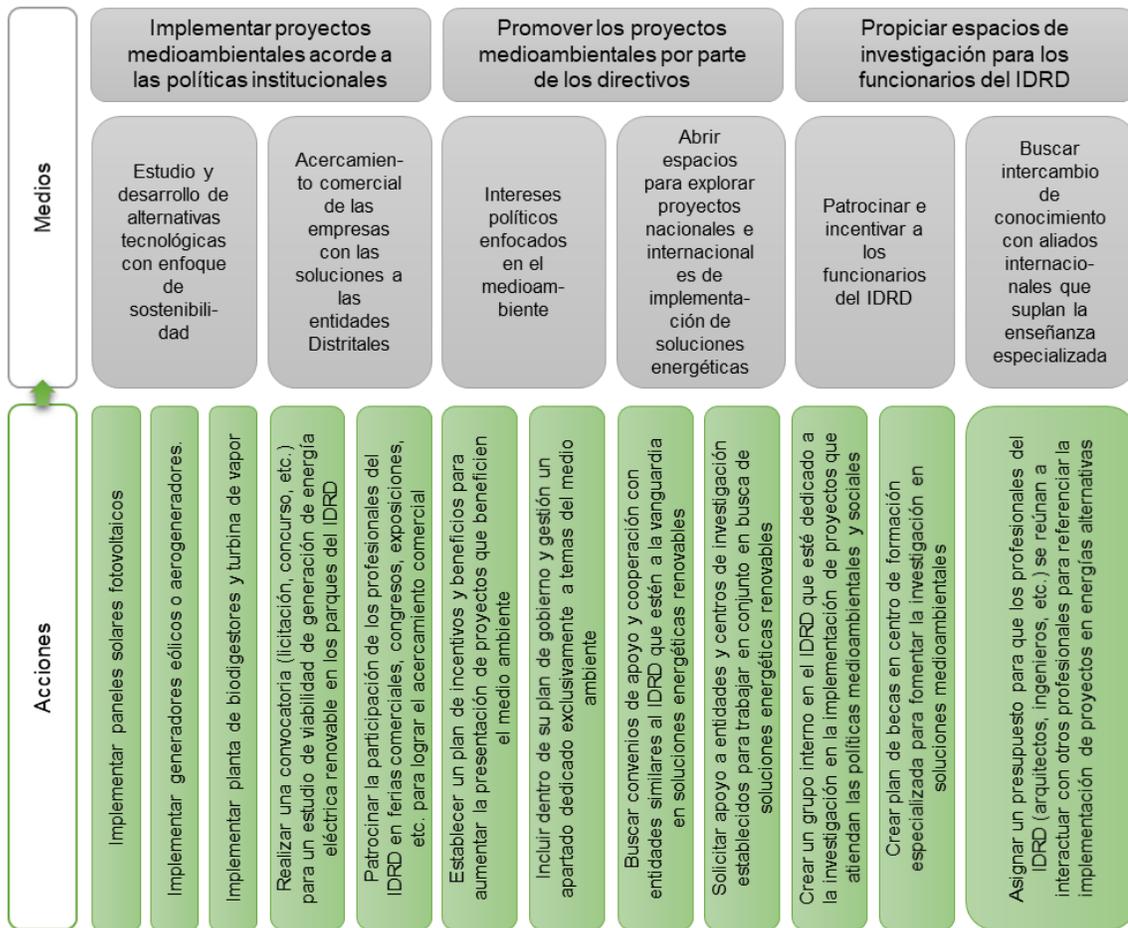


Figura 5. Árbol de acciones
Fuente: Elaboración propia.

2.5 Determinación de alternativas

Para la determinación de alternativas se parte del hecho de que el IDRD expresó claramente que requiere una implementación de paneles solares fotovoltaicos; y será tenido en cuenta este requerimiento; sin embargo se analizarán las demás alternativas para determinar sus ventajas o desventajas, y así ratificar o proponer una solución alternativa al IDRD; por tanto, se considerarán un sistema de generación de energía eólico y un sistema de generación de energía con biodigestores junto con una turbina de gas.

Las demás alternativas que pueden ser generadas por los medios, no conducen a una implementación de un proyecto constructivo, por el contrario, apuntan a desarrollar estrategias de gestión para incentivar y promover el uso de energías alternativas lo cual se desvía del requerimiento primario del IDR, y, en consecuencia, no serán tenidas en cuenta para este análisis.

2.6 Evaluación de alternativas

Las alternativas serán analizadas mediante el establecimiento de criterios y niveles de conveniencia enfocados al proyecto, por lo cual se establece:

1. Nivel de conveniencia: se evaluará comparativamente y de manera cualitativa las alternativas para determinar así cual es la más conveniente para su desarrollo. Se determinó la siguiente escala:
 - a. Se considera menos conveniente respecto a las otras alternativas a evaluar, puntuación igual a uno (1).
 - b. Consideración intermedia o igualitaria respecto a las otras alternativas a evaluar, puntuación igual a dos (2).
 - c. Se considera más conveniente respecto a las otras alternativas a evaluar, puntuación igual a tres (3).
2. Criterios de evaluación: se establecen como los más relevantes los criterios técnicos y ambientales; de entre muchos posibles criterios como sociales, políticos, geográficos, etc., se consideraron de menor relevancia para el proyecto.
3. Matriz de Alternativas: esta ponderación se muestra en la Tabla 1 (“Conv.”: nivel de conveniencia, “Resul.”: resultado de la ponderación).

Tabla 1. Matriz de alternativas.

Criterio de evaluación	Ponderado	Alternativas					
		Paneles solares fotovoltaicos.		Generadores eólicos o aerogeneradores.		Planta de biodigestores y turbina gas.	
		Conv.	Resul.	Conv.	Resul.	Conv.	Resul.
Eficacia general del sistema frente al requerimiento planteado	10%	3	0,3	2	0,2	2	0,2
Beneficio general y secundario del sistema implementado	10%	3	0,3	2	0,2	2	0,2
Inversión económica inicial	20%	3	0,6	2	0,4	1	0,2
Tiempo implementación y disponibilidad de componentes	15%	3	0,45	2	0,3	1	0,15
Vida útil promedio del sistema construido	12%	2	0,24	2	0,24	3	0,36
Impacto Ambiental: Generación de residuos sólidos contaminantes	8%	3	0,24	3	0,24	2	0,16
Impacto Ambiental: Consumo de agua y generación de aguas residuales	8%	3	0,24	3	0,24	1	0,08
Impacto Ambiental: Generación de gases contaminantes	8%	3	0,24	3	0,24	2	0,16
Ocupación de área (m2) para implementación o instalación	5%	3	0,15	2	0,1	1	0,05
Dependencia del medio ambiente para su nivel de eficiencia en la generación de energía	4%	1	0,04	1	0,04	3	0,12
Total	100%		2,8		2,2		1,68

Fuente: Elaboración propia.

Acorde a los resultados obtenidos, el proyecto a desarrollar será la implementación de un sistema de generación de energía eléctrica alternativa con paneles solares fotovoltaicos, con lo que se atiende el requerimiento directo del IDR y se ratifica que es la más conveniente acorde a las condiciones dadas en el parque zonal San Andrés.

2.7 Descripción de la alternativa seleccionada

La alternativa seleccionada consiste en el diseño e implementación de un sistema de generación de energía con paneles solares fotovoltaicos. Estos paneles solares permiten aprovechar la luz solar mediante el efecto fotoeléctrico convirtiéndola en energía eléctrica, disponible para su uso inmediato o su almacenamiento en baterías para su posterior uso.

El sistema básicamente está conformado por cuatro elementos principales, panel solar, controlador electrónico, baterías e inversor; los cuales se integrarán a la red eléctrica existente del parque permitiendo que la energía eléctrica generada por los paneles solares fotovoltaicos sea utilizada en los diferentes aparatos eléctricos, minimizando así la demanda de energía, proveniente de la red pública de la ciudad.

3. Marco metodológico

3.1. Tipos y métodos de investigación

Para el desarrollo de este proyecto se realizará un método cuantitativo para determinar datos relevantes como capacidad de generación, costos, áreas requeridas y demás que permitan determinar la implementación del proyecto; paralelamente se recolectará información y documentación para establecer las fortalezas y debilidades del sistema propuesto.

3.2. Herramientas para la recolección de información

Se realizará un análisis documental de la información de fuentes primarias especializadas en el tema como fabricantes, desarrolladores de proyectos, empresas generadoras y distribuidoras energía, etc., y de fuentes secundarias que amplíen el tema con criterios opiniones a resultados obtenidos en diversos proyectos de similares características.

3.3. Fuentes de información

Se obtendrá información de fuentes como:

1. Ministerio de Minas y Energías.
2. Ministerio de Medio Ambiente.
3. Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD).
4. Enel Condensa S.A.
5. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) – Atlas de radiación solar y datos meteorológicos.
6. La Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME).
7. La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).
8. Compañía de Expertos en Mercados (XM).
9. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
10. Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC).
11. Liquidador y Administrador de Cuentas (LAC).
12. Centro Nacional de Despacho (CND).
13. Consejo Nacional de Operación (CNO).
14. Otras entidades del sector energético.
15. Norma Técnica Colombiana - NTC 2050.
16. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

17. International Renewable Energy Agency (IRENA).
18. Libros especializados.
19. Proyectos ejecutados.

4. Estudio técnico

4.1. Diseño conceptual de la solución

Estudio para el diseño y construcción de un sistema de generación de energía fotovoltaica para suplir la carga del parque zonal San Andrés, en la localidad de Engativá, Bogotá, lo que implica el diseño eléctrico y arquitectónico y civil de la solución, y la construcción de ellos.

El concepto general es diseñar y construir las estructuras tipo cubierta para parqueaderos, donde se instalarán paneles solares (Figura 6), y las conexiones necesarias para transmitir la energía eléctrica producida hacia el sistema de regulación eléctrica, control y banco de baterías; adicionalmente la infraestructura para la caseta de control de este sistema, donde se ubicarán los sistemas de regulación, inversión, control, almacenamiento de energía y la conexión eléctrica por medio de ductos hacia la infraestructura eléctrica ya existente en el parque.



Figura 6. Parqueadero solar instalado en la compañía Renault-Sofasa.
Fuente: Placer Vial (s.f.)

4.2. Análisis y descripción del proceso

Para alcanzar el objetivo de este proyecto será necesario desarrollarlo de manera secuencial surtiendo fases que incluyen procesos y subprocesos, que, al llevarlos a cabo, se logrará cumplir con el objetivo planteado.

La primera fase del proyecto contempla la conceptualización técnica del proyecto, desarrollando los diferentes estudios y prediseños que implica la implementación de los paneles solares fotovoltaicos, tomando como base la capacidad requerida o demanda de energía en el parque, y la capacidad de energía que es posible generar en el espacio físico o área disponible dentro del parque; para así contrastar las tecnologías y seleccionar la más adecuada.

Enseguida se desarrollarán los prediseños técnicos requeridos, como el arquitectónico, el estructural para los soportes necesarios, el eléctrico, etc. y así determinar un orden de magnitud de la inversión; y acorde a esta se direccionarán los diseños técnicos completos que permitan establecer el costo, tiempo, calidad, recursos, riesgos y demás factores para tener en cuenta para la ejecución del proyecto.

Terminadas las fases de prediseño y diseño, se consolida toda la información relativa al proyecto y se informa por medio de un dossier, el cual servirá de pilar para iniciar con la fase de construcción de la solución, la cual estará enmarcada en las restricciones establecidas y acordadas entre las partes que intervienen en el proyecto.

Finalmente, basados en la documentación mencionada, se inicia el proceso de construcción de la solución, con las adquisiciones, entre materias primas y prestación de servicios, para lograr su ejecución.

4.3. Definición del tamaño y localización del proyecto

La localización del proyecto al interior del parque, se evalúa con el fin de que el sistema de paneles solares genere la menor afectación a las zonas verdes principalmente, y que esta ubicación cuente con características como fácil acceso transitable para las labores de construcción y mantenimiento, que esté alejada de las actividades deportivas, que se encuentre dentro del cerramiento del parque, que esté sujeto a vigilancia y que sea un área que presta un servicio actual, y así asignarle un doble propósito.

Conforme a lo anterior, se observa que el parque cuenta con una zona de parqueaderos al aire libre ubicada en la esquina oriental, en la cual se puede realizar la implementación del sistema de paneles construyendo una estructura metálica liviana de soporte y que bajo esta se continúe prestando el servicio de parqueadero a los visitantes. Este parqueadero tiene aproximadamente un área de 2500 metros cuadrados y un perímetro de 380 metros en forma de “L”, como se observa en la Figura 7, y está construido en pavimento asfáltico (flexible).

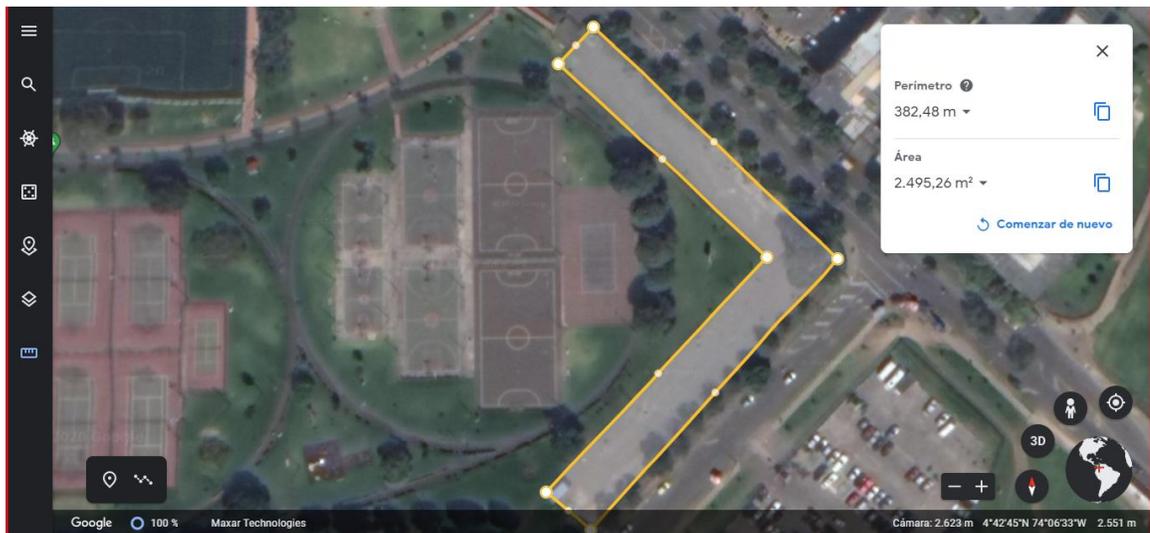


Figura 7. Vista superior del parqueadero de la esquina oriental del parque zonal San Andrés, Bogotá.

Fuente: Google (2020).

Para el proyecto se requiere suplir un promedio de 3600 KWh por mes, de acuerdo con el historial de consumo del parque suministrado por Enel Codensa (basándose en los consumos de meses sin medidas restrictivas por la pandemia, ver Tabla 59 en el Anexo 11. Histórico del consumo facturado desde el 31 de octubre de 2019 hasta el 1 de octubre de 2020), lo cual representa la necesidad de entre 350 y 500 metros cuadrados disponibles bajo la luz solar, de acuerdo a la experiencia de empresas instaladoras de sistemas fotovoltaicos, como se detalla en la aplicación “CALCULA TU PROYECTO” de la empresa Suncolombia (SUNCOLOMBIA SAS, 2018) o “Calcular” de CalculationSolar.com (CalculationSolar.com, 2020).

Acorde a la disposición de individuos arbóreos, se denota que en el sector de parqueaderos contiguos a la calle 82 se proyecta una mayor sombra, que reduciría notablemente la capacidad de generación de los paneles. Por consiguiente, se selecciona el perímetro interno del parqueadero y el contiguo a la carrera 100a, sumando un total de 160 metros lineales aproximadamente.

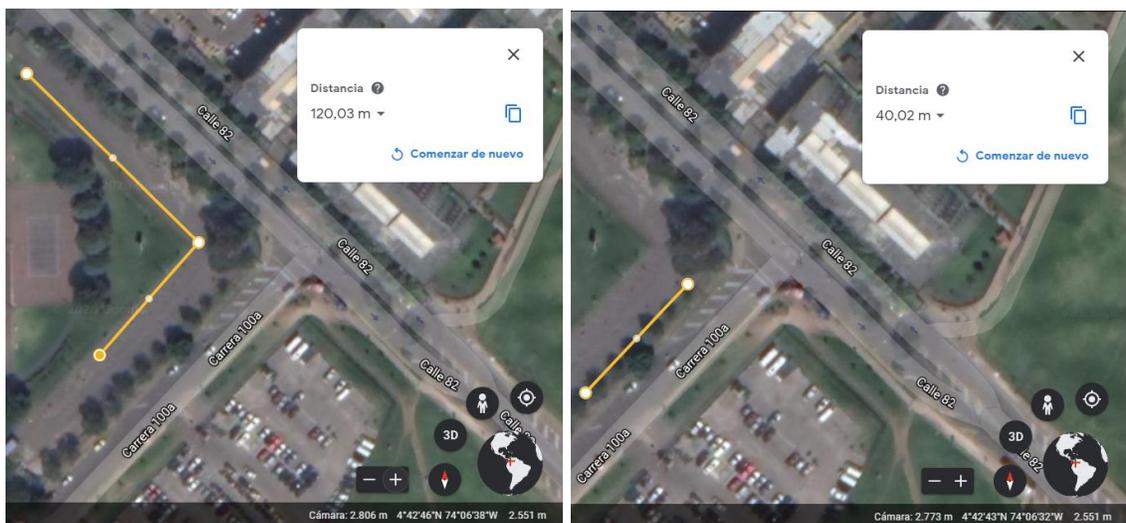


Figura 8. Medidas de espacio objetivo en vista superior del parqueadero de la esquina oriental del parque zonal San Andrés, Bogotá.

Fuente: Google (2020).

4.4. Requerimiento para el desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo del diseño y construcción, son necesarios los siguientes recursos:

1. Equipos de cómputo
2. Escáner
3. Impresora
4. Software especializado
5. Oficina (presencial o virtual) – alquiler servicios públicos
6. Ingeniero Civil
7. Ingeniero Eléctrico
8. Ingeniero Mecánico
9. Contador
10. Auxiliar administrativo
11. Dibujante
12. Arquitecto
13. Papelería y tintas para impresión, empaste, etc.
14. Planos actualizados del parque.
15. Suministro y herramientas eléctricas.
16. Suministro y herramientas estructurales.
17. Mano de obra para construcción.

5. Estudio de mercado

5.1. Población

La localidad de Engativá, en Bogotá, tiene una población de 887.886 personas, y a su disposición presenta un total de 443 hectáreas de parques, entre parques metropolitanos, parques zonales, parques vecinales y parques de bolsillo (Secretaría Distrital del Hábitat, 2019). El parque zonal San Andrés, tiene un total de 71300 metros cuadrados, lo que es

7,13 hectáreas, como se observa en la Figura 9, que atiende a un total de 14290 personas, aproximadamente. Esta relación es estimada por los autores del proyecto acorde a una relación directa entre la población beneficiada por hectárea de parques, enmarcada para la localidad de Engativá, respondiendo a la falta de un estudio del aforo típico del parque.

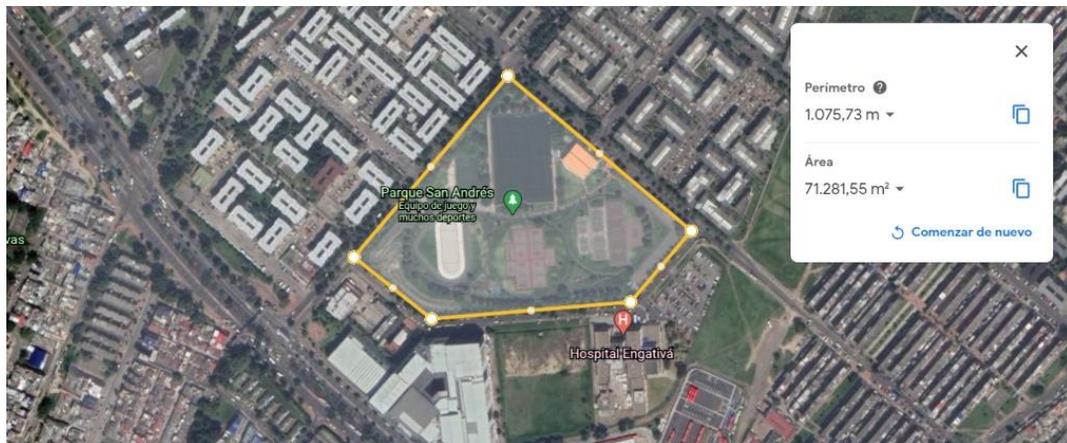


Figura 9. Área en vista superior del parque zonal San Andrés, Bogotá.
Fuente: Google (2020).

5.2. Dimensionamiento de la demanda

La demanda actual del proyecto nace de la necesidad del IDRD de alinearse con sus políticas; en las que destaca la protección al medio ambiente y promover el uso responsable de los recursos para lo cual se pretende iniciar con el uso energías renovables en sus actividades y dar un primer paso para autosostenibilidad en lo que a demanda de energía eléctrica se refiere. Se iniciará con este proyecto en el parque zonal San Andrés y a futuro se podrá extender la tecnología implementada a los demás parques del IDRD en Bogotá.

Referente al perfil de demanda de energía eléctrica, se requiere suplir un promedio de 3600 KWh por mes, de acuerdo con el Anexo 11. Histórico del consumo facturado desde el 31 de octubre de 2019 hasta el 1 de octubre de 2020, el cual se estima que tendrá un crecimiento promedio anual entre el 3,28% y el 3,70% entre 2016 y 2030. (UPME, 2017)

5.3. Dimensionamiento de la oferta

La oferta de la tecnología seleccionada para la solución está disponible localmente en Bogotá, aunque todos los insumos principales del sistema son importados como paneles, reguladores inversores, baterías, etc. y provienen de diferentes países. La oferta de esta tecnología en el mercado va en aumento, gracias a la disminución del costo del módulo solar a nivel global, llegando a menos de 0,2 USD por kilovatio hora de capacidad, como se detalla en la Figura 10, y llegando a 89,52 MW en capacidad instalada en Colombia para el año 2019, como se observa en la Figura 11.

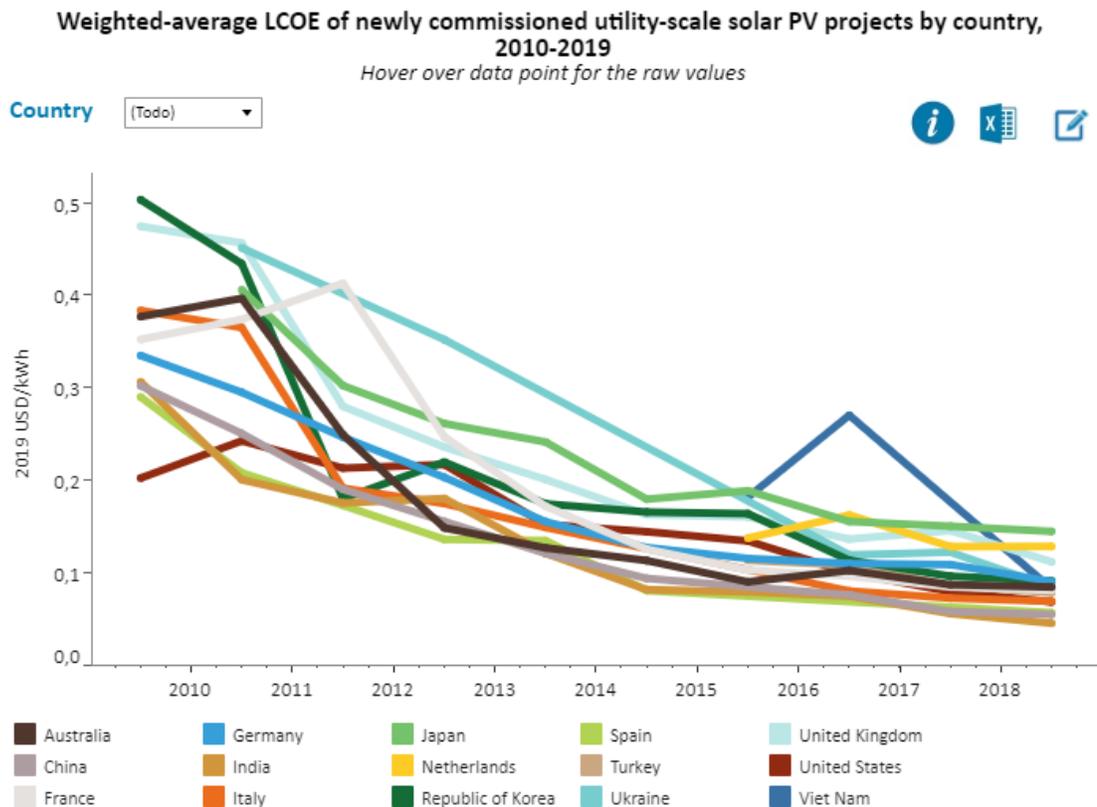


Figura 10. Coste Nivelado de la Energía (LCOE) promedio ponderado de proyectos solares fotovoltaicos a escala de servicios públicos, recientemente encargados por país. Fuente: IRENA (2020).

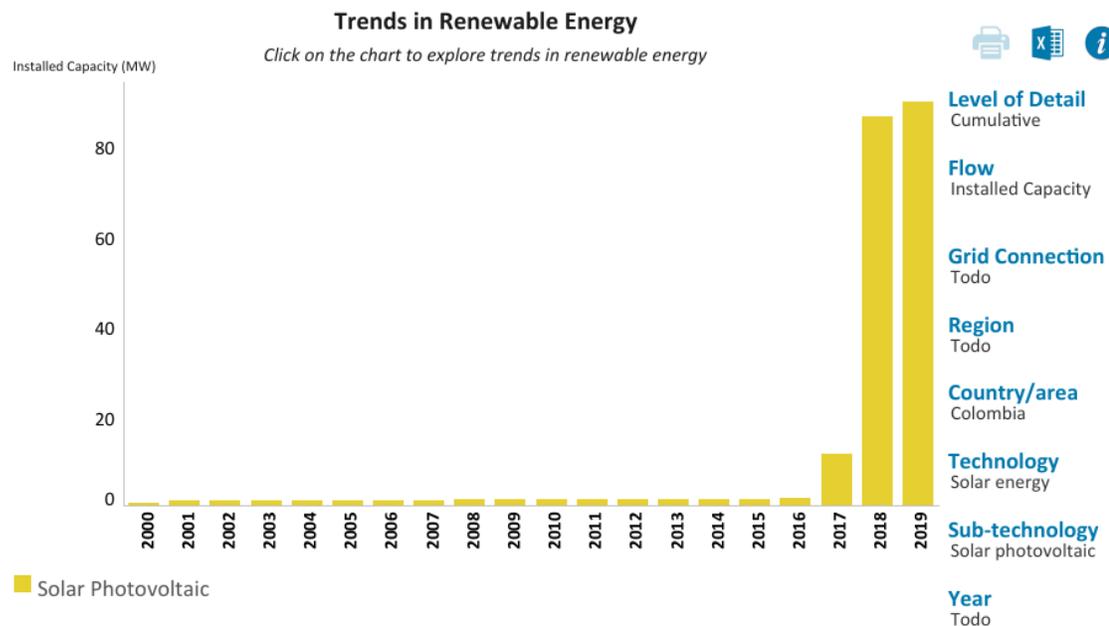


Figura 11. Tendencias en energía renovable, capacidad instalada de tecnología solar fotovoltaica en Colombia desde el año 2000 hasta el 2019.

Fuente: IRENA (2020).

Acorde a lo anterior, en Colombia se logra identificar un aumento y posicionamiento del portafolio empresarial que ofrece soluciones enfocadas en esta tecnología, como se detallan en las secciones de asociados de La Asociación Colombiana De Energías Renovables – ACER (ACER, 2020) y de La Asociación de energías renovables Colombia – SER Colombia (SER Colombia, 2016).

6. Estudio de viabilidad financiera

6.1. Estimación de costos de inversión del proyecto

La estimación del valor de la inversión que cubrirá el proyecto se sustenta en cotizaciones y estimaciones de los insumos y servicios necesarios para dar cumplimiento al alcance planteado. También cabe aclarar, que teniendo en cuenta que sus etapas se

desarrollan de manera progresiva y continua, y no tomaría más de un año de implementación, no se supondrán incrementos de los costos estimados cotizados.

Así, se estimaron los costos en los siguientes cuatro conjuntos:

1. En un primer conjunto todo lo referente a los estudios preliminares: Mano de obra y recursos para la realización de estudios como radiación solar, suelos, normativo y legal, con un especialista para cada área. Así mismo los levantamientos topográficos de las zonas de influencia del proyecto dentro del parque. De esta manera tener un panorama de la viabilidad técnica del proyecto.
2. En un segundo conjunto el desarrollo del diseño técnico y arquitectónico del sistema: Mano de obra y recursos para la fase de diseño del sistema, en esta se incluyen varias especialidades como la parte eléctrica, civil, estructural, etc. con un especialista para cada área. Y la debida coordinación de estas especialidades en un diseño que no impacte la huella verde en el parque y que permita aprovechar de la mejor manera las zonas asignadas.
3. En un tercer conjunto la contratación del sistema: Mano de obra y recursos para la fase de selección del proveedor o proveedores para el suministro e instalación del sistema, en la que se involucra a dependencias existentes del IDRDR como el departamento de compras y contrataciones, el departamento jurídico y el apoyo de otros. Dentro de los proveedores se tendrá en cuenta una interventoría y los constructores.
4. En un cuarto conjunto la construcción propiamente dicha: La implementación de un campamento de obra, con capacidad para el personal del IDRDR, la interventoría y el contratista. La construcción de las obras civiles, dentro de estas las principales son la construcción de la cimentación para soportes de los paneles y la construcción de una caseta de control donde se alojarán algunos componentes del sistema eléctrico. Y las obras civiles menores como regatas, cárcamos, etc. La fabricación en planta de la estructura metálica tipo pérgola que soportará los paneles solares, junto con su transporte al sitio y la instalación con

maquinaria especializada. El suministro e instalación de los paneles solares sobre su estructura, con la debida conexión eléctrica. El suministro e instalación de los equipos de regulación y control de energía, que van en la caseta de control. El suministro e instalación de todas las acometidas eléctricas (fuerza y control) del sistema, y del sistema a la red existente en el parque. La mano de obra para las pruebas del sistema y la certificación del este por los entes responsables, para que entre en operación. Y la capacitación al personal que estará a cargo del sistema.

Los costos de los tres primeros conjuntos podrían ser reclasificados, pues algunos de estos serían cargados al centro de costos que disponen con un rubro para el pago por sus actividades como colaboradores de la entidad, y no se cargarían directamente al proyecto, y de esta manera no vulnerar la viabilidad del proyecto.

La estimación inicial de costos consideraba el sistema más completo con paneles, regulador, inversor y baterías; pero durante la elaboración del diseño de detalle se observa una posible mejora, optando por un sistema sin baterías con generación inyectada y vendida a la entidad distribuidora de energía, con lo cual se reduce el costo del sistema. Con ellos se lograría un balance positivo en la producción de energía para el IDRD. (Enel S.A., 2018)

6.2. Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto

La operación del sistema de generación eléctrica no representa ningún costo extra para la entidad. En cuanto al mantenimiento, partiendo del hecho de que el sistema está diseñado para la intemperie, el mantenimiento se limitaría a la limpieza de los paneles, en consecuencia, se adiciona el costo de la limpieza de estos, lo cual representaría entre dos y cuatros horas mensuales, lo que se traduce en un aumento entre el 1% y 2% del costo habitual de los funcionarios de limpieza.

6.3. Análisis de tasas de interés para costos de oportunidad

El costo de oportunidad social de un proyecto público está condicionado por la tasa de oportunidad social (TDS) que se establezca en cierta nación durante un año determinado; así, el costo de oportunidad debe superar dicha tasa, que en el caso de Colombia es de 9%. Dicha tasa se calcula de acuerdo con la metodología utilizada por HARBERGER, que concluye que la tasa de rendimiento del capital (r) es igual a la relación entre ingreso total de la economía (Y), descontada la remuneración total al trabajo (WL), y el stock del capital (K) en un año dado, lo cual se observa en la siguiente fórmula:

$$r = \frac{(Y - WL)}{K}$$

Entonces, el stock del capital se constituye de la inversión realizada en Colombia en terrenos, edificaciones, obras civiles, maquinaria y equipo, equipo de transporte, agricultura, silvicultura, caza y pesca y servicios.

6.4. Análisis de tasas de interés para costos de financiación

Como se describía anteriormente, la tasa de interés para la financiación del proyecto está totalmente condicionada a la tasa de oportunidad social, por tanto, se toma una tasa que sea mayor a 9%.

6.5. Tablas de amortización y/o capitalización

Referente a la amortización de la inversión, al ser un proyecto que será financiado con recursos asignados para la entidad, por estar enmarcado en la aplicación de prácticas de responsabilidad social y en las políticas institucionales, no se hace necesario recurrir a una entidad crediticia.

6.6. Flujo de caja

Como punto de partida del flujo de caja del proyecto, se desarrolla el presupuesto de este, representando el total de la inversión, la cual se desglosa en cuatro grupos de acuerdo con su finalidad dentro de la implementación:

1. Construcción de la estructura soporte: Son los costos asociados a la adquisición y obra civil de la estructura metálica que soportará los paneles solares, y que funcionarán de techo para los vehículos del parqueadero.
2. Construcción de la caseta eléctrica de control y regulación: Son los costos asociados a la obra civil de la caseta donde se almacenarán los equipos eléctricos que regulan y controlan la energía eléctrica producida por los paneles solares, así como los ductos donde se interconectan los equipos activos con la red eléctrica existente del parque.
3. Instalación de paneles solares y equipos eléctricos: Son los costos asociados a la adquisición e instalación de los paneles solares sobre el soporte metálico, y los equipos eléctricos (inversor, medidor) que serán dispuestos en la caseta.
4. Gastos administrativos de inversión: Son los costos asociados a la estructuración y diseño del proyecto, así como capacitaciones posteriores a su implementación.

Así, estos cuatro grupos presentan los siguientes costos en pesos colombianos:

Tabla 2. Grupos de gastos con su valor.

Grupo	Gasto total
Construcción estructura soporte	\$ 106.650.142
Construcción caseta control	\$ 27.557.786
Paneles solares y equipos	\$ 172.382.912
Gastos de inversión	\$ 82.568.023
Total	\$ 389.158.863

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que el parque presenta, actualmente, gastos mensuales con un promedio aproximado de \$2'560.000 por el uso de energía eléctrica, se toma este valor para realizar una proyección anual de los ingresos que recibiría la entidad por parte de la empresa distribuidora de energía eléctrica, y se considera un aumento anual del 3% conforme a las proyecciones realizadas por el Banco de la República de Colombia.

Además, para los gastos no desembolsables, se toman a 20 años las depreciaciones de la estructura metálica y de la caseta eléctrica, y a 10 años los paneles y equipos eléctricos.

Ahora bien, la rentabilidad usual de este tipo de proyectos se alcanza entre los 15 y 25 años, por lo cual se elabora el flujo de caja hasta el período que se recupera el capital.

Finalmente, el flujo de caja se detalla en el Anexo 5. Flujo de caja.

6.7. Evaluación financiera y análisis de indicadores

A partir del análisis del flujo de caja del proyecto, se obtienen los indicadores financieros que se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores de rentabilidad del proyecto

Indicador	Valor
Tasa de interés de oportunidad	9%
Valor presente neto	\$ 474.582
Beneficio - Costo	1,001
Tasa interna de retorno	9,01%

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que alrededor de 25 años se requiere una nueva inversión para los equipos eléctricos generadores (paneles solares), más no para los gastos referentes a

la construcción estructura soporte y construcción caseta control, el proyecto resulta ser viable para la entidad.

7. Estudio ambiental y social

7.1. Análisis y categorización de riesgos

Para elaborar el análisis de riesgos y su posterior categorización, se inicia con una visualización del entorno del proyecto, el cual se desarrollará al interior del parque zonal San Andrés, en la localidad de Engativá, de la ciudad de Bogotá, localizado en un sector urbanizado y consolidado de la ciudad, el cual cuenta con redes de servicios públicos, sistema de espacio y transporte públicos masivo.

Las etapas preliminares se ejecutarán mayormente en modalidad de teletrabajo, mientras que la etapa de construcción se llevará a cabo completamente al interior del parque San Andrés.

Su misma condición de suelo urbanizado y desarrollado, de topografía plana, y que la infraestructura se izará en el área pavimentada de los parqueaderos, no reviste impacto en sistemas hídricos, ni de servicios públicos, así como tampoco sobre el sistema de vegetación y fauna propio del parque.

7.1.1. Análisis PESTLE.

Se desarrolla el análisis PESTLE con el objetivo de identificar los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ambientales correspondientes al entorno del proyecto, y que influyen de manera positiva o negativa en el desarrollo de este. La matriz se presenta en el Anexo 6. Análisis PESTLE.

Los factores presentados tienen una alta influencia en la planeación del proyecto, pues se deben considerar aspectos tecnológicos y medioambientales, que incidirán en características técnicas del diseño general del sistema fotovoltaico, y se reflejarán en su implementación dentro del parque. Adicionalmente, se detalla que el factor de la expectativa de la comunidad influye en varias fases del proyecto, debido a que el mismo se desarrolla en un sector residencial consolidado y está al alcance de los usuarios del parque que verán la evolución del proyecto en su ciclo de vida.

7.1.1. Análisis matriz RAM.

La matriz de valoración de riesgos ambientales para el proyecto se observa en el Anexo 7. Matriz de riesgos ambientales. De acuerdo con el desarrollo de la matriz RAM para riesgos ambientales, se observan un riesgo con valoración alta y tres riesgos con valoración media.

Para el caso del riesgo alto, que se refiere a la adherencia de partículas contaminantes en los paneles solares, se denota una alta probabilidad de ocurrencia y severidad, puesto que afecta directamente al funcionamiento de los dispositivos activos del sistema, encargados de la generación eléctrica, y esto es debido a que el proyecto se localiza en las inmediaciones de una zona de alto tráfico vehicular, por puntos como es el patio-taller de la troncal 80 del transporte masivo Transmilenio, la estación Portal 80 de dicho sistema, la estación de transferencia de transporte intermunicipal, y la autopista Calle 80 con un alto flujo vehicular. Este riesgo no se materializará dentro del ciclo de vida del proyecto, por lo tanto, es necesario transferir su responsabilidad a los operadores del parque por medio de los manuales de operación y mantenimiento, enfatizando en su periodicidad.

En segunda instancia, para los riesgos medios se identificaron dos del entorno global: las precipitaciones típicas y el riesgo de sismos de la zona, los cuales se deben

aceptar dentro del proyecto, y se deben abordar desde la planificación para que sus impactos sean los menores posibles sobre el mismo; al igual, se identificó un riesgo del entorno local, el deterioro de la salud respiratoria de los trabajadores del proyecto, el cual se mitiga en la fase de implementación por medio de normativas de trabajo enfocadas en la protección respiratoria del personal.

7.2. Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto

Todo proyecto tiene una influencia sobre su entorno, y para estructurar un análisis de dicho impacto, se parte del cálculo de la huella de carbono.

7.2.1. Huella de carbono del proyecto.

En este análisis, se toma como partida las etapas del proyecto, las cuales se muestran en la Figura 12. Acto seguido, se identifican el flujo de entradas y salidas relacionadas con cada etapa, abarcando así todo el ciclo de vida de este, lo cual se muestra en el Anexo 8. Entradas y salidas de las etapas del proyecto.



Figura 12. Etapas del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Por la diversidad de entradas y salidas, la etapa de construcción es clave en el impacto ambiental del proyecto, por lo cual sus productos son estratégicos en el plan de gestión ambiental del proyecto, siendo estos los paneles solares, el inversor/regulador, las conexiones eléctricas, el soporte metálico, y el cuarto de equipos.

Enseguida se calcula su huella de carbono desde dos perspectivas: el uso de combustible y el uso de electricidad.

7.2.1.1. Combustible.

El Anexo 9. Eco balances del consumo de combustible y electricidad, expone las fuentes de consumo de combustible, y sus cantidades, en el ciclo de vida del proyecto. Así, se conocen los consumos totales, los cuales se operan con su factor de emisión respectivo y así se determina la emisión total de kilogramos de CO₂. El resultado se observa en la Tabla 4. (Corporación Ambiental Empresarial - CAEM, 2007)

Tabla 4. Resumen de huella de carbono por uso de combustible.

Etapa	Uso	Consumo total [gal]	Factor de emisión [kgCO₂ e/gal]	Emisión [kgCO₂ e]
Estudios preliminares	Automóviles corporativos (Gasolina genérico)	31,8	8,146	259,055
Diseños	Automóviles corporativos (Gasolina genérico)	21,2	8,146	172,703
Construcción	Automóviles corporativos (Gasolina genérico)	127,2	8,146	1036,220
Construcción	Motocicletas de operarios (Gasolina genérico)	18,72	8,146	152,500
Construcción	Furgonetas corporativas (Diesel genérico)	86,4	10,149	876,867
Construcción	Grúa (Diesel genérico)	215,6	10,149	2188,108
Total				4685,454

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.2. Electricidad.

El Anexo 9. Eco balances del consumo de combustible y electricidad expone las fuentes de consumo de electricidad, y sus tiempos de uso, durante el ciclo de vida del proyecto. De igual manera que en el caso anterior, con los consumos totales, se operan con su factor de emisión respectivo y así se determina la emisión total de kilogramos de

CO₂. El resultado se observa en la Tabla 5. (Corporación Ambiental Empresarial - CAEM, 2007)

Tabla 5. Resumen de huella de carbono por uso de electricidad

Etapa	Uso	Consumo total [kWh]	Factor de emisión [kgCO ₂ e /KWh]	Emisión [kgCO ₂ e]
Estudios preliminares	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el estudio de radiación solar	3,7635	0,136	0,511831
	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el estudio de suelos	10,4629	0,136	1,422949
	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el estudio topográfico	3,2955	0,136	0,448183
	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el estudio legal y normativo	3,2629	0,136	0,443749
Diseños	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el diseño eléctrico	8,5886	0,136	1,168049
	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el diseño de cimentación	11,2886	0,136	1,535249
	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el diseño estructural	10,9886	0,136	1,494449
	Dispositivos eléctricos y electrónicos en el diseño arquitectónico	7,3886	0,136	1,004849
Adquisiciones	Dispositivos eléctricos y electrónicos en contrataciones	36,2287	0,136	4,927098
Construcción	Dispositivos eléctricos y electrónicos para documentación del proyecto	2,3857	0,136	0,324459
	Maquinaria y motores eléctricos para construcción	310,6932	0,136	42,25427
Total				55,53515

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.3. Huella de carbono total.

Finalmente, en la Tabla 6 se observa el resumen de emisiones, y su porcentaje respecto a cada etapa del proyecto.

Tabla 6. Resumen total de huella de carbono para los aspectos tratados.

Etapa	Emisiones por electricidad [kgCO2 e]	Emisiones por combustible [kgCO2 e]	Total [kgCO2 e]	Total %
Adquisiciones	4,927	0	4,927	0,10%
Construcción	42,579	4253,696	4296,275	90,62%
Diseños	5,203	172,703	177,906	3,75%
Estudios preliminares	2,827	259,055	261,882	5,52%
Total [kgCO2 e]	55,535	4685,454	4740,989	100%
Total %	1,17%	98,83%	100%	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que la etapa que emite mayores cantidades de CO2 es la de “Construcción”, esto por la cantidad de uso de combustible que se requiere para el desarrollo de esta. Allí, además se detalla que la grúa es el producto con mayor consumo, lo cual se podría mitigar si se tiene en cuenta en el proceso de contratación de esta, evitando la sobredimensión de este equipo; al igual se pueden evaluar diferentes métodos de izaje con consumos mínimos de combustible. En cuanto a la electricidad, igualmente el mayor consumo se presenta en la construcción por la necesidad de motores eléctricos, lo cuales cuentan con una potencia superior y altas horas de trabajo. Finalmente se observa que la etapa de adquisiciones produce una baja emisión de CO2 a pesar de ser la de mayor duración, debido a que se limita al uso de electricidad.

7.2.2. Análisis impactos ambientales.

Los impactos ambientales, sociales y económicos que se derivan del uso de las materias primas, los insumos y los equipos seleccionados para el proyecto son clasificados de la siguiente manera:

1. Calor: Contribución al problema del efecto invernadero
2. Residuos: Aumento de la cantidad de residuos a manejar, reducción en la cantidad de residuos a disponer (reciclaje), deterioro de las condiciones ambientales locales, deterioro de las condiciones paisajísticas locales.

3. Vertimientos: Contaminación del suelo, contaminación del sistema de alcantarillado, deterioro de las condiciones ambientales locales, desmejoramiento de las condiciones paisajísticas naturales, incremento riesgo de enfermedades infectocontagiosas.
4. Emisiones atmosféricas: Contaminación del aire, contribución al problema de lluvia ácida, contribución al problema de calentamiento global, daños a la salud de la población vecina, deterioro de cultivos y otras actividades productivas, deterioro de las condiciones ambientales locales, deterioro de las condiciones paisajísticas naturales.
5. Ruido: Contaminación del aire por ruidos ofensivos, molestias en la comunidad, deterioro de las condiciones ambientales locales.
6. RESPEL: Contaminación del suelo, contaminación del sistema de alcantarillado, deterioro de las condiciones ambientales locales, daños a la salud de la población vecina.

Adicionalmente, el funcionamiento del sistema fotovoltaico implementado en el parque zonal San Andrés (Engativá, Bogotá) presentaría los siguientes impactos ambientales y sociales:

Ambientalmente, el funcionamiento del sistema no produce polución térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero, presenta una incidencia mínima sobre las características físico-químicas del suelo, no presenta residuos continuos (solamente al finalizar su vida útil), y no contribuye al ruido local; además tiene una repercusión sobre la flora del área mínima, pues por el mismo alcance y naturaleza del proyecto, se evita al máximo deteriorar los cuerpos arbóreos existentes, aunque la generación de sombra podría afectar la vegetación al nivel del suelo. (Conéctate al sol, 2016)

Socialmente, la operación del sistema fotovoltaico aporta a la generación de nuevo conocimiento por exponer públicamente una tecnología emergente en el ámbito nacional,

se presenta como “techo” para el uso del parqueadero, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y genera un sentido de pertenencia a los habitantes de la localidad. (Pascualino, Cabrera, & Vanegas, 2015)

También, se considera que la vida útil del proyecto es de 25 años, y se estima con relación a la vida útil de los paneles solares (aunque esta última puede ser hasta 30 años) (Girasol Energía, 2019) (Damia Solar, 2019).

Finalmente, respecto a la disposición final del producto y los equipos que lo constituyen, el producto final del proyecto tiene varios elementos y equipos que conforman todo el sistema de generación de energía, de los cuales en gran parte son reciclables con alto porcentaje de reutilización. Inicialmente se tienen los paneles fotovoltaicos se pueden reciclar casi al completo ya que están hechos principalmente de vidrio y aluminio, materiales que son fáciles de reutilizar y son clasificados como residuos no peligrosos. Acorde a *International Renewable Energy Agency* (IRENA) se puede reciclar el 85% de la masa total del panel solar. (IRENA AND IEA-PVPS, 2016).

Los componentes electrónicos del sistema son el regulador de carga y el inversor de corriente, son elementos considerados como desechos electrónicos, los cuales en Colombia deben ser tratados acorde a la Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). De acuerdo con la legislación colombiana (Ley 1672 de 2013) los sistemas de recolección y gestión son responsabilidad de los productores (fabricantes e importadores de los AEE) con el apoyo de los comercializadores y la participación de los consumidores, por tanto, si se cuenta con un sistema para reciclar los dos componentes una vez cumplan su ciclo de vida o sea necesario remplazarlos por algún fallo; considerando que sus partes se conviertan en materias primas para nuevos productos; generando un impacto ambiental controlado. (Casa Editorial El Tiempo, 2018) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Las conexiones eléctricas o acometidas eléctricas son todos los cableados para transporte de la energía generada entre los diferentes componentes del sistema y las edificaciones, estas acometidas están conformadas por dos elementos básicos, tuberías de acero galvanizado y cableados (compuestos de alambres de cobre recubiertos con aislamiento plástico); la tubería de acero galvanizado es 100% reciclable y se le puede dar el mismo tratamiento de la estructura metálica de soporte, que se expondrá más adelante. Respecto al cableado, uno de sus componentes es el alambre de cobre, considerado un material no ferroso y totalmente reciclable, aunque tiene que ser separado del plástico que lo aísla (esta separación implica mano de obra y uso de herramientas eléctricas). Colombia cuenta con una “industria de reciclaje de materiales no ferrosos formalizada más desarrollada de Latinoamérica, con aproximadamente 50.000 toneladas al año en exportaciones cuyo destino principal es China, Corea, Brasil y Grecia” (Fundación Unipymes, 2013) por tanto se podrá reciclar y reutilizar el cobre contenido en los cableados en un 100%, pero este debe ser transportado y debe pasar por procesos metalmeccánicos para su reutilización lo que demandará consumo de energía; siendo este un impacto menor ambientalmente respecto a la explotación minera para la obtención del cobre nuevo. El aislamiento eléctrico del alambre del cobre es plástico como PVC o polietileno entre otros (Procables, 2014), que puede ser reciclado en su totalidad introduciéndolo en nuevos productos, pero durante el reciclaje del plástico se requiere una inversión de energía en su transformación para darle un nuevo uso. (Fundación Unipymes, 2013)

La estructura metálica utilizada para como soporte para los paneles solares, es totalmente reutilizable y reciclable al 100%, esta estructura una vez cumpla su vida útil se clasifica como chatarra metálica la cual es recolectada localmente y llevada a empresas siderúrgicas que se encarga de la transformación de chatarra en nuevo material para nuevas construcción e industrias. En Colombia el proceso de fundición en su mayoría se hace con hornos eléctricos que consumen gran cantidad de energía, pero no generan contaminación directa por combustibles fósiles, reduciendo en alguna medida el impacto ambiental generado. (Casa Editorial El Tiempo, 2019)

El desmonte y demolición del cuarto de equipos, se llevará a cabo en las siguientes etapas: desmonte de los elementos arquitectónicos recuperables que no sean soporte de otros elementos; desmonte de materiales y elementos reciclables, que no tengan función de soporte; desmonte de elementos estructurales de soporte; y desmonte y demolición de la edificación empleando métodos que faciliten la selección in situ. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

7.3. Responsabilidad social-empresarial (RSE)

Como se ha analizado previamente durante el ciclo de vida del proyecto se presentará influencia en los dos sentidos, es decir, del proyecto al entorno y del entorno al proyecto, en los aspectos sociales, ambientales y económicos del lugar de implementación; lo que implica que el desarrollo del proyecto debe ejecutarse y llevarse a cabo alineado con la responsabilidad social-empresarial que este conlleva. A partir de los análisis realizados, se logró construir unas estrategias con objetivos y metas, que se evaluarán por medio de indicadores, que buscas el aumento de los beneficios de factores positivos y disminuyen el impacto de factores negativos del proyecto sobre el entorno. Las estrategias, objetivos, metas e indicadores se muestran en el Anexo 10. Estrategias, Objetivos, Metas e Indicadores del Proyecto.

Durante el ciclo de vida del proyecto se deberá evaluar en cada fase el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas previamente, con el fin de determinar el avance hacia los mismos, y en caso de presentares actividades y procesos susceptibles de mejora se recomendará su implementación. La medición y control debe ser llevada a cabo por los ejecutores del proyecto y debe llevar de manera imparcial, para esto será necesaria unas auditorias por parte de terceros; por lo anterior, se asignara a un profesional del equipo de proyecto la responsabilidad de responder ante la auditoría; este presentará los informes donde mostrarán los resultados encontrados con base en los indicadores establecidos y

servirá como insumo para la toma de decisiones necesarias con el fin que el proyecto cumpla con los lineamientos establecidos.

8. Gestión de la integración del proyecto

8.1. Acta de constitución de proyecto

El acta de constitución del proyecto se detalla en seguida.

Tabla 7. Acta de constitución.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO
JUSTIFICACIÓN/PROPÓSITO DEL PROYECTO

La preocupación mundial por la conservación y uso racional de nuestros recursos naturales, por la reducción de gases de efecto invernadero, por el sostenimiento de la biodiversidad y demás aspectos ambientales que se presentan actualmente propicia la generación de acuerdos internacionales (Protocolo de Kioto en 1997, Acuerdo de París en 2015) de los cuales nuestro país se ha hecho partícipe activo. Teniendo en cuenta que “la generación de energía eléctrica en Colombia proviene de un 63,7% de recursos hídricos, mientras que el 31,5% viene de recursos térmicos como el gas, carbón, fueloil y combustóleo” (ENEL S.A, 2018), se evidencia la necesidad de modificar esta relación de generación, reduciendo este último tipo de generación no renovable para minimizar en alguna medida la huella de carbono resultante. Por lo anterior, se han establecido leyes que propician el cumplimiento de los acuerdos para la conservación de nuestro planeta. La conformación de estas leyes implica que todos los niveles del estado deben procurar el trabajo enfocado hacia esta causa, a lo que el IDRD no ha sido indiferente y se ve claramente reflejado su compromiso en sus políticas institucionales.

El IDRD dentro de una de sus políticas institucionales, establece la protección al medio ambiente a través de la gestión de aspectos y el control de los impactos ambientales generados en el desarrollo de sus actividades, así como la promoción del uso responsable de los recursos; y para estar alineado con su política se requiere realizar el estudio y la implementación de un sistema de generación de energía alternativa renovable, que permita reducir la demanda de energía de la red pública, y consecuentemente reducir el impacto ambiental generado por sus actividades, logrando además ser pionero en la implementación y uso de energías amigables con el ambiente, aplicado en el sistema distrital de parques a nivel nacional.

El IDRD cuenta con diferentes locaciones bajo su responsabilidad como estadios de fútbol, parques regionales, parques metropolitanos, parques zonales, centros deportivos, edificios administrativos, etc. en los cuales se puede realizar la implementación de sistemas de generación de energía alternativa renovable pues cuentan con las facilidades, áreas disponibles y demás características para ello; el principal interés del IDRD es iniciar esta implementación en sus parques, para lo cual se determinó que el parque zonal San Andrés, ubicado en la localidad de Engativá es el más idóneo para la implementación, pues sus horarios de operación se extiende hasta las 17:30 horas todos los días de la semana, por lo que se genera una alta demanda de energía a la red pública.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Estudio para el diseño y construcción de un sistema de generación de energía fotovoltaica para suplir la carga del parque zonal San Andrés, en la localidad de Engativá, Bogotá, lo que implica su diseño eléctrico y arquitectónico y civil de la solución, así como su implementación.

El concepto general es, a partir de los estudios de radiación solar diaria sobre el lugar, del estudio de suelos y el levantamiento topográfico, diseñar y construir las estructuras metálicas tipo “cubierta para parqueaderos”, donde se instalarán paneles solares, las conexiones necesarias para transmitir la energía eléctrica producida hacia el sistema de regulación eléctrica y control; la infraestructura para la caseta de control de este sistema, donde se ubicarán los sistemas de regulación, inversión, control de energía y la conexión eléctrica por medio de ductos hacia la infraestructura eléctrica ya existente en el parque.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO

Diseño y construcción del sistema fotovoltaico, con obras civiles y conexiones eléctricas a la infraestructura actual del parque.

ENTREGABLES CLAVE

- Planos
- Memorias de Cálculo
- Especificaciones técnicas
- Método constructivo
- Recomendaciones de construcción e instalación
- Cronograma
- Capacitación para operarios
- Manual de mantenimiento
- Sistema de energía renovable en operación

EXCLUSIONES DEL PROYECTO

- Mantenimiento posterior
- Intervenciones sobre sistemas existentes

REQUISITOS DE ALTO NIVEL

- Suplir la demanda eléctrica esperada.
- Cumplir con las políticas de responsabilidad social de la entidad para optimizar recursos.
- Aprobación del proyecto por parte del operador de red en Bogotá.
- Realizar la ejecución del proyecto con contratistas conocidos.
- Obtener utilidad.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

CONCEPTO	OBJETIVO MEDIBLE	CRITERIO DE ÉXITO
ALCANCE	Diseño y construcción del sistema fotovoltaico	Cumplir con el 100% de los entregables establecidos dentro del dossier.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO		
PLAZO MÁXIMO	12 meses	Éxito del desempeño del cronograma $\geq 0,95$
COSTO PREAPROBADO	\$400.000.000.00	Éxito del desempeño del presupuesto $\geq 0,95$
CALIDAD	Diseño y construcción de acuerdo con las normas técnicas que apliquen.	Cumplimiento del 100% de las normas técnicas que apliquen.
SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	Solución que satisfaga la demanda de 3600 KWh	Cumplimiento del 100% de la demanda.
RIESGO GENERAL DEL PROYECTO		
<p>Cambio en la dirección general del IDRD que no priorice en las políticas de responsabilidad social.</p> <p>Sobrecosto por obsolescencia de la tecnología seleccionada.</p> <p>Desconocimiento de información de cruce sobre la infraestructura en la fase de planificación.</p> <p>Construcción de edificaciones en las vecindades que generen sombra sobre el sistema fotovoltaico.</p>		
HITOS PRINCIPALES		
FECHA	HITO	
30/09/2021	Entrega de diseños definitivos	
31/12/2021	Informe final	
15/08/2022	Entrega de la construcción	
INTERESADOS CLAVE		
ROL/NOMBRE	EXPECTATIVA	REQUERIMIENTO
IDRD – Dirección general	Ser pionero en implementación de soluciones energéticas renovables en parques públicos.	Cumplir los requisitos de alto nivel.
IDRD – Subdirección técnica de parques	Independencia de la red eléctrica pública.	Garantizar la continuidad del servicio.
	Implementación de un programa de energías renovables en parques públicos.	
IDRD – Subdirección técnica de construcciones	Diseño y construcción de una solución eficiente en calidad, costo y tiempo.	Cumplimiento de la calidad, costo y tiempo establecido.
	Mayor asignación de recursos para ejecución de proyectos en parques.	
DIRECTOR DEL PROYECTO ASIGNADO		
NOMBRE	Willian Fernando Villamil	
NIVEL DE AUTORIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Acceder a la información del cliente	

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
	<input checked="" type="checkbox"/> Negociar cambios de alcance, tiempo y costo hasta por un 50% de lo aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Programar reuniones del proyecto con los gerentes funcionales <input checked="" type="checkbox"/> Negociar con los gerentes funcionales los miembros del equipo <input checked="" type="checkbox"/> Administrar el presupuesto del proyecto y sus modificaciones <input type="checkbox"/> Otro: _____
PATROCINADOR DEL PROYECTO	
NOMBRE	Blanca Inés Durán _____ FIRMA
ORGANIZACIÓN/ROL	IDRD/Directora
FECHA DE APROBACIÓN	

Fuente: Elaboración propia.

8.2. Plan de gestión de beneficios

El plan de gestión se detalla en la siguiente plantilla.

Tabla 8. Plan de gestión de beneficios del proyecto.

BENEFICIOS DEL PROYECTO					
BENEFICIO OBJETIVO	PLAZO OBTENCIÓN	DUEÑO BENEFICIO	MÉTRICA	SUPUESTOS	RIESGOS
BENEFICIOS FINANCIEROS					
Nuevos ingresos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Reducir costos	Un mes	IDRD – Subdirección técnica de parques.	Pesos colombianos	Producción en sitio de 3600 KWh por mes.	No alcanzar el nivel de producción estimado por factores ambientales.
Incremento del mercado	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
BENEFICIOS ORGANIZACIONALES					
Mejorar posicionamiento	Un mes	IDRD	Tráfico de comunicaciones.	La información del proyecto llega al 100% de la población bogotana.	Los canales de tráfico de comunicaciones no sean efectivos.
Potenciar <i>Know How</i>	Un mes	IDRD	Cantidad de proyectos propuestos.	Se propondrán proyectos a parques metropolitanos, zonales y vecinales.	No se obtenga aceptación por el área técnica.
Nuevas oportunidades	Un año	IDRD	Cantidad de proyectos asesorados	Se presentará un alto interés en este tipo de proyectos a nivel nacional e internacional, y el IDRD será un referente en asesoría.	No haya interés por otras entidades públicas y privadas.
BENEFICIOS OPERACIONALES					
Reducir carga operativa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Aumentar productividad	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Simplificar procesos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
BENEFICIOS SOCIALES					
Impacto en la comunidad	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Beneficios ambientales	Un mes	IDRD	Ahorro de CO2 anual	Producción efectiva de la energía renovable estimada.	No alcanzar el nivel de producción estimado por factores ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

8.3. Plan de gestión de cambios

El plan de gestión se detalla a continuación.

Tabla 9. Plan de gestión de cambios del proyecto.

PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIOS			
PARTICIPANTES EN LA GESTIÓN DE CAMBIOS			
Rol/ organización	Persona asignada	Responsabilidades	Nivel de autoridad
Jefe área técnica IDRD	Alejandro Ocampo	Aprobación de cambios	Total autoridad
Director de proyecto	Willian Villamil	Recepción y análisis de cambios.	Control de cambios
Consultores técnicos	Eduardo Sánchez	Evaluación primaria e informe de cambios solicitados	Conocimiento y validación técnica
Consultores técnicos	Joaquín Sanmiguel	Evaluación primaria e informe de cambios solicitados	Conocimiento y validación técnica
TIPOS DE CAMBIO			
Acción correctiva	Debe darse alta prioridad y la atención debe ser inmediata para eliminar causas de no conformidades, se debe registrar la solicitud con fechas claras, todos los datos requeridos en el formato respectivo sin excepción alguna. El gerente de proyecto deberá de manera inmediata informar a los involucrados, acorde al plan de comunicaciones y seguidamente asignar los recursos; materiales y humanos, para dar trámite cambio establecido		
Acción preventiva	Tiene una prioridad media y la atención debe ser enfocada para eliminar causas de potenciales de no conformidades, se debe registrar la solicitud con fechas claras, todos los datos requeridos en el formato respectivo sin excepción alguna. El gerente de proyecto deberá de manera inmediata informar a los involucrados, acorde al plan de comunicaciones y seguidamente asignar los recursos; materiales y humanos, para dar trámite cambio establecido.		
Reparación de defectos	Debe darse una alta prioridad, los defectos encontrados deben ser reportados inmediatamente con todos los datos requeridos en el formato respectivo sin excepción alguna. El gerente de proyecto deberá de manera inmediata informar a los involucrados, acorde al plan de comunicaciones y seguidamente asignar los recursos; materiales y humanos, para corregir el defecto de inmediato.		
Cambios al plan de dirección	Con las solicitudes de cambios aprobadas se debe realizar inmediatamente la actualización de todos los planes y líneas base del proyecto; así mismo informar a los involucrados, acorde al plan de comunicaciones.		
PROCESO GENERAL DE LA GESTIÓN DE CAMBIOS			
Solicitud del cambio	Es un requerimiento que se desarrolla por cualquier involucrado en el proyecto, siguiendo la plantilla “solicitud de cambio” en el momento que detecta la necesidad de un cambio en los procedimientos o entregables del proyecto, y que se entrega al director del proyecto por medio de correo electrónico.		

PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIOS	
Verificación de la solicitud	El director del proyecto recibe las solicitudes de cambio, comprueba su pertinencia y desecha las que se consideren impracticables, posteriormente dándoles una respuesta a los solicitantes del cambio.
Evaluación de los impactos	El comité de cambios, conformado por el director del proyecto y los consultores técnicos, analizará y valorará aquellas solicitudes que continúen en proceso, y su incidencia en los distintos procesos y entregables del proyecto.
Toma de decisiones y replanificación	El director del proyecto comprobará el correcto análisis y valoración de los cambios, previa consulta a su equipo técnico, jurídico y financiero, y aprobará o rechazará las solicitudes para implementar los cambios.
Implementación de cambios	El director del proyecto realizará una revisión técnica a la ejecución de los cambios.
Conclusión del proceso	El director de proyecto se encargará de cerrar todas las solicitudes de cambio, comunicando los resultados obtenidos a los promotores de estos.

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE SOLICITUDES DE CAMBIO URGENTES

Debe darse alta prioridad y la atención debe ser inmediata, se debe registrar la solicitud con todos los datos requeridos en el formato respectivo sin excepción alguna. El gerente de proyecto deberá de manera inmediata informar al patrocinador (jefe área técnica/IDRD) y una vez tomadas las decisiones respectivas, asignar los recursos; materiales y humanos, para dar trámite al cambio establecido. Seguidamente el gerente de proyecto informará a los demás involucrados, acorde al plan de comunicaciones. El tema será tratado en el comité de control de cambios más próximo de manera informativa.

HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CAMBIOS	
SOFTWARE	Correo electrónico. Editor de texto (Word).
PROCEDIMIENTOS	Plan de gestión de cambios.
FORMATOS	Plantilla “Solicitud de cambios”.
OTROS	Documentos impresos.

Fuente: Elaboración propia.

9. Gestión de los interesados

9.1. Registro de interesados

Es primordial detectar a las personas, grupos u organizaciones que pueden ser impactados o tener alguna influencia respecto al ciclo de vida del proyecto, con el fin de establecer relaciones benéficas para el mismo. En el Anexo 12. Registro de interesados se presenta la identificación de los interesados del proyecto, así como su evaluación y clasificación.

Algunas características de los interesados identificados grupalmente son:

1. Entidades de control, interés alto, dado que ejercen el control fiscal, disciplinario, etc., en la ejecución de los recursos públicos; y es una influencia positiva, aplicando el control y aplicación de la ley respecto a desviaciones que se puedan presentar en la ejecución de recursos públicos.
2. Servidores públicos, interés medio, pues ven inversión en proyectos ambientales que los involucran por el beneficio general, para referenciarlos a otras entidades; y es una influencia positiva, pues generan alertas a las Entidades de Control ante desviaciones importantes en la ejecución de los recursos públicos asignados.
3. Contratistas, interés alto, este tipo de proyectos que involucran nuevas tecnologías los hace evolucionar y ampliar su experiencia para aplicarla en otros proyectos, y generar confianza para que muchas instituciones implementen soluciones de este tipo. Además, presenta beneficio económico; y es una influencia positiva, pues aporta a su infraestructura, experiencia y fuerza laboral para la construcción del proyecto, su operación y mantenimiento.
4. Clientes / Usuarios, interés alto, puesto que esperan recibir un servicio de calidad igual o mayor al actual. Igualmente esperan que los recursos públicos se usen de manera apropiada y aún más cuando el proyecto trae un beneficio general a toda la comunidad y el medio ambiente; y tienen una influencia positiva o negativa, de acuerdo con sus comentarios personales y el compartir la información a otros usuarios.
5. Comunidad, interés alto, pues pueden ver directamente la inversión de los recursos en temas prioritarios para la comunidad como es el medio ambiente y así recibir un beneficio de los aportes que hacen al erario; su influencia es positiva o negativa, de acuerdo con sus comentarios personales y el compartir la información a otros ciudadanos.
6. Junta Directiva, interés alto, son unos de los principales interesados pues son los responsables de asegurar que las inversiones realizadas los encaminan a

cumplir sus objetivos y políticas, dentro de parámetros establecidos (costo, tiempo, alcance); su influencia es positiva, por ser un apoyo general al proyecto con asignación de recursos económicos, establecer tiempos y delimitar alcance en busca del objetivo principal del proyecto.

7. Estado, interés alto, pues es un proyecto que se encamina a cumplir compromisos internacionales para conservación y uso racional de los recursos naturales; su influencia es positiva, por medio de la asignación de recursos económicos suficientes para ejecutar el proyecto en tiempo, costo, alcance, etc., establecidos. Adicionalmente con la legislación generada que promueve y facilita la ejecución de este tipo de proyectos, otorgando estímulos económicos a los patrocinadores.

8. Prestador de servicio de energía, interés alto, pues el desarrollo de este tipo de proyectos impacta sus intereses; su influencia puede ser negativa, puesto que la autogeneración reduce sus ingresos operacionales.

9.2. Plan de involucramiento de interesados

Enseguida de haber identificado los interesados del proyecto, junto con sus necesidades, intereses y potenciales impactos, se desarrollan las estrategias de gestión necesarias para obtener una participación eficaz de ellos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En el Anexo 13. Estrategia de gestión de interesados, se detallan las estrategias dispuestas para cada interesado o grupo de ellos.

10. Gestión del alcance del proyecto

10.1. Plan de gestión del alcance

El plan de gestión se detalla a continuación.

Tabla 10. Plan de gestión de alcance del proyecto.

PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE	
PROCESO DE DEFINICIÓN DE ALCANCE	
<p>Partiendo de la necesidad planteada por parte de la IDRDR, se detecta la oportunidad de diseñar y construir una solución de generación de energía eléctrica renovable para atender la demanda de energía eléctrica en los parques de la ciudad de Bogotá, alineada a las políticas de responsabilidad social de la entidad. Se considera que una de las opciones iniciales es generar electricidad con paneles fotovoltaicos, en un período no mayor a un año. La ubicación seleccionada para desarrollar el proyecto piloto de esta solución es el parque zonal San Andrés, en la localidad de Engativá, Bogotá, debido a su horario extendido de funcionamiento.</p>	
PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA EDT	
<p>Una vez definido y aprobado el alcance por parte de los interesados claves, se desarrolla la estructura de desglose de trabajo por medio de la descomposición, considerando las distintas etapas del proyecto y las actividades implícitas para lograr los entregables que cumplan con el alcance. Se establecen los paquetes de planificación y de trabajo por el equipo de proyecto y los principales interesados, por medio de reuniones enfocadas en el juicio de expertos y el desarrollo de una tormenta de ideas. Adicionalmente se anexa el diccionario de la EDT, cuyo propósito es proporcionar información detallada sobre los entregables, las actividades y la programación de cada uno de los componentes de la EDT. La aprobación se realiza por parte del patrocinador y del equipo de los entregables. Cualquier modificación de la EDT aprobada se realiza mediante el control de cambios, luego de la evaluación del equipo de proyecto y, si afecta al alcance, objetivos, tiempo y/o coste del proyecto, también del patrocinador. El seguimiento de la EDT se ejecuta mediante el control y monitoreo de los indicadores definidos en el proyecto.</p>	
PROCESO PARA ESTABLECER LA LÍNEA BASE DEL ALCANCE	
<p>La línea base del alcance es la versión aprobada del enunciado del alcance, la EDT y su diccionario asociado. Este conjunto se aprueba por la junta del proyecto o el que haga sus veces. Cualquier modificación de la línea base del alcance aprobada se realiza mediante el control de cambios, luego de la evaluación del equipo de proyecto y, si afecta al alcance, objetivos, tiempo y/o coste del proyecto, también del patrocinador.</p>	
PROCESO PARA LA ACEPTACIÓN DEL ALCANCE	
<p>Se realiza una reunión formal con el patrocinador del proyecto para detallar y aprobar formalmente la línea base del alcance del proyecto.</p>	
APROBACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE	
	Patrocinador del proyecto
	Director del proyecto
Firma	
Nombre	
Fecha	

Fuente: Elaboración propia.

10.2. Plan y matriz de trazabilidad de requisitos

El plan y matriz de trazabilidad de requisitos se detalla enseguida.

Tabla 11. Matriz de trazabilidad de requisitos.

ID	Descripción del requisito	Tipo	Solicitante	Fecha de solicitud	Objetivo	Necesidad del negocio	Entregable de la EDT	Observaciones	Fecha de verificación de cumplimiento
1	Suplir la demanda eléctrica del parque zonal San Andrés.	De los interesados	IDRD - STP	12/05/2021	Disminuir los altos costos periódicos por consumo de energía eléctrica	Disminuir los altos costos periódicos por consumo de energía eléctrica	5.5. Puesta en funcionamiento	Hito: Entrega de la construcción	30/08/2022
2	Cumplir con las políticas de responsabilidad social de la entidad.	De los interesados	IDRD - Dirección General	12/05/2021	Llevar a cabo proyectos socialmente responsables	Llevar a cabo proyectos socialmente responsables	5.5. Puesta en funcionamiento	Hito: Entrega de la construcción	30/08/2022
3	Generar la menor afectación a las zonas verdes y deportivas.	De los interesados	IDRD - STP	12/05/2021	Mantener el funcionamiento típico del parque	Mantener el funcionamiento típico del parque	3.4. Planos arquitectónicos	Hito: Entrega de diseños definitivos	30/08/2021
4	Mantener el propósito de la localización seleccionada	De los interesados	IDRD - STP	12/05/2021	Mantener el funcionamiento típico del parque	Mantener el funcionamiento típico del parque	3.4. Planos arquitectónicos	Hito: Entrega de diseños definitivos	30/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

10.3. Enunciado del alcance

El enunciado del alcance se detalla seguidamente.

Tabla 12. Enunciado del alcance del proyecto.

ENUNCIADO DEL ALCANCE	
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	
<p>Estudio para el diseño y construcción de un sistema de generación de energía fotovoltaica para suplir la carga del parque zonal San Andrés, en la localidad de Engativá, Bogotá, lo que implica su diseño eléctrico y arquitectónico y civil de la solución, y la construcción de ellos.</p> <p>El concepto general es diseñar y construir las estructuras tipo cubierta para parqueaderos para instalar paneles solares, junto con las conexiones necesarias para transmitir la energía eléctrica producida, hacia el sistema de regulación eléctrica y control; adicionalmente la infraestructura para la caseta de control de este sistema, donde se ubicarán los sistemas de regulación, inversión y control, y la conexión eléctrica por medio de ductos hacia la infraestructura eléctrica ya existente en el parque.</p>	
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO	
<p>Diseño y construcción del sistema fotovoltaico sobre estructuras tipo cubierta para parqueaderos (donde se encuentran aproximadamente 2500 m² aprovechables) que cumpla con la generación requerida para el perfil de carga del parque (3600 kWh mensuales), conectado a la infraestructura eléctrica de este, y por tanto a la red de distribución zonal. El diseño se compone de una parte civil, basada en estudio de suelos y estudio topográfico que considere la norma NSR10; una parte eléctrica, basada en el estudio de radiación solar que considere cumplimiento de normas NTC2050, RETIE, etc., una parte de diseño estructural que considere la norma NSR10 y, finalmente de planimetría arquitectónica, que compila los anteriores diseños en un solo entregable. También se incluyen trámites de conexión con el operador de red, de licencias de construcción y de licencias ambientales. Respecto a la construcción, se haría entrega del sistema diseñado bajo los requerimientos establecidos y normas aplicables. Además, se realizarán capacitación y manual de operación y mantenimiento del sistema.</p>	
ENTREGABLES PRINCIPALES	
Entregable	Criterio de aceptación
Planos	Dossier con planimetría completa, junto con sus anexos soporte. En formato digital editable.
Memorias de Cálculo	Tablas con información completa y coherente. En formato digital editable.
Especificaciones técnicas	Documento con información completa y acorde al mercado regional.
Método constructivo	Metodología con información completa y coherente sobre las fases de construcción.
Recomendaciones de construcción e instalación	Informe con observaciones relacionadas al proyecto.
Cronograma	Documento con información completa y oportuna.

ENUNCIADO DEL ALCANCE	
Capacitación para operarios	Documento del contenido relacionado con el proyecto. Validados por medio de reporte de evaluaciones.
Manual de mantenimiento	Documento con información completa y oportuna. En formato corporativo y complementado con herramientas audiovisuales.
Sistema de energía renovable en operación	Reporte de generación diaria con al menos 120 kWh en mínimo desempeño posible.
EXCLUSIONES DEL PROYECTO	
Mantenimiento posterior	
Intervenciones sobre sistemas existentes	
RESTRICCIONES Y SUPUESTOS DEL PROYECTO	
Restricciones	Supuestos
Costo máximo de \$ 400'000.000.00	No se perciben aumentos fuera de los considerados en la TRM.
Tiempo máximo de 12 meses.	No haya eventos sociopolíticos que retrasen las adquisiciones.
Demanda mensual del parque es de 3600 KWh.	Representación de marca y/o soporte a nivel nacional.
Vida útil de los paneles de 25 años.	Productos con certificados de calidad.
La localización se restringe al área de parqueaderos.	Con el área dispuesta se logra la generación mínima estimada.
No afectar la capa vegetal del parque.	El nivel de radiación solar tiene el comportamiento típico de la zona acorde al atlas solar.
No afectar las zonas deportivas del parque.	El proyecto es aceptado por toda la comunidad.
APROBACIÓN DEL ENUNCIADO DEL ALCANCE	
Patrocinador del proyecto	Director del proyecto
Firma	
Nombre	
Fecha	

Fuente: Elaboración propia.

10.4. Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)

La EDT se detalla a continuación.

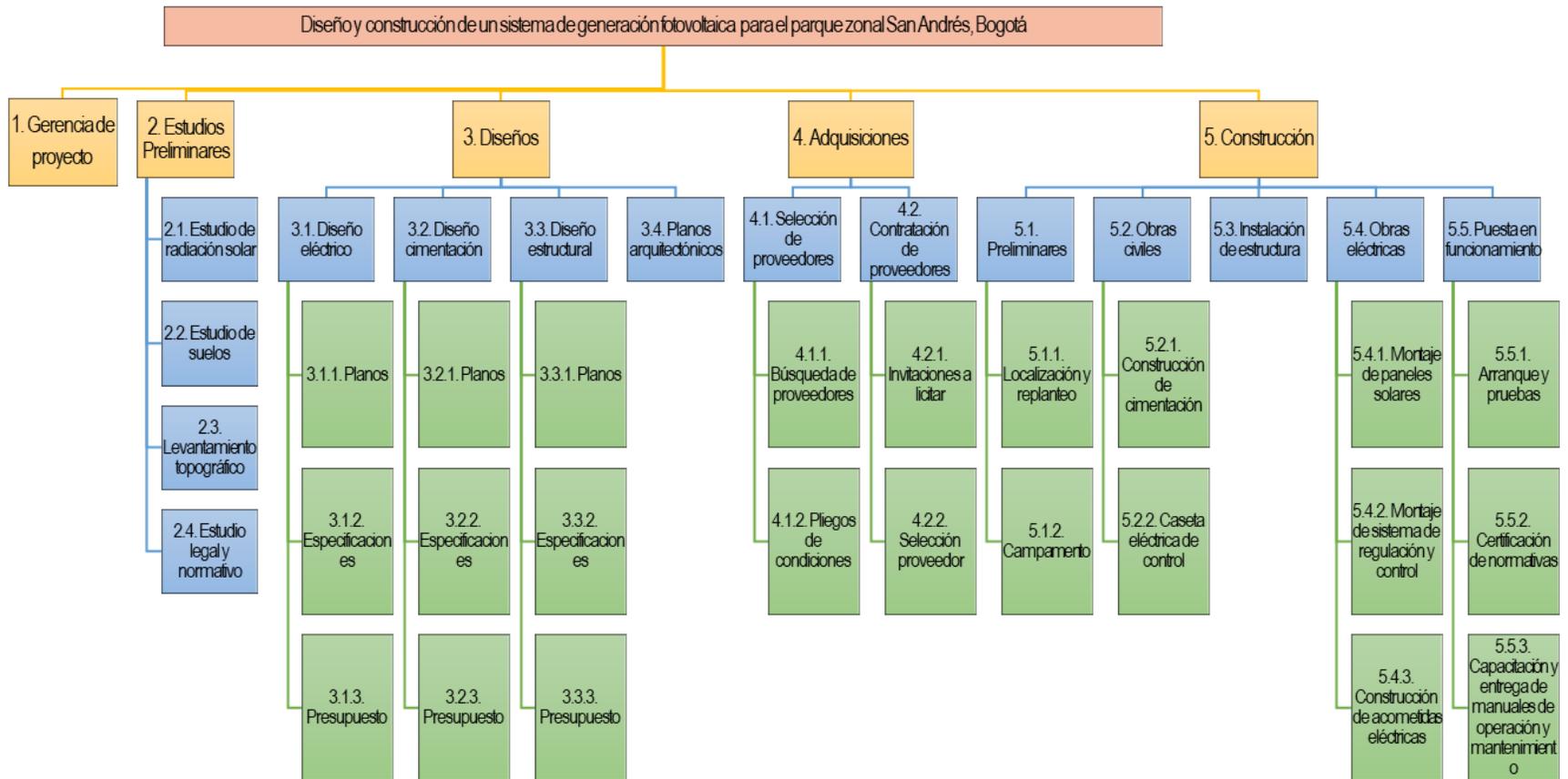


Figura 13. EDT del proyecto

Fuente: Elaboración propia

11. Gestión del cronograma del proyecto

11.1. Plan de gestión del cronograma

El desarrollo de cronograma se realiza tomando como base los lineamientos del PMBoK Sexta Edición, se parte desde el último nivel de cada paquete de trabajo establecido en la EDT del proyecto y se determinan las actividades para cada uno, el desarrollo de estas actividades se realiza de manera lógica y consecuente entre ellas. Se establece la relación entre actividades determinando las actividades predecesoras y dependencia; este desarrollo se realiza bajo el juicio de expertos. Para determinar la duración de las actividades se hace consulta a expertos en cada especialidad para establecer la duración pesimista (DP), la duración esperada (DE) y la duración optimista (DO); dentro de estos lapsos se tiene en cuenta la disponibilidad de los elementos importados como paneles solares, inversores y reguladores, adicionalmente se incluyeron los tiempos de proceso propios del IDRD para las actividades de compras y contratación. Se aplica la técnica PERT (Project Evaluation and Review Techniques) determinando así la duración para cada actividad y se determinó la duración total del proyecto; con este análisis se logra determinar la ruta crítica a seguir y se estima la duración del proyecto con una probabilidad del 84.1%.

Durante el desarrollo del proyecto será necesario monitorear y controlar el cronograma con reuniones semanales; dirigidas por el gerente de proyecto y los ingenieros de cada especialidad. Una vez se seleccione el proveedor este deberá participar en las reuniones semanales para evaluar el avance y cumplimiento del cronograma, determinar las desviaciones y establecer los planes de contingencia necesario para mantener los tiempos establecidos para el proyecto.

11.2. Listado de actividades con análisis PERT

A continuación, se presentan las actividades que componen el proyecto de acuerdo con los paquetes de trabajo descritos en la EDT, junto con su duración estimada.

Tabla 13. Lista detallada de actividades a partir de la EDT

ID-PT (WP)	Paquete de trabajo	ÍTEM	ID-ACT	Actividad	Precede	DO (Días)	DE (Días)	DP (Días)	PERT (Días)
0	Inicio	0	0	Inicio		0	0	0	0,0
2,1	Estudio de radicación sola	1	2,1,2	Instalación de pirómetros	0	5	10	15	10,0
		2	2,1,3	Procesamiento de datos	1	5	7	10	8,0
		3	2,1,4	Informe final de estudio solar	2	2	3	6	4,0
2,2	Levantamiento topográfico	4	2,2,1	Mediciones locales	0	1	2	4	3,0
		5	2,2,2	Procesamiento de datos	4	2	4	6	4,0
		6	2,2,3	Informe final levantamiento topográfico	5	1	2	4	3,0
2,3	Estudio de suelos	7	2,3,1	Toma de muestras	0	1	2	4	3,0
		8	2,3,2	Procesamiento de muestras	7	3	5	7	5,0
		9	2,3,3	Informe final de estudio de suelos	8	1	2	3	2,0
2,4	Estudio legal y normativo	10	2,4,1	Consulta fuentes primarias	0	6	8	12	9,0
		11	2,4,2	Consulta fuentes secundarias	0	6	8	12	9,0
		12	2,4,3	Informe final de estudio legal y normativo	10, 11	2	3	5	4,0
3,1,1	Planos	13	3,1,1,1	Cuadro de cargas	3	1	2	4	3,0
		14	3,1,1,2	Redes existentes y nuevas	13	2	4	10	5,0
		15	3,1,1,3	Diagramas unifilares	14	1	3	5	3,0
3,1,2	Especificaciones	16	3,1,2,1	Capítulo preliminares y generalidades	13	1	3	7	4,0
		17	3,1,2,2	Capítulo paneles, regulador, inversor, materiales cableados y canalizaciones	16	1	3	7	4,0
3,1,3	Presupuesto	18	3,1,3,1	Presupuesto estimado	15, 17	2	4	8	5,0
		19	3,1,3,2	Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetrías	18	1	2	3	2,0
3,2,1	Planos	20	3,2,1,1	Planimetría general	6, 9	3	4	6	5,0
		21	3,2,1,2	Diagrama de hierros y anclajes	20	3	5	7	5,0
		22	3,2,1,4	Planos de detalle de cimentación	21	2	4	7	5,0
3,2,2	Especificaciones	23	3,2,2,1	Capítulo preliminares y generalidades	20	3	5	8	6,0
		24	3,2,2,2	Capítulo materiales, diseño de concretos, pilotajes y excavaciones	23	3	5	8	6,0
3,2,3	Presupuesto	25	3,2,3,1	Presupuesto estimado	22, 24	3	5	8	6,0
		26	3,2,3,2	Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetrías	25	1	2	3	2,0
3,3,1	Planos	27	3,3,1,1	Estructura general	22	3	5	7	5,0

ID-PT (WP)	Paquete de trabajo	ÍTEM	ID-ACT	Actividad	Precede	DO (Días)	DE (Días)	DP (Días)	PERT (Días)
		28	3,3,1,2	Diagrama de conexiones y soldaduras	27	3	5	7	5,0
		29	3,3,1,3	Planos de detalle de instalación	28	3	5	7	5,0
3,3,2	Especificaciones	30	3,3,2,1	Capitulo preliminares y generalidades	27	3	5	8	6,0
		31	3,3,2,2	Capitulo materiales y cálculos de resistencia	30	3	5	8	6,0
3,3,3	Presupuesto	32	3,3,3,1	Presupuesto estimado	29, 31	2	4	7	5,0
		33	3,3,3,2	Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetrías	32	1	2	3	2,0
3,4	Planos arquitectónicos	34	3,4,1	Revisión y coordinación general de especificaciones y cantidades para licitación unificación de documentos	12, 19, 26, 33	10	15	21	16,0
		35	3,4,2	Presupuestos general y formato de cantidades general para licitación unificación de documentos	34	3	5	8	6,0
4,1,1	Búsqueda de proveedores	36	4,1,1,1	Cotizaciones de proveedores	35	3	5	7	5,0
		37	4,1,1,2	Estudio y comparativo de ofertas de proveedores	36	6	10	15	11,0
		38	4,1,1,3	Determinación de costos de mercado y preseleccionados	37	2	3	5	4,0
4,1,2	Pliegos de condiciones	39	4,1,2,1	Elaborar pliego de condiciones contractuales (legal, jurídico y económico)	38	15	20	25	20,0
		40	4,1,2,2	Elaborar pliego de condiciones técnicas	38	7	10	15	11,0
4,2,1	Invitación a licitar	41	4,2,1,1	Envío de invitaciones a preseleccionados	39, 40	1	2	3	2,0
		42	4,2,1,2	Visita y reunión de presentación del proceso	41	1	2	3	2,0
4,2,2	Selección de proveedores	43	4,2,2,1	Recepción de ofertas	42	15	21	30	22,0
		44	4,2,2,2	Análisis de ofertas en experiencia, jurídico, técnico, económico y legal.	43	15	20	25	20,0
		45	4,2,2,3	Selección del proveedor y legalización de contrato	44	12	15	18	15,0
5,1,1	Localización y replanteo	46	5,1,1,1	Verificación de planimetrías de licitación	45	4	7	10	7,0
		47	5,1,1,2	Informe de cambios y hallazgos	46	2	4	7	5,0
		48	5,1,1,3	Legalización de cambios y hallazgos	47	3	5	7	5,0
5,1,2	Campamento	49	5,1,2,1	Ubicación de contenedores oficinas, almacén y personal	45	1	2	4	3,0
		50	5,1,2,3	Ubicación de baños y servicios temporales	45	1	2	4	3,0
		51	5,1,2,4	Conexión de servicios (energía, agua, internet, etc.)	49, 50	2	5	7	5,0

ID-PT (WP)	Paquete de trabajo	ÍTEM	ID-ACT	Actividad	Precede	DO (Días)	DE (Días)	DP (Días)	PERT (Días)
5,2,1	Construcción de cimentación	52	5,2,1,1	Cimbrar ubicaciones	48, 51	2	4	7	5,0
		53	5,2,1,2	Excavación	52	7	12	18	13,0
		54	5,2,1,3	Armado e instalación de hierros	53	5	8	12	9,0
		55	5,2,1,4	Vaciado de concreto	54	14	16	18	16,0
5,2,2	Caseta eléctrica de control	56	5,2,2,1	Cimbrar ubicaciones	48, 51	1	2	3	2,0
		57	5,2,2,2	Excavación cimentación	56	3	4	7	5,0
		58	5,2,2,3	Armado e instalación de hierros	57	2	4	7	5,0
		59	5,2,2,4	Vaciado de concreto, cimentación	58	14	16	18	16,0
		60	5,2,2,5	Construcción columnas y muros	59	14	16	18	16,0
		61	5,2,2,6	Carpintería metálica	60	5	8	12	9,0
		62	5,2,2,8	Acabados	61	2	3	5	4,0
5,3	Instalación de estructura	63	5,3,1	Fabricación en planta	48	35	40	45	40,0
		64	5,3,2	Trasiego y ubicación en sitio	63	3	5	7	5,0
		65	5,3,3	Izaje y ensamble general	55, 64	17	21	26	22,0
5,4,1	Montaje de paneles solares	66	5,4,1,1	Izaje sobre estructura y fijación	65	15	19	23	19,0
		67	5,4,1,2	Interconexión de cableados	66	2	3	4	3,0
5,4,2	Montaje de sistema de regulación, control y almacenamiento	70	5,4,2,3	Instalación de inversor	62, 67	1	2	3	2,0
		71	5,4,2,4	Instalación de tableros eléctricos	69, 70	1	2	3	2,0
5,4,3	Construcción de acometidas eléctricas	72	5,4,3,1	Tendidos de canalización	71	7	10	15	11,0
		73	5,4,3,2	Tendidos de cableados	72	7	10	15	11,0
		74	5,4,3,3	Conexión en componentes	73	1	2	3	2,0
5,5,1	Arranque y pruebas	75	5,5,1,1	Pruebas de cableados	74	1	2	3	2,0
		76	5,5,1,2	Pruebas de carga en vacío	74	3	4	5	4,0
		77	5,5,1,3	Pruebas de cargas conexión a redes existentes	75, 76	3	5	7	5,0
5,5,2	Certificación de normativas	78	5,5,2,1	Certificación RETIE	77	13	15	19	16,0
		79	5,5,2,2	Visita de Enel	78	13	15	19	16,0
5,5,3	Capacitación y entrega de manuales de operación y mantenimiento	80	5,5,3,1	Entrega de manual de operación	79	1	2	3	2,0
		81	5,5,3,2	Reunión de capacitación a encargados mantenimiento	80	1	3	5	3,0
		82	5,5,3,3	Retiro de campamento y baños	81	2	3	5	4,0
		83	5,5,3,4	Entrega general de proyecto (liquidación, actas, pólizas, dossier)	82	5	7	10	8,0
0	Cierre	84	0	Cierre	83	0	0	0	0,0

Fuente: Elaboración propia.

11.3. Diagrama de red del proyecto

El diagrama de red del proyecto se presenta en la Figura 14.

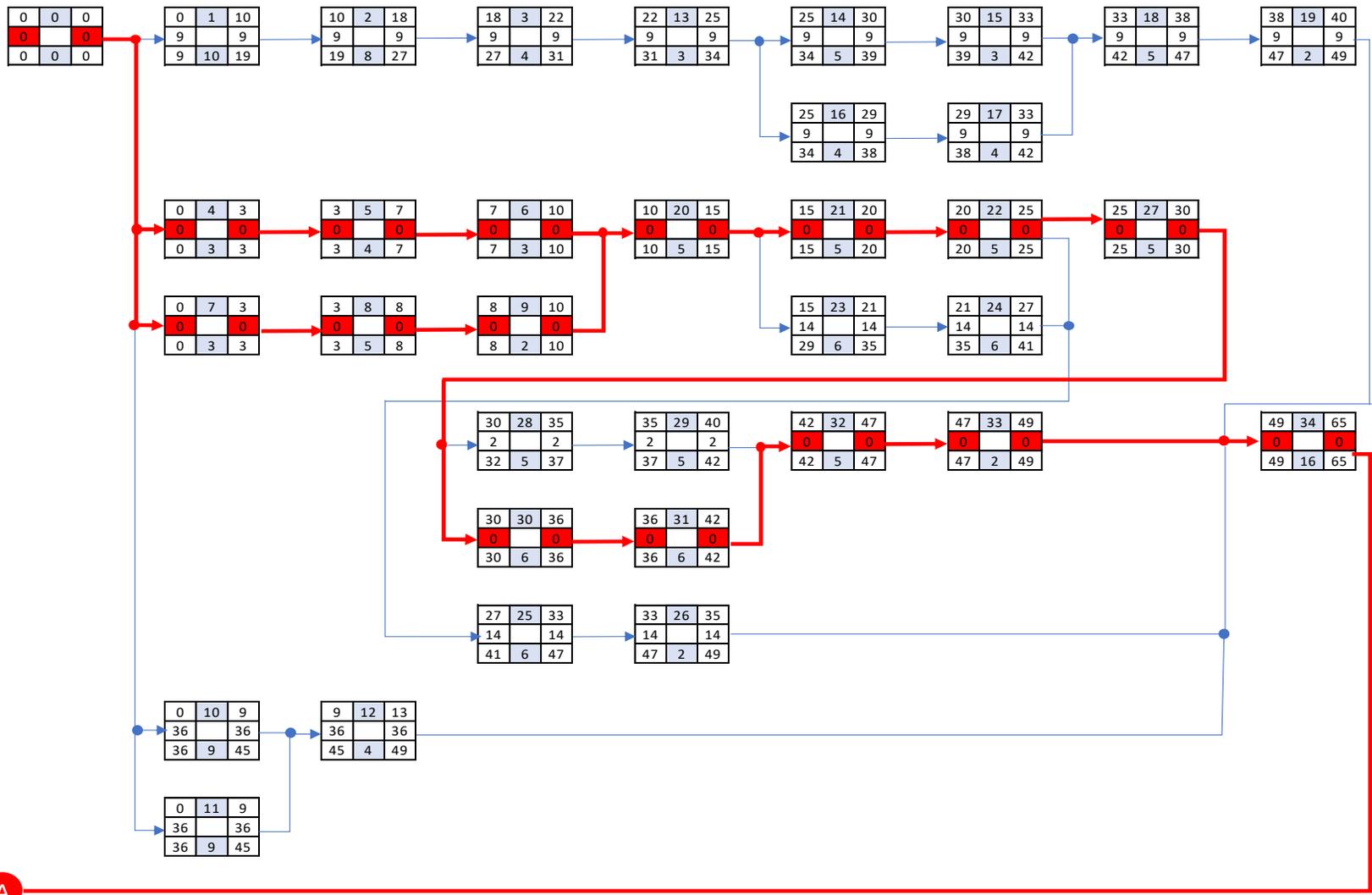


Figura 14. Diagrama de red del proyecto. (Parte 1/3)
Fuente: Elaboración propia.

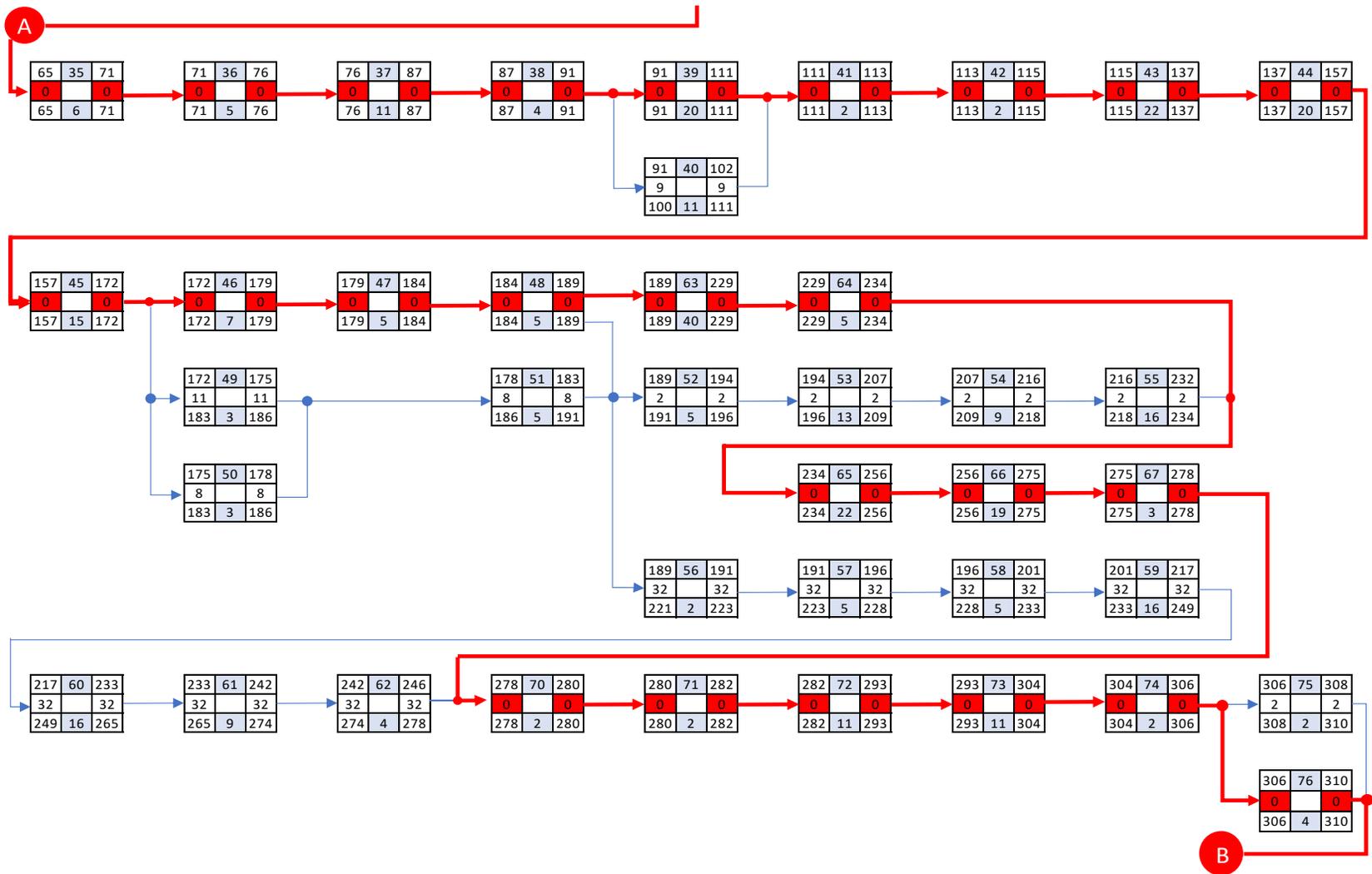


Figura 14. Diagrama de red del proyecto. (Parte 2/3)
Fuente: Elaboración propia.

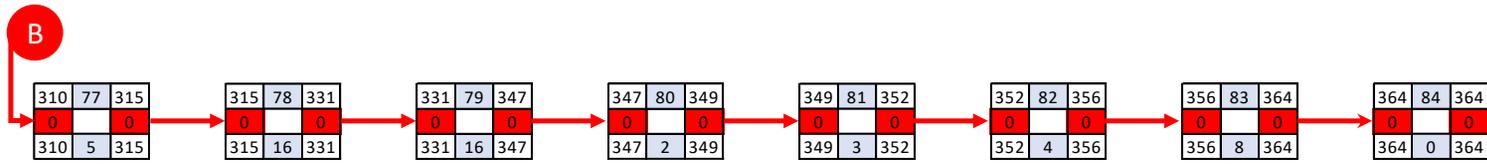


Figura 14. Diagrama de red del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el diagrama, el proyecto presenta una duración de 364 días hábiles (sin incluir reservas de contingencia), respondiendo al flujo de la ruta crítica, cuyas actividades se detallan en la Tabla 14; además, con base en un análisis probabilístico, la duración de la ruta crítica con una probabilidad de éxito del 84,1% es de 371 días, puesto que presenta una desviación estándar de 6,5 días.

Tabla 14. Actividades de la ruta crítica

ÍTEM	ACTIVIDAD	Precede	DO (Días)	DE (Días)	DP (Días)	PERT (Días)	Varianza
0	Inicio		0	0	0	0,0	0,0
4	Mediciones locales	0	1	2	4	3,0	0,3
5	Procesamiento de datos	4	2	4	6	4,0	0,4
6	Informe final levantamiento topográfico	5	1	2	4	3,0	0,3
20	Planimetría general	6, 9	3	4	6	5,0	0,3
21	Diagrama de hierros y anclajes	20	3	5	7	5,0	0,4
22	Planos de detalle de cimentación	21	2	4	7	5,0	0,7
27	Estructura general	22	3	5	7	5,0	0,4
30	Capítulo preliminares y generalidades	27	3	5	8	6,0	0,7
31	Capítulo materiales y cálculos de resistencia	30	3	5	8	6,0	0,7
32	Presupuesto estimado	29, 31	2	4	7	5,0	0,7
33	Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetrías	32	1	2	3	2,0	0,1
34	Revisión y coordinación general de especificaciones y cantidades para licitación unificación de documentos	12, 19, 26, 33	10	15	21	16,0	3,4
35	Presupuestos general y formato de cantidades general para licitación unificación de documentos	34	3	5	8	6,0	0,7
36	Cotizaciones de proveedores	35	3	5	7	5,0	0,4
37	Estudio y comparativo de ofertas de proveedores	36	6	10	15	11,0	2,3
38	Determinación de costos de mercado y preseleccionados	37	2	3	5	4,0	0,3
39	Elaborar pliego de condiciones contractuales (legal, jurídico y económico)	38	15	20	25	20,0	2,8
41	Envío de invitaciones a preseleccionados	39, 40	1	2	3	2,0	0,1
42	Visita y reunión de presentación del proceso	41	1	2	3	2,0	0,1
43	Recepción de ofertas	42	15	21	30	22,0	6,3
44	Análisis de ofertas en experiencia, jurídico, técnico, económico y legal.	43	15	20	25	20,0	2,8
45	Selección del proveedor y legalización de contrato	44	12	15	18	15,0	1,0
46	Verificación de planimetrías de licitación	45	4	7	10	7,0	1,0
47	Informe de cambios y hallazgos	46	2	4	7	5,0	0,7
48	Legalización de cambios y hallazgos	47	3	5	7	5,0	0,4
63	Fabricación en planta	48	35	40	45	40,0	2,8
64	Trasiego y ubicación en sitio	63	3	5	7	5,0	0,4
65	Izaje y ensamble general	55, 64	17	21	26	22,0	2,3
66	Izaje sobre estructura y fijación	65	15	19	23	19,0	1,8
67	Interconexión de cableados	66	2	3	4	3,0	0,1

ÍTEM	ACTIVIDAD	Precede	DO (Días)	DE (Días)	DP (Días)	PERT (Días)	Varianza
68	Instalación de regulador	62, 67	1	2	3	2,0	0,1
71	Instalación de tableros eléctricos	68, 69, 70	1	2	3	2,0	0,1
72	Tendidos de canalización	71	7	10	15	11,0	1,8
73	Tendidos de cableados	72	7	10	15	11,0	1,8
74	Conexión en componentes	73	1	2	3	2,0	0,1
77	Pruebas de cargas conexión a redes existentes	75, 76	3	5	7	5,0	0,4
78	Certificación RETIE	77	13	15	19	16,0	1,0
79	Visita de Enel	78	13	15	19	16,0	1,0
80	Entrega de manual de operación	79	1	2	3	2,0	0,1
81	Reunión de capacitación a encargados mantenimiento	80	1	3	5	3,0	0,4
82	Retiro de campamento y baños	81	2	3	5	4,0	0,3
83	Entrega general de proyecto (liquidación, actas, pólizas, dossier)	82	5	7	10	8,0	0,7
84	Cierre	83	0	0	0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener en cuenta el tiempo para la contratación del proveedor del sistema, 61 días, esta duración se da por procesos establecidos de compras y contratación del IDR D los cuales deben cumplir con todas las políticas de manejo de recursos públicos; si esta etapa se logra optimizar se reduciría el tiempo total de ejecución del proyecto e igualmente si se retrasa esta etapa (por ley de garantías, asignación de presupuestos, etc.) se retrasará todo el proyecto, pues estas actividades hacen parte de la ruta crítica.

Se debe prestar especial atención a la actividad de fabricación, trasiego e instalación de la estructura de soporte de los paneles solares, 67 días, y solicitar al proveedor un cronograma exclusivo de esta actividad para llevar un monitoreo y control semanal, pues esta actividad hace parte de la ruta crítica y no se deben generar atrasos en esta actividad, se debe procurar reducir los tiempos beneficiando así el proyecto en general.

En general las actividades del proyecto son consecuentes una tras otra y es una característica propia del proceso constructivo; a pesar de ello durante el desarrollo de cronograma se tuvo en cuenta la fase de estudios y diseños para trabajar estas actividades

en paralelo como los son el diseño eléctrico, mecánico y de obra civil, así como el estudio legal y normativo.

La distribución de tiempo general del proyecto, estima que se tienen 172 días de labores administrativas fuera del parque las cuales generan un mínimo impacto en la operación del parque; y 192 días de labores de obra que sí impactan sobre la operación del parque por lo cual se debe sensibilizar al personal administrativo del parque y a los usuarios sobre esta situación para evitar conflictos.

11.4. Línea base del cronograma

A continuación, se presenta el cronograma y el diagrama de Gantt del proyecto.

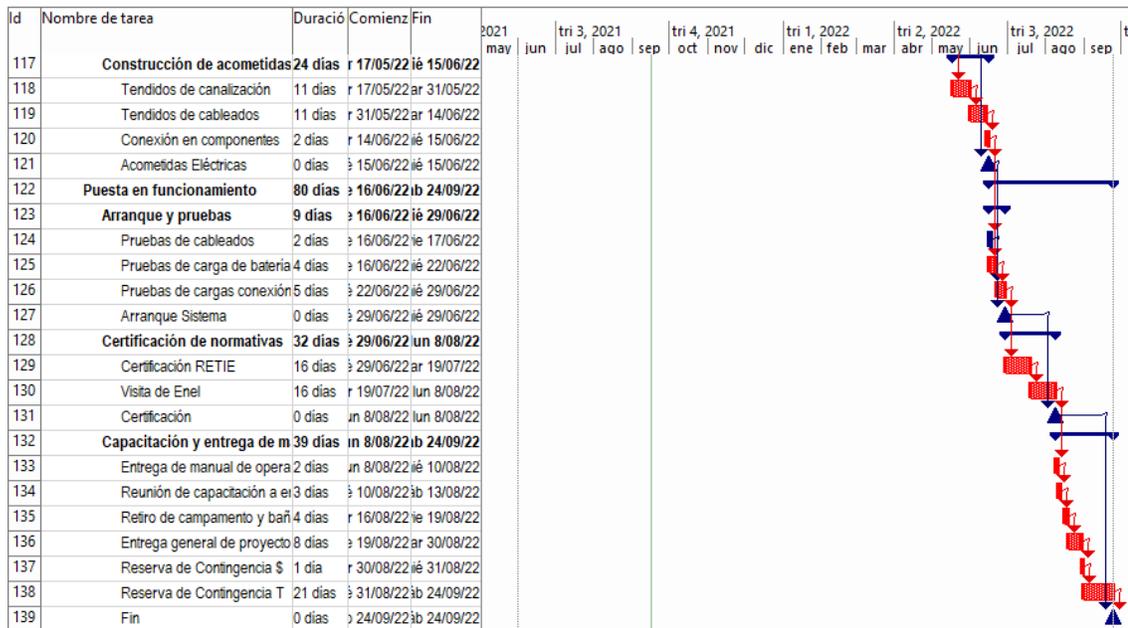


Figura 15. Cronograma y diagrama de Gantt del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

11.5 Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas

Acorde a cronograma establecido, se procede a realizar la asignación de recursos para cada una de las actividades, para esto se desarrollan las consultas a expertos en las diferentes especialidades, así:

1. Eléctrica respecto a generación con paneles fotovoltaicos.
2. Eléctrica respecto a acometidas (canalizaciones y cableados).
3. Estructural para fabricación y montaje de las pérgolas metálicas para soporte de paneles solares.
4. Civil, para la cimentación y la construcción de las zapatas de apoyo de las pérgolas.
5. Civil, para el estudio de suelos y topografía.

6. Arquitectura, para la integración y unificación de las diferentes especialidades y que estas se coordinen adecuadamente y vayan en conjunto con la estética del parque.
7. Legales, para la determinación de tiempos de estudios y demás temas de licencias.
8. Seguridad y salud en el trabajo (SST), para lineamiento y exigencias especiales para tener en cuenta en este aspecto crítico para el desarrollo seguro del proyecto.
9. Contractual, con el departamento de contrataciones en lo referente a tiempos estimados y cumplimiento de lineamientos en el manejo de recursos públicos.
10. Subcontratista en cada especialidad para determinar así tiempos, dedicaciones, recursos, etc., y lograr la estimación general de actividades.

Con la información recolectada, se realiza la asignación de los recursos, y se obtiene:

Tabla 15. Asignación de recursos inicial.

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/ Uso	Acumular	Calendario base
IDRD - RES ELÉCTRICO	Trabajo	RES ELE	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - RES ESTRUCTURA	Trabajo	RES EST	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - ING. ESTRUCTURA	Trabajo	ING EST	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - RES CIVIL	Trabajo	RES CIV	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - JEFE GEOTECNIA	Trabajo	JF. GEO	IDRD	100%	\$ 15.713/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - OFICIAL GEOTECNIA	Trabajo	OF. GEO	IDRD	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - AUXILIAR GEOTECNIA	Trabajo	AU. GEO	IDRD	100%	\$ 9.428/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - TOPÓGRAFO	Trabajo	TPO	IDRD	100%	\$ 15.713/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - CADENERO	Trabajo	CAD	IDRD	100%	\$ 9.428/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - LAB. GEOTECNIA	Trabajo	LAB	IDRD	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - ABOGADO	Trabajo	ABG	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/ Uso	Acumular	Calendario base
IDRD - RES ARQUITECTURA	Trabajo	RES ARQ	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - ING. COSTOS	Trabajo	ING COS	IDRD	25%	\$ 19.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - SST	Trabajo	SST	IDRD	15%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - CONTRATACIONES	Trabajo	CONT	IDRD	20%	\$ 39.283/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
DIR INTERVENTORÍA	Trabajo	I. DIR INT	INTER	20%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - RES ELÉCTRICO	Trabajo	I. RES ELE	INTER	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - RES ESTRUCTURA	Trabajo	I. RES EST	INTER	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - RES CIVIL	Trabajo	I. RES CIV	INTER	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - SST	Trabajo	I. SST	INTER	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
DIR OBRA	Trabajo	C. DIR OBR	CONT	20%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA -SST	Trabajo	C. SST	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA - ALMACEN	Trabajo	C. ALM	CONT	100%	\$ 9.428/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA - RES ELÉCTRICO	Trabajo	C. RES ELE	CONT	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 1	Trabajo	C. TE ELE1	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 1	Trabajo	C. AU ELE1	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 2	Trabajo	C. TE ELE2	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 2	Trabajo	C. AU ELE2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 3	Trabajo	C. TE ELE3	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 3	Trabajo	C. AU ELE3	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 4	Trabajo	C. TE ELE4	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 4	Trabajo	C. AU ELE4	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
CERTIFICADOR RETIE	Trabajo	C. RETIE	CONT	100%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
CERTIFICADOR ENEL	Trabajo	C. ENEL	CONT	100%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA -RES ESTRUCTURA	Trabajo	C. RES EST	CONT	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO MECÁNICO 1	Trabajo	C. TE MEC1	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR MECÁNICO 1	Trabajo	C. AU MEC1	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO MECÁNICO 2	Trabajo	C. TE MEC2	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR MECÁNICO 2	Trabajo	C. AU MEC2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/ Uso	Acumular	Calendario base
TÉCNICO MECÁNICO 3	Trabajo	C. TE MEC3	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR MECÁNICO 3	Trabajo	C. AU MEC3	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA -RES CIVIL	Trabajo	C. RES CIV	CONT	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 1	Trabajo	C. OF CIV1	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 1	Trabajo	C. AU CIV1	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 2	Trabajo	C. OF CIV2	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 2	Trabajo	C. AU CIV2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 3	Trabajo	C. OF CIV3	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 3	Trabajo	C. AU CIV3	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 4	Trabajo	C. OF CIV4	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 4	Trabajo	C. AU CIV4	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AMBIENTAL	Trabajo	AMB	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OFICIAL METALISTERÍA 1	Trabajo	C. OF MET	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR METALISTERÍA 1	Trabajo	C. AU MET	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia

Fuente: Elaboración propia.

Se identifica una sobreasignación en:

IDRD - RES ELÉCTRICO, IDRD - RES ESTRUCTURA, IDRD - ING. ESTRUCTURA, IDRD - RES CIVIL, IDRD - RES ARQUITECTURA y IDRD – SST recursos que son propios del IDRD y tienen asignadas labores en otros proyectos que se desarrollan por la institución. La dedicación estimada inicial es de quince por ciento (15%) y se considera suficiente; sin embargo, al asignar las tareas a cada recurso se evidenció una sobre asignación. Acorde a la cantidad de actividades y duración de estas, fue necesario aumentar la dedicación de estos recursos al proyecto, basado en el gráfico generado por Project ® se determinó el porcentaje de mayor demanda o requerimiento y se ajustó la dedicación de cada uno de estos recursos a este porcentaje. La finalidad de este ajuste es mantener el tiempo total establecido para el proyecto. Se presenta uno de los

casos para dar claridad, se tiene IDRD - RES ELÉCTRICO, con una dedicación del quince por ciento (15%) al proyecto:

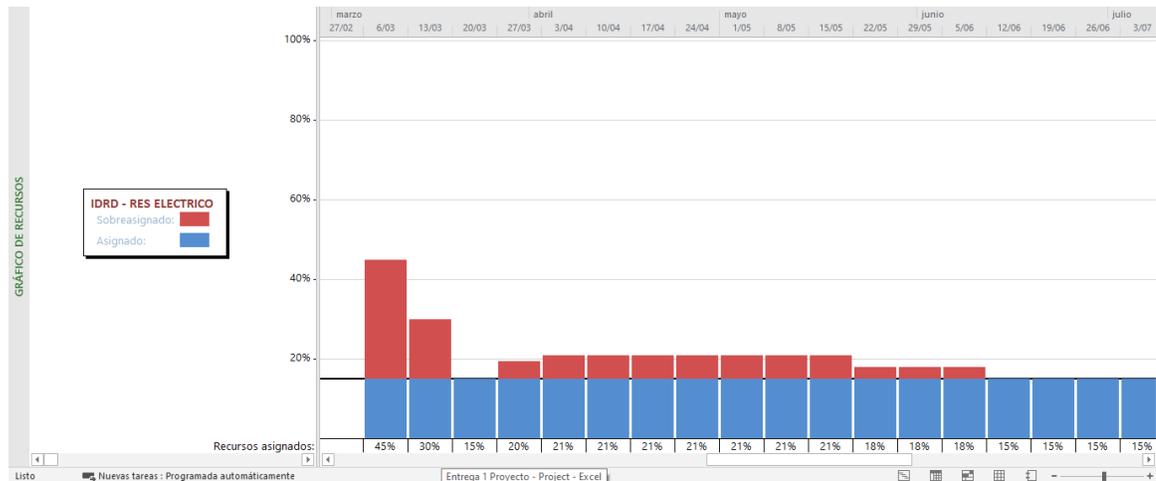


Figura 16. Dedicación inicial residente eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

Se determina que la mínima dedicación debería ser de cuarenta y cinco por ciento (45%), el resultado posterior fue:

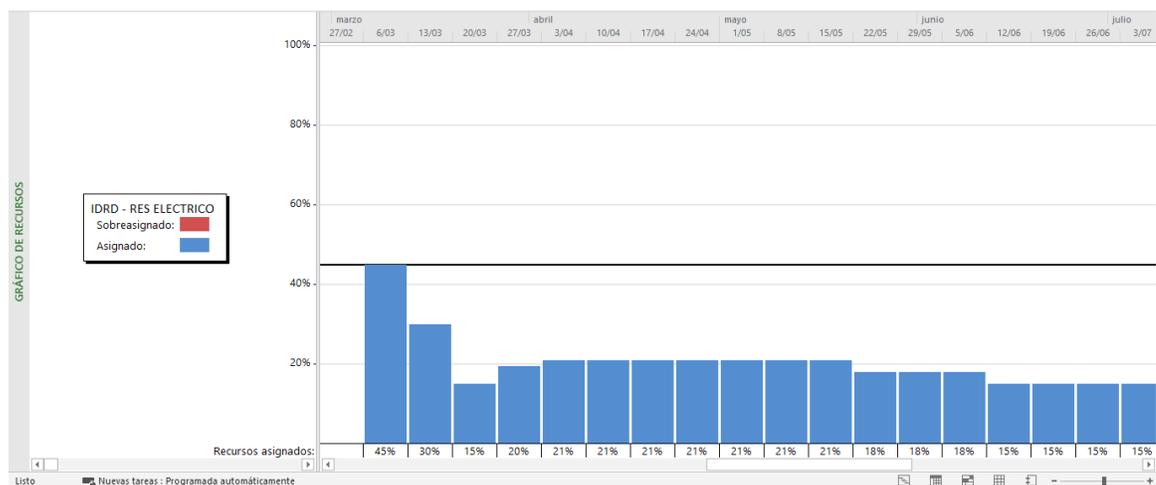


Figura 17. Dedicación ajustada residente eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

De esta misma forma se procede a asignar la dedicación mínima a cada uno de los recursos antes mencionados.

El recurso IDR – ABOGADO, en las primera dos actividades en la que está asignado, se presenta una sobreasignación pues se asignaron dos actividades paralelas para su ejecución; una de las actividades fue reprogramada, para dejarlas con una relación fin-comienzo lo que permite retirar la sobreasignación. Esta acción no modifica el tiempo total el proyecto pues no hacer parte de la ruta crítica y la holgura que tienen permite hacerlo. Seguidamente este recurso, IDR – ABOGADO, participa en la actividad de elaboración de pliegos para la selección de proveedor; lo que presenta una sobreasignación, para retirar esta condición, se reestructura esta actividad y con la esta acción la asignación de recursos; se divide la actividad en un pliego de condiciones técnico y en un pliego de condiciones legal y jurídico en el que participa el recurso en cuestión, cabe aclarar que el pliego técnico queda bajo responsabilidad del ingeniero responsable del proyecto. Con esta acción no hay impacto en tiempo dentro del proyecto y se logra una reducción de costos al no tener en cuenta al abogado en la realización de los pliegos técnicos del proyecto.

Para el recurso OFICIAL CIVIL 1 y AUXILIAR CIVIL 1, se procede de manera similar al caso del recurso AMBIENTAL; es decir, se asigna un nuevo recurso para cada cargo (OFICIAL CIVIL 2 y AUXILIAR CIVIL 2); de esta manera se retira la sobreasignación y no hay impactos en tiempo para el proyecto; ni impacto económico pues es personal que se reubica prontamente en otros proyectos por el subcontratista.

Para el recurso TÉCNICO ELÉCTRICO 1 y AUXILIAR ELÉCTRICO 1, hacia el final del proyecto tienen una sobreasignación, se evidencian dos alternativas, la primera proceder a reprogramar una actividad (116) y con esta acción se elimina la sobreasignación; pero se impacta el cronograma en 2 días pues es una actividad de la ruta crítica; y la segunda es realizar la asignación de la actividad a otro recurso. Se opta por la

segunda alternativa y se asigna otros recursos para la actividad, logran así mantener el tiempo total de proyecto; y manteniendo el costo del proyecto.

El recurso AMBIENTAL, aunque durante gran parte del proyecto es suficiente esté recursos; en algunas actividades puntuales se requiere asignar un segundo recurso; se procede a crear el recurso AMBIENTAL 2, el cual tiene una dedicación total y es asignado únicamente a las actividades que no pueden ser cubiertas por el recurso inicial, de esta manera se retira la sobreasignación presentada. Con esta acción se logra mantener el tiempo estimado del proyecto. En las actividades asignadas donde entra este recurso se tiene un incremento de los costos por la actividad, pues al ser dedicada solamente a la actividad se deben cubrir los costos totales ya que se considera que el subcontratista lo contrata por actividad exclusiva y no es muy viable reubicarlo.

Una vez aplicadas estas acciones y revisada la asignación de los recursos y se obtiene:

Tabla 16. Asignación de recursos ajustada.

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Usó	Acumular	Calendario base
IDRD - RES ELÉCTRICO	Trabajo	RES ELE	IDRD	45%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - RES ESTRUCTURA	Trabajo	RES EST	IDRD	45%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - ING. ESTRUCTURA	Trabajo	ING EST	IDRD	30%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - RES CIVIL	Trabajo	RES CIV	IDRD	45%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - JEFE GEOTECNIA	Trabajo	JF. GEO	IDRD	100%	\$ 15.713/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - OFICIAL GEOTECNIA	Trabajo	OF. GEO	IDRD	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - AUXILIAR GEOTECNIA	Trabajo	AU. GEO	IDRD	100%	\$ 9.428/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - TOPÓGRAFO	Trabajo	TPO	IDRD	100%	\$ 15.713/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - CADENERO	Trabajo	CAD	IDRD	100%	\$ 9.428/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - LAB. GEOTECNIA	Trabajo	LAB	IDRD	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia
IDRD - ABOGADO	Trabajo	ABG	IDRD	15%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrato	Estándar - Colombia

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Usó	Acumular	Calendario base
IDRD - RES ARQUITECTURA	Trabajo	RES ARQ	IDRD	45%	\$ 27.498/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - ING. COSTOS	Trabajo	ING COS	IDRD	25%	\$ 19.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - SST	Trabajo	SST	IDRD	45%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
IDRD - CONTRATACIONES	Trabajo	CONT	IDRD	20%	\$ 39.283/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
DIR INTERVENTORÍA	Trabajo	I. DIR INT	INTER	60%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - RES ELÉCTRICO	Trabajo	I. RES ELE	INTER	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - RES ESTRUCTURA	Trabajo	I. RES EST	INTER	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - RES CIVIL	Trabajo	I. RES CIV	INTER	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
INTER - SST	Trabajo	I. SST	INTER	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
DIR OBRA	Trabajo	C. DIR OBR	CONT	60%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA -SST	Trabajo	C. SST	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA - RES ELÉCTRICO	Trabajo	C. RES ELE	CONT	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 1	Trabajo	C. TE ELE1	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 1	Trabajo	C. AU ELE1	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 2	Trabajo	C. TE ELE2	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 2	Trabajo	C. AU ELE2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 3	Trabajo	C. TE ELE3	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 3	Trabajo	C. AU ELE3	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO ELÉCTRICO 4	Trabajo	C. TE ELE4	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR ELÉCTRICO 4	Trabajo	C. AU ELE4	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
CERTIFICADOR RETIE	Trabajo	C. RETIE	CONT	100%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
CERTIFICADOR ENEL	Trabajo	C. ENEL	CONT	100%	\$ 31.427/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
OBRA -RES ESTRUCTURA	Trabajo	C. RES EST	CONT	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO MECÁNICO 1	Trabajo	C. TE MEC1	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR MECÁNICO 1	Trabajo	C. AU MEC1	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO MECÁNICO 2	Trabajo	C. TE MEC2	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
AUXILIAR MECÁNICO 2	Trabajo	C. AU MEC2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia
TÉCNICO MECÁNICO 3	Trabajo	C. TE MEC3	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorrateo	Estándar - Colombia

Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Usó	Acumular	Calendario base
AUXILIAR MECÁNICO 3	Trabajo	C. AU MEC3	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
OBRA -RES CIVIL	Trabajo	C. RES CIV	CONT	100%	\$ 23.570/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 1	Trabajo	C. OF CIV1	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 1	Trabajo	C. AU CIV1	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 2	Trabajo	C. OF CIV2	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 2	Trabajo	C. AU CIV2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 3	Trabajo	C. OF CIV3	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 3	Trabajo	C. AU CIV3	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
OFICIAL CIVIL 4	Trabajo	C. OF CIV4	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AUXILIAR CIVIL 4	Trabajo	C. AU CIV4	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AMBIENTAL	Trabajo	AMB	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AMBIENTAL 2	Trabajo	AMB2	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
OFICIAL METALISTERÍA 1	Trabajo	C. OF MET	CONT	100%	\$ 11.785/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia
AUXILIAR METALISTERÍA 1	Trabajo	C. AU MET	CONT	100%	\$ 8.642/hora	\$ 0/hora	\$ 0	Prorratio	Estándar - Colombia

Fuente: Elaboración propia.

12. Gestión de costos del proyecto

12.1 Plan de gestión de costos del proyecto

Una vez establecido el cronograma del proyecto y optimizado los recursos se realiza la estimación de costos del proyecto, se realizan las consultas respectivas a los expertos en las diferentes especialidades que involucra el proyecto como expertos en paneles solares, expertos eléctricos, civiles y estructurales para así determinar valores de mercado. Con estos datos se realiza una estimación ascendente tomando como base las actividades de cada paquete de trabajo de la EDT del proyecto; para así establecer costos por actividad, por paquete de trabajo y por cuenta de control, para llegar finalmente a la estimación del

costo total del proyecto. Dentro de esta estimación se establece también la reserva de contingencia y la reserva de gestión.

12.2 Estimación de costos en MS Project®

Usando la herramienta informática, se obtiene:

Tabla 17. Estimación de costos de tareas en MS Project

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL PARQUE ZONAL SAN ANDRÉS	386 días	mar 1/06/21	sáb 24/09/22	\$ 398.158.863
Inicio	0 días	mar 1/06/21	mar 1/06/21	\$ 0
Estudio de radiación solar	22 días	mar 1/06/21	mar 29/06/21	\$ 2.588.412
Instalación de pirómetros	10 días	mar 1/06/21	mar 15/06/21	\$ 2.129.617
Procesamiento de datos solar	8 días	mar 15/06/21	jue 24/06/21	\$ 299.197
Informe final de estudio solar	4 días	jue 24/06/21	mar 29/06/21	\$ 159.598
Levantamiento topográfico	10 días	mar 1/06/21	mar 15/06/21	\$ 2.560.447
Mediciones locales	3 días	mar 1/06/21	jue 3/06/21	\$ 1.316.161
Procesamiento de datos topográfico	4 días	jue 3/06/21	mié 9/06/21	\$ 746.734
Informe final levantamiento topográfico	3 días	jue 10/06/21	mar 15/06/21	\$ 497.551
Estudio de suelos	10 días	mar 1/06/21	mar 15/06/21	\$ 3.001.748
Toma de muestras	3 días	mar 1/06/21	jue 3/06/21	\$ 1.073.543
Procesamiento de muestras	5 días	jue 3/06/21	jue 10/06/21	\$ 1.579.838
Informe final de estudio de suelos	2 días	jue 10/06/21	mar 15/06/21	\$ 348.367
Estudio legal y normativo	22 días	mar 1/06/21	mar 29/06/21	\$ 702.339
Consulta fuentes primarias	9 días	mar 1/06/21	vie 11/06/21	\$ 280.502
Consulta fuentes secundarias	9 días	vie 11/06/21	jue 24/06/21	\$ 280.502
Informe final de estudio legal y normativo	4 días	jue 24/06/21	mar 29/06/21	\$ 141.334
Diseño eléctrico	18 días	mar 29/06/21	jue 22/07/21	\$ 1.162.389
Planos	11 días	mar 29/06/21	mar 13/07/21	\$ 601.396
Cuadro de cargas	3 días	mar 29/06/21	vie 2/07/21	\$ 382.199
Redes existentes y nuevas	5 días	vie 2/07/21	vie 9/07/21	\$ 136.998
Diagramas unifilares	3 días	vie 9/07/21	mar 13/07/21	\$ 82.199
Especificaciones	8 días	vie 2/07/21	mar 13/07/21	\$ 294.196
Capítulo preliminares y generalidades eléctricas	4 días	vie 2/07/21	jue 8/07/21	\$ 184.598
Capítulo paneles, regulador, inversor, materiales cableados y canalizaciones	4 días	jue 8/07/21	mar 13/07/21	\$ 109.598
Presupuesto	7 días	mar 13/07/21	jue 22/07/21	\$ 266.797
Presupuesto estimado eléctrico	5 días	mar 13/07/21	lun 19/07/21	\$ 211.998
Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetrías eléctricas	2 días	lun 19/07/21	jue 22/07/21	\$ 54.799
Diseño cimentación	25 días	mar 15/06/21	jue 15/07/21	\$ 3.188.564
Planos	15 días	mar 15/06/21	vie 2/07/21	\$ 1.682.982
Planimetría general cimentación	5 días	mar 15/06/21	lun 21/06/21	\$ 860.994
Diagrama de hierros y anclajes	5 días	lun 21/06/21	sáb 26/06/21	\$ 410.994
Planos de detalle de cimentación	5 días	sáb 26/06/21	vie 2/07/21	\$ 410.994
Especificaciones	12 días	lun 21/06/21	mar 6/07/21	\$ 1.211.386
Capítulo preliminares y generalidades cimentación	6 días	lun 21/06/21	lun 28/06/21	\$ 718.193
Capítulo materiales, diseño de concretos, pilotajes y excavaciones	6 días	lun 28/06/21	mar 6/07/21	\$ 493.193
Presupuesto	8 días	mar 6/07/21	jue 15/07/21	\$ 294.197
Presupuesto estimado cimentación	6 días	mar 6/07/21	mar 13/07/21	\$ 239.398

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetría cimentación	2 días	mar 13/07/21	jue 15/07/21	\$ 54.799
Diseño estructural	24 días	vie 2/07/21	lun 2/08/21	\$ 1.867.580
Planos	15 días	vie 2/07/21	jue 22/07/21	\$ 1.196.988
Estructura general estructura	5 días	vie 2/07/21	vie 9/07/21	\$ 648.996
Diagrama de conexiones y soldaduras	5 días	vie 9/07/21	jue 15/07/21	\$ 273.996
Planos de detalle de instalación	5 días	jue 15/07/21	jue 22/07/21	\$ 273.996
Especificaciones	12 días	vie 9/07/21	sáb 24/07/21	\$ 403.795
Capítulo preliminares y generalidades estructura	6 días	vie 9/07/21	vie 16/07/21	\$ 239.398
Capítulo materiales y cálculos de resistencia	6 días	vie 16/07/21	sáb 24/07/21	\$ 164.398
Presupuesto	7 días	sáb 24/07/21	lun 2/08/21	\$ 266.797
Presupuesto estimado estructura	5 días	sáb 24/07/21	vie 30/07/21	\$ 211.998
Formato de cantidades para licitación, con especificaciones y planimetría estructura	2 días	vie 30/07/21	lun 2/08/21	\$ 54.799
Planos arquitectónicos	22 días	lun 2/08/21	lun 30/08/21	\$ 1.890.023
Revisión y coordinación general de especificaciones y cantidades para licitación unificación de documentos	16 días	lun 2/08/21	lun 23/08/21	\$ 1.422.290
Presupuestos general y formato de cantidades general para licitación unificación de documentos	6 días	lun 23/08/21	lun 30/08/21	\$ 467.734
Selección de proveedores	40 días	lun 30/08/21	vie 15/10/21	\$ 2.070.052
Búsqueda de proveedores	20 días	lun 30/08/21	mié 22/09/21	\$ 622.992
Cotizaciones de proveedores	5 días	lun 30/08/21	sáb 4/09/21	\$ 211.998
Estudio y comparativo de ofertas de proveedores	11 días	sáb 4/09/21	vie 17/09/21	\$ 301.396
Determinación de costos de mercado y preseleccionados	4 días	vie 17/09/21	mié 22/09/21	\$ 109.598
Pliegos de condiciones	20 días	mié 22/09/21	vie 15/10/21	\$ 1.447.060
Elaborar pliego de condiciones contractuales legal y jurídico	20 días	mié 22/09/21	vie 15/10/21	\$ 1.145.664
Elaborar pliego de condiciones técnicas y económicas	11 días	mié 22/09/21	mar 5/10/21	\$ 301.396
Contratación de proveedores	61 días	vie 15/10/21	lun 3/01/22	\$ 5.112.521
Invitación a licitar	4 días	vie 15/10/21	vie 22/10/21	\$ 394.663
Envío de invitaciones a preseleccionados	2 días	vie 15/10/21	mié 20/10/21	\$ 148.066
Visita y reunión de presentación del proceso	2 días	mié 20/10/21	vie 22/10/21	\$ 246.598
Selección proveedores	57 días	vie 22/10/21	lun 3/01/22	\$ 4.717.858
Recepción de ofertas	22 días	vie 22/10/21	vie 19/11/21	\$ 1.178.722
Análisis de ofertas en experiencia, jurídico, técnico, económico y legal.	20 días	vie 19/11/21	mar 14/12/21	\$ 2.648.640
Selección del proveedor y legalización de contrato	15 días	mar 14/12/21	lun 3/01/22	\$ 890.496
Preliminares	17 días	lun 3/01/22	lun 24/01/22	\$ 30.612.603
Localización y replanteo	17 días	lun 3/01/22	lun 24/01/22	\$ 11.287.977
Verificación de planimetrías de licitación	7 días	lun 3/01/22	mié 12/01/22	\$ 6.462.517
Informe de cambios y hallazgos	5 días	mié 12/01/22	mar 18/01/22	\$ 2.412.730
Legalización de cambios y hallazgos	5 días	mar 18/01/22	lun 24/01/22	\$ 2.412.730
Campamento	8 días	lun 3/01/22	jue 13/01/22	\$ 19.324.626
Ubicación de contenedores oficinas, almacén y personal	3 días	lun 3/01/22	jue 6/01/22	\$ 7.634.598
Ubicación de baños y servicios temporales	3 días	lun 3/01/22	jue 6/01/22	\$ 7.634.598
Conexión de servicios (energía, agua, internet, etc.)	5 días	jue 6/01/22	jue 13/01/22	\$ 4.055.430
Obra civil	57 días	lun 24/01/22	vie 1/04/22	\$ 53.202.609
Construcción de cimentación	43 días	lun 24/01/22	mar 15/03/22	\$ 25.644.823
Cimbrar ubicaciones cimentación	5 días	lun 24/01/22	sáb 29/01/22	\$ 494.233
Excavación cimentación	13 días	sáb 29/01/22	lun 14/02/22	\$ 4.899.162
Armado e instalación de hierros cimentación	9 días	lun 14/02/22	jue 24/02/22	\$ 10.881.807
Vaciado de concreto, cimentación	16 días	jue 24/02/22	mar 15/03/22	\$ 9.369.621
Caseta eléctrica de control	57 días	lun 24/01/22	vie 1/04/22	\$ 27.557.786
Cimbrar ubicaciones caseta	2 días	lun 24/01/22	mié 26/01/22	\$ 209.593
Excavación caseta	5 días	mié 26/01/22	mar 1/02/22	\$ 1.701.948
Armado e instalación de hierros caseta	5 días	mar 1/02/22	lun 7/02/22	\$ 3.367.948
Vaciado de concreto, caseta	16 días	lun 7/02/22	vie 25/02/22	\$ 6.731.435
Construcción columnas y muros	16 días	vie 25/02/22	mié 16/03/22	\$ 5.541.435
Carpintería metálica	9 días	mié 16/03/22	mar 29/03/22	\$ 5.583.187

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
Acabados	4 días	mar 29/03/22	vie 1/04/22	\$ 4.422.239
Instalación de estructura	67 días	lun 24/01/22	sáb 16/04/22	\$ 81.005.318
Fabricación en planta	40 días	lun 24/01/22	vie 11/03/22	\$ 51.017.520
Trasiego y ubicación en sitio	5 días	vie 11/03/22	jue 17/03/22	\$ 6.977.250
Izaje y ensamble general	22 días	jue 17/03/22	sáb 16/04/22	\$ 23.010.548
Obra eléctrica	50 días	sáb 16/04/22	mié 15/06/22	\$ 172.382.914
Montaje de paneles solares	22 días	sáb 16/04/22	jue 12/05/22	\$ 73.891.188
Izaje sobre estructura y fijación	19 días	sáb 16/04/22	lun 9/05/22	\$ 69.382.986
Interconexión de cableados	3 días	lun 9/05/22	jue 12/05/22	\$ 4.508.202
Montaje de sistema de regulación, control y almacenamiento	4 días	jue 12/05/22	mar 17/05/22	\$ 25.915.884
Instalación de inversor	2 días	jue 12/05/22	sáb 14/05/22	\$ 20.649.416
Instalación de tableros eléctricos	2 días	sáb 14/05/22	mar 17/05/22	\$ 5.266.468
Construcción de acometidas eléctricas	24 días	mar 17/05/22	mié 15/06/22	\$ 72.575.842
Tendidos de canalización	11 días	mar 17/05/22	mar 31/05/22	\$ 34.740.048
Tendidos de cableados	11 días	mar 31/05/22	mar 14/06/22	\$ 35.305.254
Conexión en componentes	2 días	mar 14/06/22	mié 15/06/22	\$ 2.530.540
Puesta en funcionamiento	80 días	jue 16/06/22	sáb 24/09/22	\$ 36.811.345
Arranque y pruebas	9 días	jue 16/06/22	mié 29/06/22	\$ 11.104.850
Pruebas de cableados	2 días	jue 16/06/22	vie 17/06/22	\$ 1.659.260
Pruebas de carga en vacío	4 días	jue 16/06/22	mié 22/06/22	\$ 3.318.520
Pruebas de cargas conexión a redes existentes	5 días	mié 22/06/22	mié 29/06/22	\$ 6.127.070
Certificación de normativas	32 días	mié 29/06/22	lun 8/08/22	\$ 4.024.793
Certificación RETIE	16 días	mié 29/06/22	mar 19/07/22	\$ 2.533.050
Visita de Enel	16 días	mar 19/07/22	lun 8/08/22	\$ 1.491.743
Capacitación y entrega de manuales de operación y mantenimiento	39 días	lun 8/08/22	sáb 24/09/22	\$ 21.681.702
Entrega de manual de operación	2 días	lun 8/08/22	mié 10/08/22	\$ 1.875.292
Reunión de capacitación a encargados mantenimiento	3 días	mié 10/08/22	sáb 13/08/22	\$ 2.287.938
Retiro de campamento y baños	4 días	mar 16/08/22	vie 19/08/22	\$ 3.683.864
Entrega general de proyecto (liquidación, actas, pólizas, dossier)	8 días	vie 19/08/22	mar 30/08/22	\$ 4.834.608
Reserva de Contingencia \$	1 día	mar 30/08/22	mié 31/08/22	\$ 9.000.000
Reserva de Contingencia Tiempo	21 días	mié 31/08/22	sáb 24/09/22	\$ 0
Fin	0 días	sáb 24/09/22	sáb 24/09/22	\$ 0

Fuente: Elaboración propia.

12.3 Estimación ascendente y determinación del presupuesto

Usando la herramienta informática Excel®, se obtienen los siguientes valores de estimación:

Tabla 18. Determinación del presupuesto del proyecto.

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	ID Actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
		2,1,1	\$ 2.129.617		
	2,1	2,1,2	\$ 299.197	\$ 2.588.412,20	
2		2,1,3	\$ 159.598		\$ 8.852.945,80
		2,2,1	\$ 1.316.161		
	2,2	2,2,2	\$ 746.734	\$ 2.560.446,20	

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARQUE SAN ANDRÉS

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	ID Actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
		2,2,3	\$ 497.551		
		2,3,1	\$ 1.073.543		
	2,3	2,3,2	\$ 1.579.838	\$ 3.001.748,20	
		2,3,3	\$ 348.367		
		2,4,1	\$ 280.502		
	2,4	2,4,2	\$ 280.502	\$ 702.339,20	
		2,4,3	\$ 141.334		
		3,1,1,1	\$ 382.199		
	3,1,1	3,1,1,2	\$ 136.998	\$ 601.395,60	
		3,1,1,3	\$82.199		
		3,1,2,1	\$ 184.598		
	3,1,2	3,1,2,2	\$ 109.598	\$ 294.196,80	
		3,1,3,1	\$ 211.998		
	3,1,3	3,1,3,2	\$54.799	\$ 266.797,20	
		3,2,1,1	\$ 860.994		
	3,2,1	3,2,1,2	\$ 410.994	\$ 1.682.982,00	
		3,2,1,4	\$ 410.994		
		3,2,2,1	\$ 718.193		
3	3,2,2	3,2,2,2	\$ 493.193	\$ 1.211.385,60	\$ 8.108.557,60
		3,2,3,1	\$ 239.398		
	3,2,3	3,2,3,2	\$54.799	\$ 294.196,80	
		3,3,1,1	\$ 648.996		
	3,3,1	3,3,1,2	\$ 273.996	\$ 1.196.988,00	
		3,3,1,3	\$ 273.996		
		3,3,2,1	\$ 239.398		
	3,3,2	3,3,2,2	\$ 164.398	\$ 403.795,20	
		3,3,3,1	\$ 211.998		
	3,3,3	3,3,3,2	\$54.799	\$ 266.797,20	
		3,4,1	\$ 1.422.290		
	3,4	3,4,2	\$ 467.734	\$ 1.890.023,20	
		4,1,1,1	\$ 211.998		
	4,1,1	4,1,1,2	\$ 301.396	\$ 622.992,00	
		4,1,1,3	\$ 109.598		
		4,1,2,1	\$ 1.145.664		
	4,1,2	4,1,2,2	\$ 301.396	\$ 1.447.059,60	
4		4,2,1,1	\$ 148.066		\$ 7.182.572,40
	4,2,1	4,2,1,2	\$ 246.598	\$ 394.663,20	
		4,2,2,1	\$ 1.178.722		
	4,2,2	4,2,2,2	\$ 2.648.640	\$ 4.717.857,60	
		4,2,2,3	\$ 890.496		
5	5,1,1	5,1,1,1	\$ 6.462.517	\$ 11.287.977,00	\$ 365.014.787,16

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	ID Actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
		5,1,1,2	\$ 2.412.730		
		5,1,1,3	\$ 2.412.730		
		5,1,2,1	\$ 7.634.598		
5,1,2		5,1,2,3	\$ 7.634.598	\$ 19.324.626,00	
		5,1,2,4	\$ 4.055.430		
		5,2,1,1	\$ 494.234		
5,2,1		5,2,1,2	\$ 4.899.162	\$ 25.644.823,64	
		5,2,1,3	\$10.881.807		
		5,2,1,4	\$ 9.369.620		
		5,2,2,1	\$ 209.594		
		5,2,2,2	\$ 1.701.948		
		5,2,2,3	\$ 3.367.948		
5,2,2		5,2,2,4	\$ 6.731.435	\$ 27.557.786,08	
		5,2,2,5	\$ 5.541.435		
		5,2,2,6	\$ 5.583.187		
		5,2,2,7	\$ 4.422.239		
		5,3,1	\$51.017.520		
5,3		5,3,2	\$ 6.977.250	\$ 81.005.318,00	
		5,3,3	\$23.010.548		
		5,4,1,1	\$69.382.986		
5,4,1		5,4,1,2	\$ 4.508.202	\$ 73.891.188,00	
		5,4,2,3	\$20.649.414		
5,4,2		5,4,2,4	\$ 5.266.468	\$ 25.915.882,44	
		5,4,3,1	\$34.740.048		
5,4,3		5,4,3,2	\$35.305.254	\$ 72.575.842,00	
		5,4,3,3	\$ 2.530.540		
		5,5,1,1	\$ 1.659.260		
5,5,1		5,5,1,2	\$ 3.318.520	\$ 11.104.850,00	
		5,5,1,3	\$ 6.127.070		
		5,5,2,1	\$ 2.479.372		
5,5,2		5,5,2,2	\$ 1.545.420	\$ 4.024.792,00	
		5,5,3,1	\$ 1.875.292		
		5,5,3,2	\$ 2.287.938		
5,5,3		5,5,3,3	\$ 3.683.864	\$ 12.681.702,00	
		5,5,3,4	\$ 4.834.608		
				Sumatoria de cuentas de control	\$ 389.158.862,96
				Reserva de contingencia	\$ 9.000.000,00
				Línea base de costos	\$ 398.158.862,96
				Reserva de gestión	\$ 7.963.177,26
				Presupuesto	\$ 406.122.040,22

Fuente: Elaboración propia.

13. Gestión de recursos del proyecto

13.1 Plan de Gestión de los Recursos

13.1.1 Generalidades.

La implementación de un sistema fotovoltaico de generación y su conexión a la red eléctrica existente del parque zonal San Andrés, necesita tanto de recursos físicos, como son los equipos tecnológicos de generación y regulación, el cableado de conexión entre equipos y el sistema existente, los materiales para la estructura del soporte, el campamento de obra para almacenar materiales y alojar los servicios básicos para el personal, entre otros, como de recursos humanos, como son el personal técnico y de supervisión de la obra, por lo cual se hace necesario desarrollar un plan de gestión de estos recursos para definir cómo estimarlos, adquirirlos, gestionarlos y utilizarlos en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto

13.1.1.1 Visión.

El plan de recursos logra adquirir y gestionar los recursos necesarios en el proyecto para poder diseñar y construir un sistema de generación eléctrica renovable con paneles solares fotovoltaicos para el parque zonal San Andrés en la localidad de Engativá, Bogotá D.C.

13.1.1.2 Requerimientos.

El plan de gestión de recursos se enmarca en la necesidad de los siguientes aspectos:

1. La obtención e interpretación de los estudios preliminares, en concreto, el estudio de radiación solar sobre el parqueadero del parque, el estudio de suelos donde se erguirán las distintas estructuras inherentes a la implementación del proyecto, el levantamiento topográfico del terreno a intervenir y finalmente el estudio legal y normativo relacionado con la implementación de estas soluciones energéticas y la intervención de terreno público. Para lo anterior se requiere de profesionales especializados en cada tema.
2. La creación de los diseños del proyecto por parte de ingenieros profesionales especializados en los campos de diseño eléctrico, diseño de cimentación y diseño estructural, estos conformados por planos, especificaciones técnicas y presupuesto de cada uno, para finalmente consolidarse e interpretarse en los planos arquitectónicos desarrollados por parte de arquitectos especializados en el tema.
3. La selección y contratación de proveedores que puedan consolidar la solución conforme a las especificaciones generales resultantes de los estudios y diseños que se detallan en el pliego de condiciones, para lo cual se requerirá la participación del equipo del proyecto y personal del IDRD enfocado en la contratación.
4. Finalmente, la construcción de la solución propuesta junto con su puesta en funcionamiento y capacitación de uso y mantenimiento, para lo cual será necesario la gestión sobre los distintos materiales y recursos físicos para las anteriores actividades descritas, así como el personal contratado anteriormente para la construcción, también profesionales que supervisen el desarrollo de la obra, profesionales que certifiquen la instalación bajo las normativas que apliquen y finalmente el equipo del proyecto para realizar las pruebas finales y la entrega de obra junto con las capacitaciones requeridas

13.1.1.3 Beneficios esperados.

De acuerdo con los requerimientos descritos, los beneficios del plan de gestión de los recursos inician con la definición de los roles y responsabilidades de los miembros del equipo y del personal contratado, así también de las relaciones de comunicación entre ellos enfocados en cada paquete de trabajo del proyecto; además se describirá como estimar, adquirir gestionar y controlar los recursos físicos y servicios necesarios para el diseño e implementación de la solución tecnológica.

13.1.1.4 Estrategia.

El plan de gestión de recursos del proyecto se desarrollará en base a la metodología JIT (*Just In Time*) para tener listos los recursos que se necesitan, en las cantidades requeridas y de manera oportuna, aplicado no solamente en los materiales concernientes a la obra, sino también al recurso humano relacionado a los distintos entregables.

13.1.2 Objetivo.

Identificar roles y responsabilidades del equipo humano, y asignar y determinar la utilidad de los recursos físicos, para el adecuado desarrollo del proyecto.

13.1.3 Alcance del plan.

El plan de recursos del proyecto determina y describe los perfiles (formación académica, experticia y habilidades), las actividades, las obligaciones y el plazo de entrega de productos asignados al equipo de talento humano, incluyendo su rol y participación dentro del plan de las comunicaciones del proyecto.

Igualmente incluye las especificaciones técnicas de los equipos, suministro de materiales y servicios, así como los productos esperados mediante su empleo y utilización.

13.1.3.1 Entregas.

1. Guía para la contratación de recursos humanos para la ejecución del proyecto.
2. Guía para la adquisición de recursos físicos y metodología para monitorear su disponibilidad.

13.1.3.2 Medidas.

1. El área encargada de las compras y contratación, en un plazo no mayor a un (1) mes, y sin superar el presupuesto asignado al proyecto, deberá convocar, evaluar y contratar el personal que cumpla con el perfil del cargo, en tanto formación académica, experiencia profesional, habilidades en el manejo de herramientas tecnológicas y equipo, capacidad de trabajo en equipo interdisciplinario, y disponibilidad y uso de herramientas de comunicación en horas laborales de la zona horaria de Colombia, así:
 - 1.1. Director de proyecto: Profesional de la Ingeniería con 10 años de experiencia general y 5 años de específica en dirección o coordinación de proyectos de ingeniería. Manejo de herramientas tecnológicas Office, AutoCAD y Project. Que cuente con equipos de cómputo debidamente licenciados y conectividad a internet para el desarrollo del trabajo en casa de manera parcial.
 - 1.2. Ingeniero Mecánico: Profesional de la ingeniería mecánica con 5 años de experiencia general y 3 años de específica en diseño y montaje de estructura metálica. Manejo de herramientas tecnológicas Office, AutoCAD y Project.

Que cuente con equipos de cómputo debidamente licenciados y conectividad a internet para el desarrollo del trabajo en casa de manera parcial.

- 1.3. Ingeniero Electricista: Profesional de la ingeniería electricista con 5 años de experiencia general y 3 años de específica en diseño y montaje de estructuras de generación de energía fotovoltaica. Manejo de herramientas tecnológicas Office, AutoCAD y Project. Que cuente con equipos de cómputo debidamente licenciados y conectividad a internet para el desarrollo del trabajo en casa de manera parcial.
- 1.4. Ingeniero Civil: Profesional de la ingeniería civil con 5 años de experiencia general y 3 años de específica en diseño y construcción de estructuras de cimentación de edificaciones. Manejo de herramientas tecnológicas Office, AutoCAD y Project. Que cuente con equipos de cómputo debidamente licenciados y conectividad a internet para el desarrollo del trabajo en casa de manera parcial.
- 1.5. Arquitecto: Profesional de la arquitectura con 5 años de experiencia general y 3 años de específica en diseño arquitectónico de edificaciones y gestión y trámite de licencias de construcción. Manejo de herramientas tecnológicas Office, AutoCAD y Project. Que cuente con equipos de cómputo debidamente licenciados y conectividad a internet para el desarrollo del trabajo en casa de manera parcial.
- 1.6. Ingeniero Auxiliar: Profesional de la Ingeniería con 1 año de experiencia general. Manejo de herramientas tecnológicas Office, AutoCAD y Project. Que cuente con equipos de cómputo debidamente licenciados y conectividad a internet para el desarrollo del trabajo en casa de manera parcial.
- 1.7. En caso de la desvinculación de algún miembro del equipo, el área encargada de las compras y contratación, en un plazo no mayor a quince (15) días calendario, y sin superar el presupuesto asignado al proyecto, deberá convocar, evaluar y contratar el personal que cumpla con el perfil del cargo, siguiendo las especificaciones anteriores.

2. Luego de realizar las contrataciones anteriores, desde la dirección del proyecto se medirá la disponibilidad de los profesionales seleccionados para la ejecución de las actividades relacionadas con los entregables del proyecto en su fase de ejecución.

3. Previo al inicio de la etapa de construcción del proyecto, y con una duración no mayor a un (1) mes, el área encargada de las compras y contratación, deberá convocar, evaluar y contratar el suministro de equipos, materiales y servicios en las cantidades y especificaciones que se indiquen en los presupuestos y sus respectivos análisis de precios unitarios, resultantes de la etapa de diseño.

13.1.3.3 Exclusiones.

El plan de gestión de los recursos no contempla lo siguiente:

1. Directrices de ingreso al IDRDR de personal nuevo a desempeñarse en la operación y mantenimiento de la infraestructura a instalar.
2. Planes de medición del desempeño de personal nuevo al IDRDR a desempeñarse en la operación y mantenimiento de la infraestructura a instalar.
3. Reposición de elementos y equipos que se deterioren por ausencia de maniobras que se indiquen en los manuales de operación y mantenimiento.
4. Adquisición de recursos adicionales a los necesarios para el cumplimiento del alcance del proyecto.
5. Necesidades y planes de capacitaciones para personal no vinculada al proyecto.
6. Los planes subsidiarios de la dirección del proyecto.

13.1.3.4 Restricciones.

1. El personal que desarrollará el proyecto reside en la ciudad de Bogotá D. C., y será vinculado al IDRDR mediante contrato de prestación de servicios, con plazo inferior a un (1) año y dedicación del 100%.
2. Los proveedores de equipos, materiales y servicios están inscritos en la Cámara de Comercio de Bogotá y acreditan certificaciones de calidad de producto y procesos.
3. La confidencialidad del manejo de información se da dentro del equipo de trabajo del proyecto de acuerdo con sus roles y responsabilidades.

13.1.3.5 Supuestos.

1. No se presentarán factores externos que retrasen o impidan la disponibilidad de los recursos físicos o afecten drásticamente las responsabilidades del equipo del proyecto.
2. Las estimaciones de los recursos humanos y físicos para las distintas actividades del proyecto son suficientes para la construcción del sistema.
3. El área seleccionada es suficiente para el almacenamiento y manejo de los recursos físicos, sin afectar el uso normal del parque.
4. Los recursos humanos se encuentran en la ciudad de Bogotá y están disponibles de manera oportuna en función a las necesidades del proyecto.
5. Los recursos humanos se encuentran suficientemente capacitados para lograr las actividades que tendrán bajo su responsabilidad.
6. Actualmente el IDRDR no tiene vinculado personal con el perfil profesional requerido para el desarrollo del proyecto en las etapas de diseño, construcción y puesta en funcionamiento.

Teniendo en cuenta que la totalidad de los parques administrados por el IDRDR no cuentan con generación de energía fotovoltaica, no se tienen lecciones aprendidas para tener en cuenta en el proyecto.

13.1.3.5 Factores de éxito.

Se han definido los siguientes elementos como factores críticos de éxito:

1. La adquisición de los profesionales encargados de los distintos estudios (radiación solar, suelos, legal y normativo) y levantamiento topográfico, en el tiempo requerido para obtener unos resultados oportunos y de calidad.
2. La contratación de los profesionales responsables de los diseños del proyecto, en el tiempo requerido para obtener resultados oportunos y de calidad, teniendo en cuenta la necesidad de consolidación de la planimetría en el diseño arquitectónico.
3. La selección y adjudicación de las empresas proveedoras que participen en la licitación pública, en el tiempo requerido para obtener unos resultados oportunos.
4. La contratación y supervisión de los recursos humanos que implementarán la solución en el tiempo requerido para obtener unos resultados de calidad.
5. La adquisición y control sobre los recursos físicos relacionados a la construcción de la solución para que se encuentren disponibles en el momento oportuno.
6. La correcta identificación de los interesados del proyecto.
7. Dedicación del 100% por parte del personal del equipo del proyecto.
8. Establecimiento de un clima laboral adecuado.

13.1.4 Organigrama.

El organigrama funcional del plan de gestión de los recursos que se presenta en la Figura 18, describe la organización básica del plan de gestión de los Recursos (Equipo).

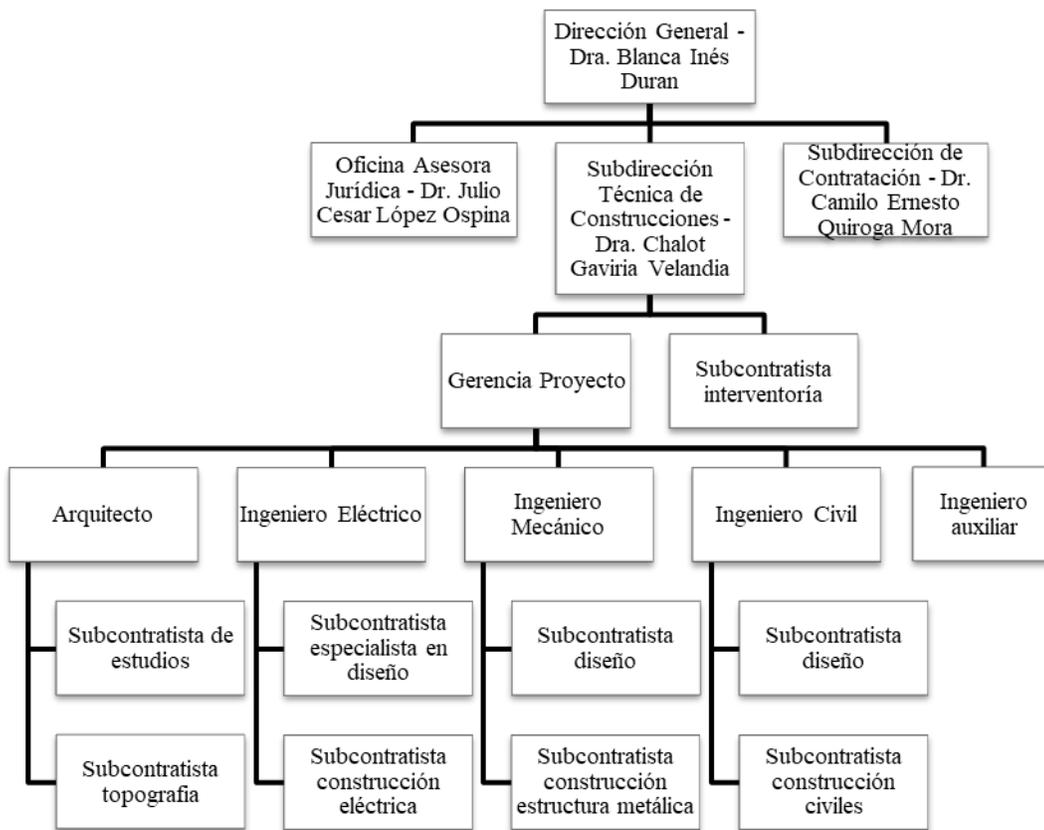


Figura 18. Organigrama funcional del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

13.1.5 Responsabilidades.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto:

1. Patrocinador del proyecto: Dirección General del IDRD en cabeza de la Dra. Blanca Inés Duran. Con un nivel de autoridad total en todo aspecto en el proyecto para aprobar o negar, como respuesta respecto a solicitudes de cambio sobre las líneas base de alcance, costo y cronograma; así mismo en otros aspectos como modificaciones en calidad, acciones para mitigar riesgos, etc. Es responsable de garantizar los recursos económicos con los cuales se podrán adquirir los medios para

la ejecución del proyecto. Es responsable de facilitar la información a la Subdirección Técnica de Construcciones la información requerida en tiempo, calidad y claridad adecuada.

2. Administrador de Patrocinador: Subdirección Técnica de Construcciones, en cabeza de la Dra. Chalot Gaviria Velandia. Como administrador directo del patrocinador tendrá la misma autoridad y responsabilidad del patrocinador; pues es su vocero y medio de comunicación directo con el equipo del proyecto. Adicionalmente deberá participar en la resolución de conflictos que estén fuera del alcance de la Gerencia de Proyecto. Es responsable de aprobar modificaciones en los planes de gestión del proyecto. Es responsable de la aceptación final de la implementación.

3. Oficina apoyo jurídico: Oficina Asesora Jurídica, en cabeza del Dr. Julio Cesar López Ospina. Será la oficina encargada de asesorar directamente al patrocinador y demás miembros de alto nivel respecto a los temas jurídicos en cada fase del proyecto, emitiendo conceptos ante la situación presentada, velando por que el proyecto se realice dentro de los términos de ley y se dé el debido proceso en materia de contratación con transparencia. Cuenta con la autoridad para denunciar e informar libremente al patrocinador los eventos que en su competencia estén fuera de la legalidad.

4. Adquisiciones y Compras: Subdirección de Contratación, en cabeza de la Dr. Camilo Ernesto Quiroga Mora. Responsable de suministrar en tiempo, cantidad y calidad los recursos humanos y materiales requeridos. Respecto a los recursos materiales se debe analizar la información generada en los procesos de diseño; las especificaciones técnicas para evitar que estén viciadas o dirigidas a un proveedor específico, así mismo los presupuestos para que no estén fuera del mercado nacional y así proceder a realizar el proceso de selección de oferentes (diseñadores, fabricantes y constructores) para las diferentes fases del proyecto, garantizando la transparencia en la contratación y seleccionando al proveedor más idóneo para la actividad. Respecto al recurso humano deberá vincularlo en tiempo y acorde a los perfiles y competencias establecidas para el proyecto. Estas selecciones se

desarrollarán aplicando sus procesos internos y el manual de contratación vigente. Cuenta con la autoridad para invitar a oferentes para el diseño y construcción, solo podrá oficializar la selección de cada subcontratista bajo la autorización de la Dirección General o la Subdirección Técnica de Construcciones; igualmente para la selección del recurso humano requerido para los cargos del proyecto.

5. Gerencia Proyecto: Gerente de Proyecto por definir. Responsable ejecutar los procedimientos estándar PMI, es decir, de planificar la gestión de recursos, estimar los recursos de las actividades, adquirir recursos, desarrollar el equipo asignado, dirigir al equipo y controlar los recursos; todos mediante los canales y políticas establecidas por el IDRD. Es responsable de revisar y transmitir la información generada de cada especialidad (especificaciones base de contratación, comparativos técnicos, conceptos y recomendaciones para la contratación) a la Subdirección de Contratación para su procesamiento. Debe emitir su concepto a la Subdirección de Contratación respecto a los perfiles de los candidatos del equipo de trabajo Arquitecto, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero Mecánico e Ingeniero Civil; también debe emitir su concepto respecto a las subcontrataciones de manera neutral. Cabe aclarar que debe cumplir a cabalidad su respectivo manual de funciones, las funciones inherentes a su cargo y especialidad, así como las demás asignaciones que le dé la Subdirección Técnica de Construcciones o su superior directo.

6. Equipo de proyecto: Arquitecto, Ingeniero Electricista, Ingeniero Mecánico e Ingeniero Civil, personas por definir. Inicialmente son responsables, en cada especialidad, de la coordinación inicial de los paquetes de trabajo iniciales, dimensionar el alcance de cada paquete de trabajo, consultar y contactar proveedores, visitar el sitio de implementación, levantamiento de información, etc. Son responsables del acompañamiento y aclaración de dudas a los oferentes para su oferta (mínimo 3 ofertas). Con estas ofertas generar las especificaciones básicas y cuadros comparativos (costo, tiempos de entrega, alcance, experiencia, calidad) para la contratación del subcontratista de estudios preliminares y diseño en cada especialidad. Estas especificaciones serán entregadas a la Gerencia de Proyecto para ser revisadas y enviadas a la Subdirección de Contratación para su procesamiento.

Cuentan con la autoridad para vincular en este proceso a diferentes proveedores posibles. Una vez se cuente con el recurso, es decir, con los subcontratistas de estudios y diseño, serán responsables de la coordinación, seguimiento y control de cada contrato para su cumplimiento (en tiempo, calidad y cantidad requeridos). Serán responsables de entregar formalmente el resultado de estos paquetes de trabajo (estudios y diseño) a la Gerencia del Proyecto para que sea revisada y entregada a la Subdirección de Contratación para procesamiento. Dentro de este procesamiento (proceso contratación) serán responsables de revisar las ofertas en cuanto a los aspectos técnicos y económicos para emitir el concepto respectivo a la Gerencia del Proyecto y a la Subdirección de Contratación, siendo la autoridad para recomendar la oferta más conveniente para el proyecto. Tienen la responsabilidad de guardar absoluta confidencialidad de sus análisis, solo y únicamente serán comentados con la Gerencia del Proyecto y a la Subdirección de Contratación. Una vez se cuente con el recurso, es decir, con los subcontratistas de construcción serán responsables de la coordinación, seguimiento y control de cada contrato para su cumplimiento (en tiempo, calidad y cantidad requeridos), así como de la adecuada y correcta ejecución de los recursos bajo los acuerdos (contrato) establecidos y hacerlos cumplir a cabalidad, enmarcados en el respeto y la legalidad del caso. Cuentan con la autoridad para detener las actividades de la interventoría y subcontratistas si estas están fuera de las restricciones y requerimientos del contrato. Cabe aclarar que deben cumplir a cabalidad sus respectivos manuales de funciones, las funciones inherentes a su cargo y especialidades, así como las demás asignaciones que les de la Gerencia de Proyecto o su superior directo.

7. Equipo de proyecto: Ingeniero auxiliar, persona por definir. Su responsabilidad será brindar el apoyo a los ingenieros y arquitectos del proyecto en las diferentes tareas técnico-administrativas. Cabe aclarar que deben cumplir a cabalidad sus respectivos manuales de funciones, las funciones inherentes a su cargo y especialidades, así como las demás asignaciones que les de la Gerencia de Proyecto o su superior directo. La tabla resumen de roles y responsabilidades se detalla en el Anexo 15. Resumen de roles y responsabilidades.

13.3 Estimación de recursos

13.3.1 Modelo de estimación.

El modelo de estimación seleccionado es el de la estimación ascendente.

La estimación ascendente se realiza partiendo de los recursos del equipo y los recursos físicos al nivel de cada actividad del proyecto, los cuales se suman para consolidar las estimaciones de los paquetes de trabajo, las cuentas de control y el resumen de los niveles del proyecto. (Project Management Institute, Inc., 2017). Por lo tanto, se parte de la estructura mostrada en la EDRR (Figura 19), donde se tipifican los distintos recursos de cada paquete de trabajo, para listar, calcular y consolidar la estimación de los recursos del proyecto.

13.4 Estructura de Desglose de Recursos (EDDR)

La EDRR que se muestra en la Figura 19, que muestra de manera gráfica la lista jerárquica de los recursos necesarios para la ejecución de este proyecto.

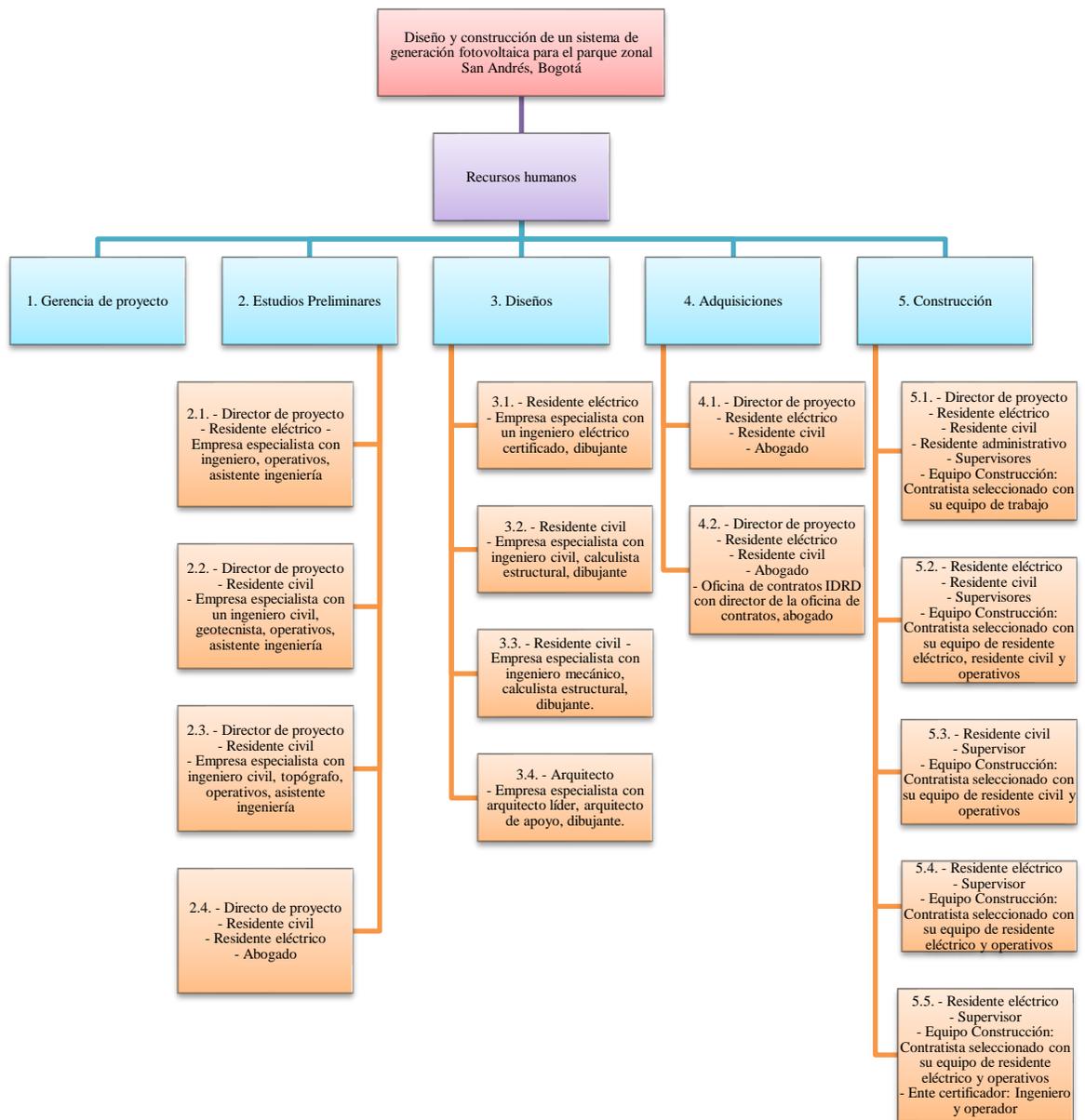


Figura 19. Estructura de Desglose de Recursos del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

13.5 Asignación de recursos

De acuerdo con el modelo, se parte de la estimación de recursos para cada actividad del proyecto. Esta información se observa en el Anexo 16. Recursos humanos para cada paquete de trabajo y en el Anexo 17. Recursos físicos para cada paquete de trabajo. Así, se realiza una consolidación y suma de los recursos necesarios, lo cual se muestra en las siguientes tablas, desglosadas por cuenta de control, también se muestran aquellos recursos que son asignados por la entidad y, por otro lado, los que serán contratados durante el proceso de adquisiciones del proyecto.

Tabla 19. Consolidación de recursos humanos para Estudios preliminares

Cuenta de control	Recurso humano	Cantidad
Estudios Preliminares	Director de proyecto (Asignado por IDRD)	1
	Empresa especialista en levantamiento topográfico con un ingeniero civil, geotecnista, operativos, asistente ingeniería	1
	Empresa especialista en radiación solar con ingeniero, operativos, asistente ingeniería	1
	Empresa especialista en suelos con un ingeniero civil, geotecnista, operativos, asistente ingeniería	1
	Residente civil (Asignado por IDRD)	1
	Residente eléctrico (Asignado por IDRD)	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Consolidación de recursos humanos para Diseños

Cuenta de control	Recurso humano	Cantidad
Diseños	Arquitecto (Asignado por IDRD)	1
	Empresa especialista en diseño cimentación con un ingeniero civil certificado, dibujante	1
	Empresa especialista en diseño eléctrico con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
	Empresa especialista en diseño estructural con un ingeniero mecánico certificado, dibujante	1
	Empresa especialista en planos arquitectónicos con arquitecto líder, arquitecto de apoyo, dibujante	1
	Residente civil (Asignado por IDRD)	1
	Residente eléctrico (Asignado por IDRD)	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Consolidación de recursos humanos para Adquisiciones

Cuenta de control	Recurso humano	Cantidad
Adquisiciones	Abogado (Asignado por IDRDR)	1
	Director de proyecto (Asignado por IDRDR)	1
	Oficina de contratos IDRDR con director de la oficina de contratos	1
	Residente civil (Asignado por IDRDR)	1
	Residente eléctrico (Asignado por IDRDR)	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Consolidación de recursos humanos para Construcción

Cuenta de control	Recurso humano	Cantidad
Construcción	Director de proyecto (Asignado por IDRDR)	1
	Ente certificador: Ingeniero y operador	1
	Equipo Construcción eléctrica: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
	Equipo Construcción estructura: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
	Equipo Construcción obra civil: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
	Equipo Construcción: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
	Residente administrativo (Asignado por IDRDR)	1
	Residente civil (Asignado por IDRDR)	1
	Residente eléctrico (Asignado por IDRDR)	1
Supervisor (Asignado por IDRDR)	2	

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, a nivel del proyecto, los recursos humanos necesarios son:

Tabla 23. Consolidación de recursos humanos para el proyecto

Recurso humano	Cantidad
Abogado (Asignado por IDRDR)	1
Arquitecto (Asignado por IDRDR)	1
Director de proyecto (Asignado por IDRDR)	1
Empresa especialista en diseño cimentación con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
Empresa especialista en diseño eléctrico con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
Empresa especialista en diseño estructural con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
Empresa especialista en estudios legales y normativos con abogado líder, abogados de apoyo, secretario	1
Empresa especialista en levantamiento topográfico con un ingeniero civil, geotecnista, operativos, asistente ingeniería	1
Empresa especialista en planos arquitectónicos con arquitecto líder, arquitecto de apoyo, dibujante	1
Empresa especialista en radiación solar con ingeniero, operativos, asistente ingeniería	1
Empresa especialista en suelos con un ingeniero civil, geotecnista, operativos, asistente ingeniería	1
Ente certificador: Ingeniero y operador	1
Equipo Construcción eléctrica: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
Equipo Construcción estructura: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
Equipo Construcción obra civil: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
Equipo Construcción: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
Oficina de contratos IDRDR con director de la oficina de contratos	1
Residente administrativo (Asignado por IDRDR)	1
Residente civil (Asignado por IDRDR)	1
Residente civil (Asignado por IDRDR)	1
Residente eléctrico (Asignado por IDRDR)	1
Residente eléctrico (Asignado por IDRDR)	1
Supervisor	2

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los recursos físicos, las siguientes tablas de igual manera detallan la información relacionada.

Tabla 24. Consolidación de recursos físicos para Estudios preliminares

Cuenta de control	Recurso físico	Cantidad
Estudios Preliminares	Infraestructura de empresa especialista en el estudio de radiación solar	1
	Infraestructura de empresa especialista en el estudio de suelos	1
	Infraestructura de empresa especialista en el estudio legal y normativa	1
	Infraestructura de empresa especialista en el levantamiento topográfico	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Consolidación de recursos físicos para Diseños

Cuenta de control	Recurso físico	Cantidad
Diseños	Infraestructura de empresa especialista en el diseño arquitectónico	1
	Infraestructura de empresa especialista en el diseño de cimentación	1
	Infraestructura de empresa especialista en el diseño eléctrico	1
	Infraestructura de empresa especialista en el diseño estructural	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Consolidación de recursos físicos para Adquisiciones

Cuenta de control	Recurso físico	Cantidad
Adquisiciones	Infraestructura de la oficina de contratos del IDRD	1
	Infraestructura propia del proyecto	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Consolidación de recursos físicos para Construcción

Cuenta de control	Recurso físico	Cantidad
Construcción	Equipos de medición del ente certificador	1
	Infraestructura del contratista civil seleccionado	1
	Infraestructura del contratista eléctrico seleccionado	1
	Infraestructura del contratista estructural seleccionado	1
	Infraestructura propia del proyecto	1

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, a nivel del proyecto, los recursos físicos necesarios son:

Tabla 28. Consolidación de recursos físicos para el proyecto

Recurso físico	Cantidad
Equipos de medición del ente certificador	1
Infraestructura de empresa especialista en el diseño arquitectónico	1
Infraestructura de empresa especialista en el diseño de cimentación	1
Infraestructura de empresa especialista en el diseño eléctrico	1
Infraestructura de empresa especialista en el diseño estructural	1
Infraestructura de empresa especialista en el estudio de radiación solar	1
Infraestructura de empresa especialista en el estudio de suelos	1
Infraestructura de empresa especialista en el estudio legal y normativa	1
Infraestructura de empresa especialista en el levantamiento topográfico	1
Infraestructura de la oficina de contratos del IDRD	1
Infraestructura del contratista civil seleccionado	1
Infraestructura del contratista eléctrico seleccionado	1
Infraestructura del contratista estructural seleccionado	1
Infraestructura propia del proyecto	1

Fuente: Elaboración propia.

13.6 Calendario de recursos

El calendario de los recursos se aprecia enseguida.

Tabla 29. Calendario de recursos del proyecto

Recurso	Inicio	Fin
IDRD - RES ELÉCTRICO	Mar 1/06/21	Mar 30/08/22
IDRD - RES ESTRUCTURA	Mar 15/06/21	Sáb 16/04/22
IDRD - ING. ESTRUCTURA	Mar 15/06/21	Mar 30/08/22
IDRD - RES CIVIL	Mar 1/06/21	Mar 30/08/22
JEFE GEOTÉCNIA	Mar 1/06/21	Mar 15/06/21
OFICIAL GEOTÉCNIA	Mar 1/06/21	Jue 3/06/21
AUXILIAR GEOTÉCNIA	Mar 1/06/21	Jue 3/06/21
TOPOGRAFO	Mar 1/06/21	Mar 15/06/21
CADENERO	Mar 1/06/21	Jue 3/06/21
LAB. GEOTÉCNIA	Jue 3/06/21	Jue 10/06/21
IDRD - ABOGADO	Mar 1/06/21	Lun 3/01/22
IDRD - RES ARQUITECTURA	Lun 2/08/21	Mar 30/08/22
IDRD - ING. COSTOS	Lun 2/08/21	Lun 30/08/21
IDRD - SST	Mar 1/06/21	Mar 30/08/22
IDRD - CONTRATACIONES	Vie 15/10/21	Lun 3/01/22

Recurso	Inicio	Fin
DIR INTERVENTORÍA	Lun 3/01/22	Mar 30/08/22
INTER - RES ELÉCTRICO	Lun 3/01/22	Mar 30/08/22
INTER - RES ESTRUCTURA	Lun 3/01/22	Mié 29/06/22
INTER - RES CIVIL	Lun 3/01/22	Mié 29/06/22
INTER - SST	Lun 3/01/22	Mar 30/08/22
DIR OBRA	Lun 3/01/22	Mar 30/08/22
OBRA -SST	Lun 3/01/22	Vie 19/08/22
OBRA - RES ELÉCTRICO	Lun 3/01/22	Mar 30/08/22
TÉCNICO ELÉCTRICO 1	Mar 1/06/21	Vie 19/08/22
AUXILIAR ELÉCTRICO 1	Mar 1/06/21	Vie 19/08/22
CERTIFICADOR RETIE	Mié 29/06/22	Lun 8/08/22
OBRA -RES ESTRUCTURA	Lun 3/01/22	Sáb 16/04/22
TÉCNICO MECANICO 1	Vie 11/03/22	Sáb 16/04/22
AUXILIAR MECÁNICO 1	Vie 11/03/22	Sáb 16/04/22
OBRA -RES CIVIL	Lun 3/01/22	Mar 31/05/22
OFICIAL CIVIL 1	Mar 1/06/21	Mar 31/05/22
AUXILIAR CIVIL 1	Mar 1/06/21	Mar 31/05/22
AMBIENTAL	Lun 24/01/22	Vie 19/08/22
OFICIAL METALISTERÍA 1	Mié 16/03/22	Mar 29/03/22
AUXILIAR METALISTERÍA 1	Mié 16/03/22	Mar 29/03/22

Fuente: Elaboración propia.

13.7 Plan de capacitación y desarrollo de equipo

El plan de capacitación referente al proyecto se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 30. Plan de capacitación para el proyecto.

Capacitaciones			
Capacitación	Diseño de sistemas de energía fotovoltaica		
Fecha		Duración	4 horas por 8 sábados
Horario	Sábados. 8:00 am a 12:00 pm	Costo	\$2.200.000
Participantes			
Capacitador(es)	Centro de instrucción formal		
Dirigido a	Profesionales del equipo de proyecto: Ingeniero electricista, ingeniero civil, ingeniero mecánico, arquitecto.		
Capacitación	Operación y mantenimiento del sistema de generación fotovoltaica		
Fecha		Duración	2 horas por 2 días
Horario	2 días seguidos, 7:00 am	Costo	\$375.500
Participantes			
Capacitador(es)	Equipo de trabajo de contratista eléctrico		
Dirigido a	Equipo de mantenimiento del parque		

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al desarrollo del equipo, se establecen las siguientes recompensas:

1. Días de compensación relacionados directamente con la cantidad de días de antelación que entreguen los paquetes de trabajo bajo su responsabilidad.
2. Cena de cierre para la finalización exitosa del proyecto.
3. Reconocimiento y en medios y redes sociales por cuenta del IDRD.

Para la evaluación de desempeño del equipo de trabajo del proyecto, se establece una periodicidad trimestral, donde se enfocarán en dos facetas de tipo de evaluación, una cuantitativa, basada en las entregas de las actividades asignadas, determinando los días de diferencia respecto a las fechas planeadas (días de adelanto o retraso en la entrega), y una faceta cualitativa, relacionada con la calidad de la actividad culminada evaluada por el director del proyecto.

14. Gestión de comunicaciones del proyecto

14.1 Plan de gestión de las comunicaciones

Teniendo en cuenta que este plan tiene como objetivo identificar plenamente las necesidades de información de cada interesado, y las necesidades propias del proyecto, se presentan las siguientes secciones para garantizar la eficacia de las comunicaciones entre los interesados durante el ciclo de vida del proyecto

14.1.1 Canales de comunicación.

Los potenciales canales de comunicación en el transcurso del proyecto, teniendo en cuenta de que son 14 interesados incluyendo al equipo del proyecto y que todos se pueden

comunicar entre sí, son 91. Sin embargo, referente a lo concerniente y manejable por el equipo del proyecto, se determinan los siguientes niveles de canales:

Tabla 31. Canales de comunicación definidos para el proyecto

Nivel	Emisor	Receptor
1	Usuario/Contratista	Equipo del proyecto
2	Equipo del proyecto	Administrador del parque
3	Administrador del parque	Patrocinadores
4	Patrocinadores	Alta gerencia IDR

Fuente: Elaboración propia.

14.1.2 Sistema de información de las comunicaciones.

La información referente al proyecto será dispuesta dentro de las carpetas designadas en la intranet de la entidad, y será administrada y tratada por el equipo del proyecto, por lo cual tendrán acceso de creación y edición dentro de dichas carpetas. Respecto a la divulgación de información, se realizará preferiblemente por medio de correos electrónicos con la indexación concerniente al proyecto y sus etapas, de acuerdo con el interés y pertinencia de cada receptor.

En consecuencia, se recomienda seguir las siguientes guías para llevar una correcta indexación documental y ejecución de su divulgación:

14.1.2.1 Guía de indexación documental del proyecto.

Los documentos se deberán nombrar siguiendo la siguiente estructura:

AAAAAA_BBBBBBBBBBBBBBBB_VXX_YYYY.FFF

Donde: “AAAAAA” se refiere al código del proyecto otorgado por el IDR, en este caso ZSAFOT (Proyecto en el parque Zonal San Andrés, Engativá, sobre la implementación fotovoltaica). “BBBBBBBBBBBBBBBB” es una pequeña descripción de no más de quince (15) caracteres, de acuerdo con la nomenclatura decidida por el equipo del proyecto. “VXX” se refiere a la versión del documento. “MMYYYY” se refiere al mes y año de emisión. “FFF” es la extensión del tipo de archivo (por ejemplo .pdf, .docs, etc.)

El líder del proyecto creará la organización de las carpetas base de acuerdo con las pautas del PMO, y será el responsable de la divulgación y certeza de la información contenida allí.

14.1.2.2 Guía para la realización de reuniones.

Respecto a las reuniones, se establecen los siguientes pasos:

1. Se deben agendar por correo electrónico.
2. Se debe comunicar con un mínimo de 12 horas de anticipación cualquier reprogramación o cancelación.
3. Se debe desarrollar la agenda en el tiempo establecido para la cita.
4. Se debe ser puntual.
5. Se debe generar un acta de reunión donde se diligencien los temas tratados, los responsables, los compromisos adquiridos y los acuerdos relacionados con las líneas base del proyecto. Debe ser debidamente firmadas por los participantes.

14.1.3 Diagramas de flujo.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de comunicaciones dentro del proyecto.

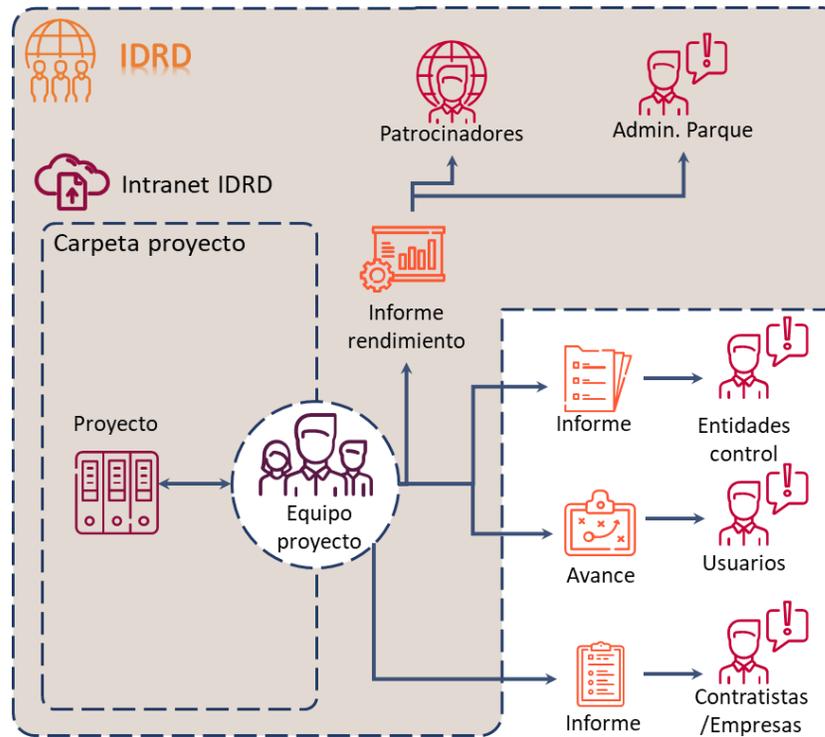


Figura 20. Diagrama de flujo de comunicaciones
Fuente: Elaboración propia.

14.1.4 Matriz de comunicaciones.

La matriz de comunicaciones se describe en la siguiente tabla, donde se detallan los entregables (relacionados con las necesidades de cada interesado), su frecuencia, el interesado, el método y el medio de entrega, de los cuales se encargará el director del proyecto por su rol de líder del equipo del proyecto.

Tabla 32. Matriz de comunicaciones

Interesados (personas o grupos)	Entregables	Método - Medio	Frecuencia de comunicación	Responsabilidad
Patrocinadores	Informe de rendimiento de las líneas base. Ajustes sobre líneas.	Reuniones de seguimiento – Correo electrónico.	Semanal	Destinatario Aprobación
Contratista parqueadero	Oficio de anuncio de inicio de obra. Comprobantes de consignación.	Oficio informativo, Informe de pago – Correo electrónico	Mensual	Destinatario
Entidades de control	Informe de inversión de recursos.	Oficio de reporte de inversión – Correo electrónico	Mensual	Destinatario
Contratistas	Informe de avance de actividades	Oficio de informes de seguimiento – Correo electrónico.	Semanal	Emisor Soporte
Alcaldía local de Engativá	Informe avance del proyecto	Oficio de informe de avance – Correo electrónico, Cartel informativo.	Mensual	Destinatario
Prestador de servicio de energía - Enel Codensa	Reporte técnico de avance del proyecto. Certificado técnico para conexión de la infraestructura a la red.	Reunión técnica, Oficio de reporte técnico – Correo electrónico	Mensual	Destinatario Aprobación
Empresa de disposición final	Certificado de disposición final	Reunión – Documento físico, Correo electrónico.	Semanal, durante la obra	Emisor
Administrador del parque	Informe de avance de las actividades	Informes de avance – Correo electrónico.	Mensual	Destinatario Validación

Fuente: Elaboración propia.

14.1.5 Estrategia de comunicaciones

Con el fin de comunicarse de manera efectiva con cada interesado o grupo de interesados, teniendo en cuenta las restricciones de acceso a la información sensible, el plazo requerido y los medios y métodos de comunicación, se ha adoptado una estrategia diferenciada para dar respuesta a la demanda de suministro de información. Asimismo, también se garantizan las acciones de seguimiento a los comentarios o sugerencias registrados en el acta de la reunión de avance.

15. Gestión de la calidad del proyecto

15.1. Plan de gestión de la calidad

15.1.1 Política de calidad del proyecto.

La política de calidad del proyecto se circunscribe en lo establecido dentro del sistema integrado de gestión - SIG del IDRD:

1. Satisfacer las necesidades de nuestros usuarios en materia de recreación, deporte, actividad física, parques y escenarios, a través de la prestación de servicios eficientes, eficaces y efectivos en concordancia con el Plan de Desarrollo del Distrito apoyados en infraestructura y personal competente.
2. Proteger la salud y seguridad de las personas a través de la prevención de los riesgos y la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
3. Proteger el medio ambiente a través de la gestión de aspectos y el control de los impactos ambientales generados en el desarrollo de nuestras actividades y promover el uso responsable de los recursos.
4. Proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los activos de la información.
5. Administrar y conservar los documentos de archivo con el fin de preservar la memoria institucional.
6. Cumplir con los requisitos legales y otros aplicables.

Nuestro actuar se fundamenta en la mejora continua, la aplicación de prácticas de responsabilidad social y la sostenibilidad del SIG. (IDRD, 2018)

15.1.2 Objetivos de calidad del proyecto.

1. Determinar las métricas que indicarán el nivel de calidad del proyecto y sus productos.

2. Garantizar que los equipos e insumos cuenten con certificado de calidad de producto, para garantizar la calidad del sistema.
3. Garantizar que los equipos para medición y obtención de datos de entrada para los diseños de arquitectónicos y de la ingeniería, cuenten con certificado de calidad vigente y que esto permita que el resultado de los diseños e ingeniería sea confiable.
4. Entregar la totalidad de los productos en el tiempo establecido, con la calidad y dentro de los costos establecidos.
5. Garantizar que la elaboración de los diseños se desarrolle con información vigente y pertinente, con normatividad vigente y aplicable a sistema.
6. Garantizar que la producción de energía eléctrica satisfaga la totalidad de la demanda del parque.
7. Propender porque la totalidad de los entregables o productos sean avalados por la interventoría y supervisión en una primera instancia; evitando y minimizando así reprocesos para optimiza tiempos y recursos.

15.1.3 Especificaciones técnicas del proyecto y los entregables.

En la siguiente tabla, se detallan las distintas especificaciones técnicas que aplican tanto al proyecto como para sus entregables:

Tabla 33. Especificaciones técnicas aplicables al proyecto.

Especificación técnica	Aplicación	Descripción
Guía del Sistema de gestión documental IDR	Proyecto	Administrar y conservar documentos de archivo con el fin de preservar la memoria institucional y sus procesos.
Ley 80 de 1993	Proyecto	Estatuto General de Contratación de la Administración Pública
Resolución No 200 de 2020 del IDR	Paquete de trabajo: Contratación de proveedores	Guía para los funcionarios y contratistas en los procesos relacionados con la gestión contractual del IDR para el cumplimiento de sus funciones, objetivo y metas.
Norma NSR-10	Paquete de trabajo: Estudios de suelos; Diseño de cimentación; Diseño estructural; Diseño arquitectónico.	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

Especificación técnica	Aplicación	Descripción
Norma NTC-2050	Paquete de trabajo: Estudio de radiación solar; Diseño eléctrico.	Código eléctrico colombiano para los requisitos en diseño y estudios eléctricos
Reglamento RETIE	Paquete de trabajo: Diseño eléctrico.	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas que se realizarán.
Norma NTC 6271	Paquete de trabajo: Levantamiento topográfico	Información geográfica. Estudios topográficos que se realizarán.
Decreto 1077 de 2015	Paquete de trabajo: Diseño arquitectónico.	Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, concordancia con la planeación para el ordenamiento territorial.

Fuente: Elaboración propia.

15.1.4 Roles y responsabilidades de calidad.

A continuación, se detallan la descripción de los roles y sus responsabilidades en la gestión de calidad del proyecto.

Tabla 34. Roles para la gestión de la calidad.

Rol	Detalle
Patrocinador del proyecto	Objetivos del rol: Responsable de la calidad del proyecto a lo largo de sus fases.
	Funciones del rol: Evaluar el estado y el progreso del proyecto, y participar en la toma de decisiones.
	Niveles de autoridad: Aprobación del acta de constitución del proyecto y del plan de dirección del proyecto.
	Reporta a: alcaldesa mayor de Bogotá D.C..
	Supervisa a: Administrador del proyecto.
	Requisitos de conocimientos: Profesional con postgrado en administración pública.
	Requisitos de habilidades: liderazgo y trabajo en equipo.
Subdirección técnica de construcciones	Objetivos del rol: responsable de la calidad del proyecto a lo largo de sus fases.
	Funciones del rol: Evaluar el estado y el progreso del proyecto, y participar en la toma de decisiones.
	Niveles de autoridad: Aprobación del acta de constitución del proyecto y del plan de dirección del proyecto.
	Reporta a: patrocinador del proyecto.
	Supervisa a: director de proyecto.
	Requisitos de conocimientos: profesional de la ingeniería y/o arquitectura con postgrado en gerencia de proyectos.
	Requisitos de habilidades: liderazgo, motivación, comunicación efectiva.
Director de proyecto	Requisitos de experiencia: mínimo 10 años de experiencia en dirección de proyectos de obras civiles.
	Objetivos del rol: responsable de la calidad del proyecto a lo largo de sus fases.
	Funciones del rol: Evaluar el estado y el progreso del proyecto, y participar en la toma de decisiones.

Rol	Detalle
	Niveles de autoridad: participación en el acta de constitución del proyecto y del plan de dirección del proyecto.
	Reporta a: subdirector técnico de construcciones
	Supervisa a: profesionales de diseño y construcción
	Requisitos de conocimientos: profesional de la ingeniería y/o arquitectura con postgrado en gerencia de proyectos.
	Requisitos de habilidades: liderazgo, motivación, comunicación efectiva.
	Requisitos de experiencia: mínimo 10 años de experiencia en dirección de proyectos de obras civiles.
	Objetivos del rol: responsable de la calidad del proyecto a lo largo de fase o etapa de diseño.
	Funciones del rol: diseñar con apego a las normas técnicas.
	Niveles de autoridad: no toma decisiones.
Profesionales de diseño	Reporta a: director de proyecto
	Supervisa a: no tiene a cargo personal
	Requisitos de conocimientos: profesional de la ingeniería y/o arquitectura.
	Requisitos de habilidades: trabajo en equipo y uso de herramientas tecnológicas de diseño y de control de obra.
	Requisitos de experiencia: mínimo 3 años de experiencia en diseño de obras de ingeniería.
	Objetivos del rol: responsable de la calidad del proyecto a lo largo de fase o etapa de construcción.
	Funciones del rol: construir con apego a los diseños del proyecto y a las normas técnicas.
	Niveles de autoridad: no toma decisiones.
Profesionales de construcción	Reporta a: director de proyecto.
	Supervisa a: trabajadores
	Requisitos de conocimientos: profesional de la ingeniería y/o arquitectura.
	Requisitos de habilidades: liderazgo, trabajo en equipo y uso de herramientas tecnológicas de control de obra
	Requisitos de experiencia: mínimo 3 años de experiencia en construcción de obras de ingeniería.

Fuente: Elaboración propia.

15.1.5 Herramientas y técnicas de planificación de calidad aplicables al proyecto.

Para el diseño y construcción de un sistema de energía fotovoltaica para el parque San Andrés de la localidad de Engativá en la ciudad de Bogotá D. C., se considerarán las siguientes herramientas y técnicas de planificación de calidad:

1. Diagrama de Causa-Efecto: Se aplica para obtener la mayor utilidad de las métricas de calidad, al identificar la relación entre los efectos y las causas que los producen y esto aplicarlo en el factor de calidad. También podrá ser usada en el proceso de prueba y evaluación de calidad, lo cual alimentaría las lecciones aprendidas del proyecto
2. Inspección: Que consiste en el examen del producto de un trabajo para determinar si cumple con los estándares documentados, se implementará de manera aleatoria y sin previo anuncio, para verificar, entre otros, uso adecuado de elementos de protección personal y los rendimientos de insumos, equipos y herramientas, así como cumplimiento de solicitudes puntuales de reparaciones de defectos.
3. Revisión de Solicitudes de Cambio Aprobadas: Todas las solicitudes de cambio, tanto de diseños, como de obra en implantación, especificación y cantidades, se revisarán y aprobarán para verificar que se implementarán, manteniendo el cumplimiento de lo exigido en las normas técnicas aplicables al proyecto.
4. Reuniones: Esta herramienta se usa tanto en la planificación como en la gestión y control de calidad del proyecto, pues es un medio vital para construir el plan de gestión de calidad, generar los informes de calidad, verificar los entregables reportados, entre otros.

15.2. Métricas de calidad

A continuación, se detallan las métricas de calidad tanto del proyecto como de los productos.

Tabla 35. Métricas de calidad de proyecto

MÉTRICAS DE CALIDAD DEL PROYECTO	
Nombre de la métrica	Visto bueno del patrocinador al anteproyecto
Objetivo de la métrica	Aprobación de la Dirección General sobre el anteproyecto para asignar recursos necesarios para su ejecución
Factor de calidad	Aprobación del anteproyecto

MÉTRICAS DE CALIDAD DEL PROYECTO	
Método de medición	Anteproyecto con visto bueno del patrocinador ÷ Anteproyecto presentado
Frecuencia de medición	Única
Meta	Índice de aprobación del anteproyecto = 1
Responsable del factor de calidad	Gerente de Proyecto. Dirección General IDR.D.
Nombre de la métrica	Control del alcance
Objetivo de la métrica	Medir el cumplimiento de los distintos entregables aprobados que componen el alcance del proyecto
Factor de calidad	Cumplimiento total de los entregables aprobados de acuerdo con la documentación del proyecto, sin presentar desviaciones y corrupción del alcance.
Método de medición	Cantidad de entregables cumplidos ÷ Cantidad de entregables aprobados.
Frecuencia de medición	Semanal
Meta	Índice de cumplimiento de los entregables acordados = 1
Responsable del factor de calidad	Gerente de proyecto.
Nombre de la métrica	Desempeño del proveedor
Objetivo de la métrica	Cumplimiento de los servicios contratados
Factor de calidad	Cumplimiento total de los acuerdos contractuales con el proveedor
Método de medición	Servicios y productos entregados ÷ Servicios y productos contratados
Frecuencia de medición	En la finalización del plazo del contrato, o antes si se reporta una finalización temprana
Meta	Índice de servicios y productos entregados = 1
Responsable del factor de calidad	Gerente de Proyecto
Nombre de la métrica	Desempeño en los costos
Objetivo de la métrica	Cumplimiento de la ejecución en el rango de costos establecido
Factor de calidad	Presupuesto ejecutado bajo el límite inicialmente establecido.
Método de medición	Valor facturado acumulado ÷ Valor total contratado
Frecuencia de medición	Semanal
Meta	Índice de valor facturado ≤ 1
Responsable del factor de calidad	Gerente de proyecto
Nombre de la métrica	Desempeño en el cronograma
Objetivo de la métrica	Cumplimiento de la ejecución dentro del plazo inicialmente establecido.
Factor de calidad	Cumplimiento total del plazo inicialmente establecido.
Método de medición	Suministro y trabajos ejecutados ÷ Suministro y trabajos programados
Frecuencia de medición	Semanal
Meta	Índice de cumplimiento de ejecución ≥ 1
Responsable del factor de calidad	Gerente del proyecto

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan las métricas de calidad de los productos del proyecto, de acuerdo con los paquetes de trabajo.

Tabla 36. Métricas de calidad de los productos del proyecto.

Producto	Nombre de métrica	Objetivo	Factor de calidad	Método de medición (Fórmula)	Frecuencia medición	Meta	Responsable factor de calidad
Estudio de radiación solar	Certificación de calidad de equipos usados en el estudio de radiación	Evaluar la confiabilidad de los resultados informados en el documento final del estudio.	Certificación de calidad vigente de la totalidad de los equipos de medición utilizados.	Equipos empleados con certificación de calibración ÷ Equipos empleados en el estudio de radiación.	Única	Indicador de equipos con certificados de calibración = 1	Empresa contratista. Gerente del proyecto
Estudio de suelos	Certificación de calibración de equipos usados en los estudios de suelos.	Evaluar la confiabilidad de los resultados informados en el documento final del estudio.	Certificación de calidad vigente de la totalidad de los equipos de medición utilizados.	Equipos empleados con certificación de calibración ÷ Equipos empleados en el estudio de suelos.	Única	Indicador de equipos con certificados de calibración = 1	Empresa proveedora de estudios de suelos. Gerente del proyecto.
Levantamiento topográfico	Levantamiento topográfico amarrado a sistema Magna-Sirgas del IGAC.	Levantamiento topográfico amarrado a sistema Magna-Sirgas del IGAC.	Certificación de calidad vigente de la totalidad de los equipos de medición utilizados.	Equipos empleados con certificación de calibración ÷ Equipos empleados en el estudio de suelos.	Única	Indicador de equipos con certificados de calibración = 1	Empresa proveedora de topografía. Gerente del proyecto
Estudio legal y normativo	Informe de normatividad obligatoria	Verificación de la identificación de las normas obligatorias relacionadas con la naturaleza del proyecto, de acuerdo con el juicio de expertos del equipo del proyecto.	Concordancia del conjunto de normas expuesto por los expertos, con el reportado en el informe del estudio.	Total de normas informadas ÷ Total de normas según expertos.	Única	Indicador de total de normas informadas ≥ 1	Empresa especialista contratada. Gerente de proyecto

Producto	Nombre de métrica	Objetivo	Factor de calidad	Método de medición (Fórmula)	Frecuencia medición	Meta	Responsable factor de calidad
Diseño Eléctrico del Sistema	Diseño con cumplimiento normas NTC-2050 y RETIE.	Cumplimiento de normativa para certificación	Satisfacción total del cliente y de la empresa de energía Enel-Codensa con el cumplimiento de normativa vigente.	Diseño eléctrico con cumplimiento NTC-2050 y RETIE ÷ Diseños eléctricos necesarios.	Única, a la entrega del diseño completo.	Indicador de diseños eléctricos con cumplimiento NTC-2050 y RETIE = 1	Diseñador Eléctrico. Gerente de Proyecto.
Diseño Cimentación	Cumplimiento normatividad de sismo resistencia.	Verificar el cumplimiento NSR-10	Aprobación por parte de la Curaduría Urbana con apego a NSR-10	Diseño cimentación con cumplimiento NSR-10 ÷ Diseños cimentación necesarios.	Única (a la entrega del diseño y previo a radicación en Curaduría Urbana)	Indicador de diseños de cimentación con cumplimiento NSR-10 = 1	Ingeniero Civil Geotecnista. Gerente de Proyecto
Diseño Estructural	Cumplimiento normatividad de sismo resistencia.	Verificar el cumplimiento NSR-10	Aprobación por parte de la Curaduría Urbana con apego a NSR-10	Diseño estructural con cumplimiento NSR-10 ÷ Diseños estructurales necesarios.	Única (a la entrega del diseño y previo a radicación en Curaduría Urbana)	Indicador de diseños estructurales con cumplimiento NSR-10 = 1	Ingeniero Civil Diseñador Estructural. Gerente de Proyecto
Diseño Arquitectónico	Cumplimiento uso de suelo y normatividad urbanística.	Verificar el cumplimiento decreto 1077 de 2015	Aprobación por parte de la Curaduría Urbana con apego al plan de ordenamiento territorial – POT de Bogotá D. C.	Diseño arquitectónico con cumplimiento POT ÷ Diseños arquitectónicos necesarios.	Única (a la entrega del diseño y previo a radicación en Curaduría Urbana)	Indicador de diseños arquitectónicos con cumplimiento POT = 1	Arquitecto. Gerente de Proyecto
Selección de proveedores	Certificación ISO 9000 de proveedores	Verificar que los proveedores seleccionados cumplan con la certificación ISO 9000 Sistemas de gestión de calidad	Certificación en la totalidad de los proveedores especializados seleccionados.	Proveedores con certificación ISO 9000 ÷ Proveedores seleccionados	Única	Indicador de proveedores certificados = 1	Gerente de proyecto.

Producto	Nombre de métrica	Objetivo	Factor de calidad	Método de medición (Fórmula)	Frecuencia medición	Meta	Responsable factor de calidad
Contratación de proveedores	Mínimo de ofertas.	Evidenciar el cumplimiento de un mínimo de ofertas habilitadas en el proceso de licitación pública.	Cumplimiento de un mínimo de tres ofertas en cada licitación publicada.	$\text{Cantidad de ofertas recibidas} \div \text{Cantidad mínima de ofertas}$	Semanal, durante el proceso contractual.	Indicador de ofertas recibidas ≥ 1 .	Gerente de proyecto. Área de contratación IDRD.
Preliminares	Almacén de campamento establecido	Comprobación del levantamiento del campamento de la obra, con un área suficiente y demarcada para el almacenamiento de materiales que lo necesiten.	Establecimiento de un campamento que alberga el 100% de los materiales que necesitan almacenamiento.	$\text{Campamento correctamente establecido} \div \text{Campamento planeado}$	Semanal	Indicador de establecimiento del campamento = 1	Contratista de construcción. Ingenieros residentes.
Obras Civiles	Cumplimiento licencia de construcción	Verificar el cumplimiento de lo establecido en la licencia de construcción otorgada	Ejecución de la totalidad del área licenciada.	$\text{Área construida} \div \text{Área licenciada}$	Quincenal / Cortes de obra	Indicador de cumplimiento de área licenciada ≤ 1	Ingeniero civil residente de obra. Gerente de Proyecto
Instalación de estructura	Cumplimiento licencia de construcción.	Verificar el cumplimiento de lo establecido en la licencia de construcción otorgada con relación a resistencia de materiales y capacidad portante.	Disposición de materiales que cumplen la resistencia y capacidad portante.	$\frac{\text{Volumen de estructura que cumple resistencia y capacidad portante}}{\text{Volumen de estructura diseñada}}$	Quincenal / Cortes de obra	Indicador de cumplimiento de resistencia y capacidad portante = 1	Ingeniero mecánico residente de obra. Gerente de Proyecto
Obras eléctricas	Pruebas de cableado	Verificación de la instalación correcta del cableado relacionado con el sistema de generación eléctrica y su conexión con la infraestructura y el sistema de distribución, de acuerdo con el diseño eléctrico final.	Aprobación de pruebas de cableado respecto al diseño eléctrico final	$\frac{\text{Pruebas eléctricas de conductividad aprobadas}}{\text{Total pruebas eléctricas de conductividad}}$	Única	Indicador de aprobación en las pruebas de cableado = 1	Ingeniero electricista residente. Gerente de Proyecto.

Producto	Nombre de métrica	Objetivo	Factor de calidad	Método de medición (Fórmula)	Frecuencia medición	Meta	Responsable factor de calidad
Puesta en funcionamiento	Verificación puesta en funcionamiento efectivo.	Verificar el ingreso del proyecto al mercado nacional de producción y transmisión de energía eléctrica.	Aprobación por parte del interventor y/o supervisor del IDRD, y del operador de suministro de energía eléctrica Enel Codensa.	Proyecto certificado por integración a la red de distribución ÷ Proyectos a integrar	Única	Indicador de cumplimiento = 1	Ingeniero electricista residente de obra. Gerente de Proyecto.

Fuente: Elaboración propia

15.3. Documentos de prueba y evaluación

Actualmente, el proyecto no se encuentra en ejecución, por lo cual solo se referenciarán los formatos de pruebas y evaluaciones, que se encuentran en el Anexo 18. Formatos y plantillas para la gestión de calidad

15.4. Entregables verificados

Actualmente, el proyecto no se encuentra en ejecución, por lo cual no se presentan entregables verificados.

16. Gestión de riesgos del proyecto

16.1. Plan de gestión de riesgos

A continuación se detalla el plan de gestión.

Tabla 37. Plan de gestión de riesgos del proyecto.

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS
METODOLOGÍA

La metodología por seguir para la identificación, evaluación, tratamiento y seguimiento de los riesgos del proyecto es la estipulada en Guía del PMBOK sexta edición, donde se detallan siete procesos distribuidos en las fases del proyecto de la siguiente manera:

1. Planificación:
 - 1.1. Planificar la gestión de los riesgos, donde se definen lineamientos para hacer las actividades de gestión de riesgos del proyecto.
 - 1.2. Identificación de los riesgos, donde no solamente se detallan los riesgos individuales del proyecto, también se documentan las fuentes de los riesgos y sus características.
 - 1.3. Análisis cualitativo de los riesgos, donde se evalúan la probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos y así clasificarlos y priorizarlos.
 - 1.4. Análisis cuantitativo de los riesgos, donde se proporcionan valores numéricos a los efectos sobre los objetivos del proyecto, por parte de la combinación de los riesgos individuales.
 - 1.5. Planificación de la respuesta a los riesgos, donde se presentan opciones, estrategias y acciones para enfrentar de manera tanto grupal como individual, la materialización de los riesgos.
-

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

- 2. Ejecución:
 - 2.1. Implementación de la respuesta a los riesgos, donde se implementan las respuestas a los riesgos planeadas.
- 3. Control:
 - 3.1. Monitoreo de los riesgos, donde se hace seguimiento a los riesgos identificados y a la implementación de los planes de respuesta desarrollados, además se podrían detectar y analizar nuevos riesgos, lo cual conlleva a una evaluación constante de la efectividad de la gestión de riesgos del proyecto.

La anterior metodología no solamente aporta al desarrollo del proyecto, también beneficia los activos de procesos de la organización, fortaleciendo herramientas institucionales relacionadas con la identificación y tratamiento de los riesgos, como plantillas e informes.

TOLERANCIA AL RIESGO DE LOS INTERESADOS

Los interesados principales del proyecto presentan la tolerancia al riesgo expuesta en la siguiente tabla:

Interesado	Perfil de tolerancia	Tolerancia
Alta dirección del IDRD	Buscador	Acepta cambios que no afecten el objeto contractual y que no sobrepase el costo del proyecto en 10%.
Usuario / beneficiario / deportista / entrenadores / personal administrativo y de vigilancia	Adversos	No acepta transferencia de los riesgos del proyecto que afecten el producto final del proyecto.
Entes de control y vigilancia	Adversos	No acepta justificación de retrasos, sobrecostos y cambios en calidad de los alcances por manejo inadecuado de riesgos.
Contratistas / proveedores de bienes y servicios	Buscadores	Acepta cambios que no afecten el objeto contractual y que no sobrepase el costo del proyecto en 10%.
Alcalde, ediles y habitantes de la localidad de Engativá	Adversos	No acepta transferencia de los riesgos del proyecto que afecten el producto final del proyecto.

ROLES Y RESPONSABILIDADES EN LA GESTIÓN DE RIESGOS

Los roles y responsabilidades para los siete procesos mencionados anteriormente se detallan en la siguiente tabla:

Procesos	Roles	Responsabilidades
Planificar la gestión de riesgos	Jefe área técnica de la subdirección técnica de construcciones del IDRD	Determinar la herramienta y los criterios de selección para planificar la gestión de riesgos.
Identificación de los riesgos	Profesionales de la etapa de estudios y diseños del área técnica	Analizar y describir los posibles riesgos a lo largo de la EDT del proyecto.
Análisis cualitativo de los riesgos	Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica	Caracterizar los riesgos identificados y proceder con su clasificación con base en la matriz P x I.

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

Análisis cuantitativo de los riesgos	Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica	Cuantificar los riesgos con base en su impacto sobre el costo, cronograma y alcance.
Planes de respuesta a los riesgos	Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica y el jefe del área de interventoría	Informar a los profesionales del área de interventoría acerca de los planes de prevención y de contingencia.
Implementación de la respuesta a los riesgos	Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica, el jefe del área de interventoría y los profesionales de la ingeniería supervisores de los contratos de obra	Al momento de ocurrencia de algún disparador de riesgo, activar y ejecutar los procedimientos de contingencia.
Monitoreo y control de los riesgos	Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica, el jefe del área de interventoría y los profesionales de la ingeniería supervisores de los contratos de obra	Construir y diligenciar el tablero de control con indicadores para reportar la ocurrencia de los riesgos y su manejo, a ser informados en las reuniones semanales de seguimiento.

MONTO Y GESTIÓN DE RESERVAS

Referente a la reserva de gestión, se establece que será de un 2% de la línea base de costos del proyecto, y será administrada por la subdirección técnica de construcciones del IDR. En cuanto a la reserva de contingencia, se identificará el monto final en el análisis cuantitativo de riesgos, dentro del informe de riesgos.

DEFINICIÓN DE PROBABILIDAD

A continuación, se detallan las definiciones de probabilidades de ocurrencia de los riesgos desde una perspectiva anual:

Probabilidad	Porcentaje	Descripción	Rango de ocurrencia
Muy alta	80%	Frecuente, sucede de manera constante.	5< veces
Alta	65%	Probable, sucede de manera reiterada.	4-5 veces
Media	50%	Ocasional, sucede algunas veces.	3-4 veces
Baja	30%	Remoto, sucede muy poco.	2-3 veces
Muy baja	10%	Improbable, difícilmente sucede.	<2 veces

MATRICES DE IMPACTO PARA AMENAZAS Y OPORTUNIDADES

A continuación, se detallan las definiciones de los impactos de los riesgos clasificados por los tipos de objetivo del proyecto:

Objetivo	Impacto de amenazas				
	Muy bajo (2)	Bajo (4)	Moderado (6)	Alto (8)	Muy alto (10)
Tiempo	Retraso inferior al 5% del cronograma	Retraso mayor o igual al 5% y menor al 10% del cronograma	Retraso mayor o igual al 10% y menor al 15% del cronograma	Retraso mayor o igual al 15% y menor al 20% del cronograma	Retraso mayor o igual al 20% del cronograma
Alcance	Requiere ajustes en algunas actividades	Ejecuta un control de cambios en áreas secundarias	Ejecuta un control de cambios en objetivos principales	Detiene el proyecto o requiere decisiones de alto nivel	Cancela el proyecto o inutiliza el producto del proyecto
Costo	Sobrecosto menor al 5%	Sobrecosto mayor o igual	Sobrecosto mayor o igual al	Sobrecosto mayor o igual	Sobrecosto mayor o igual al

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS					
	del presupuesto	al 5% y menor al 10% del presupuesto	10% y menor al 20% del presupuesto	al 20% y menor al 30% del presupuesto	30% del presupuesto
Calidad	Degradación manejable	Afectación en requisitos que requiere ajuste	Requiere aprobación del patrocinador	Requiere cambios mayores al proyecto	Producto es inutilizable o desempeño inaceptable
Objetivo	Impacto de oportunidades				
	Muy bajo (2)	Bajo (4)	Moderado (6)	Alto (8)	Muy alto (10)
Tiempo	Ahorro menor al 5% del cronograma	Ahorro mayor o igual al 5% y menor al 10% del programa	Ahorro mayor o igual al 10% y menor al 20% del cronograma	Ahorro mayor o igual al 20% y menor al 30% del cronograma	Ahorro mayor o igual al 30% del cronograma
Costo	Beneficio menor al 5% del presupuesto	Beneficio mayor o igual al 5% y menor al 10% del presupuesto	Beneficio mayor o igual al 10% y menor al 20% del presupuesto	Beneficio mayor o igual al 20% y menor al 30% del presupuesto	Beneficio mayor o igual al 30% del presupuesto

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO Y ACCIONES PARA AMENAZAS Y OPORTUNIDADES

A continuación, se detallan las matrices de probabilidad e impacto para amenazas como para oportunidades, donde, de acuerdo con su escala de calor, se determinan sus acciones:

Matriz de probabilidad - impacto		Impacto					
Amenazas		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Probabilidad	Valor	2	4	6	8	10	
	Muy alta	80%	1,6	3,2	4,8	6,4	8
	Alta	65%	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5
	Media	50%	1	2	3	4	5
	Baja	30%	0,6	1,2	1,8	2,4	3
	Muy baja	10%	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Matriz de probabilidad - impacto		Impacto					
Oportunidades		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Probabilidad	Valor	2	4	6	8	10	
	Muy alta	80%	1,6	3,2	4,8	6,4	8
	Alta	65%	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5
	Media	50%	1	2	3	4	5
	Baja	30%	0,6	1,2	1,8	2,4	3
	Muy baja	10%	0,2	0,4	0,6	0,8	1

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS			
Matriz de respuesta			
	Grado	Rango	Estrategia de respuesta
Amenazas	Leve	0 - 1	Requiere un monitoreo ocasional, se aceptará o mitigará levemente de acuerdo con su impacto
	Medio	1,1 - 2,9	Requiere una revisión regular, y se establecen planes de prevención, o planes generales de contingencia buscando mitigar o transferir el impacto
	Crítico	3 - 4,9	Requiere una revisión frecuente, con planes de prevención y de contingencia específicos y acciones inmediatas para mitigar o evitar de acuerdo con el impacto
	Severo	5 - 8	Requiere una revisión, con acciones inmediatas para evitar el impacto, o con planes de prevención y contingencia para mitigarlo.
Oportunidades	Menor	0 - 1	Requiere una revisión ocasional, donde se decide si se aprovechará.
	Medio	1,1 - 2,9	Requiere una revisión periódica, con un plan para favorecer las condiciones detonantes.
	Muy bueno	3 - 4,9	Requiere una revisión periódica, con un plan para asegurar las condiciones y posible materialización
	Máximo	5 - 8	Requiere una revisión frecuente, con un plan para asegurar la materialización

RISK BREAKDOWN STRUCTURE (RBS)

La Estructura de Desglose de Riesgos del proyecto se presenta a continuación:

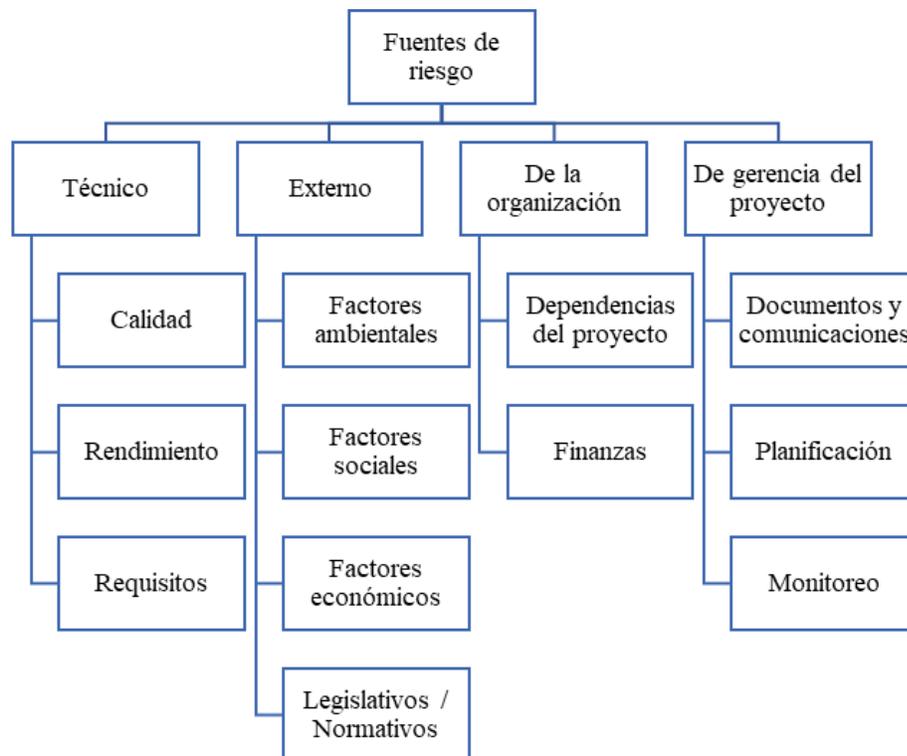


Figura 21. Estructura de desglose de riesgos.

Fuente: Elaboración propia.

FORMATO DEL REGISTRO DE RIESGOS

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

Para el proyecto se realizará un registro completo de los riesgos por parte del gerente de proyecto con la colaboración del equipo de trabajo y el aporte de expertos, con el fin de tener un panorama amplio que cubra todos los puntos de vista y de esta manera planificar las acciones ante la materialización de alguno de los riesgos. Los riesgos serán registrados en el formato de “registro de riesgos” respectivo de la siguiente manera:

Primera parte, Identificación:

1. Asignar un ID único por cada riesgo identificado.
2. Realizar la descripción del riesgo, como se indica en el formato.
3. Definir el tipo, únicamente se podrán clasificar Amenaza u Oportunidad.
4. Categorizar el riesgo, se debe categorizar en: Técnicos, De la Organización, Externos, De gerencia del Proyecto.
5. Definir el Disparador / Indicio, se debe definir la acción o evento que indica que el riesgo inicia a materializarse.

Segunda parte, Análisis Cualitativo

1. Definir la probabilidad, bajo estos parámetros: Muy Alta: 80%, Alta: 65%, Media: 50%, Baja: 30%, Muy Baja: 10%.
2. Definir el impacto, bajo estos parámetros: Muy Alto: 10, Alto: 8, Medio: 6, Bajo: 4, Muy Bajo: 2.
3. Definir la calificación, es la multiplicación del valor de “probabilidad” por el “impacto”.
4. Definir el grado, bajos estos parámetros: Importancia: Severo, Crítico, Medio, Leve.
5. Definir la base para análisis de impacto, es decir, la afectación del proyecto si el riesgo se materializa, de la forma más clara posible.

Tercera parte, Análisis Cuantitativo

1. Definir el impacto en costo, es un valor numérico en dinero de lo que cuesta la mitigación del impacto una vez se materialice.
2. Definir el valor en días, es un valor numérico en días que serán necesarios para mitigar el riesgo si se materializa.
3. Definir el Valor Monetario Esperado (VME) corresponde a la multiplicación del “Impacto en Costo” por la “Probabilidad”.
4. Definir el Valor Esperado (VE) corresponde a la multiplicación del “Impacto en Tiempo” por la “Probabilidad”.
5. Definir la base de estimación, la cual corresponde a la descripción de las situaciones o históricos tenidos en cuenta para la estimación de los impactos en costo y tiempo. Son factores que se han vivido y dan la idea o estimación de estos impactos.

Cuarta parte, Plan de Respuesta

1. Definir la estrategia, se definirá entre Mitigar, Transferir, Evitar, Aceptar, Escalar, Mejorar, Explotar, Compartir.
2. Definir plan de prevención, acciones definidas para el plan de prevención, acciones reales.
3. Definir el plan de contingencia, acciones a ejecutar en respuesta o como respaldo o como reparación a la materialización del riesgo. acciones contundentes.
4. Definir el o los responsables, quién monitorea el riesgo y actúa cuando va a ocurrir, con nombres propios y cargos, puede dejarse algún suplente propuesto en caso de ausencia del responsable principal.

Quinta parte, Análisis del Riesgo después del Plan de Respuesta

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

1. Probabilidad Final, se definirá bajo estos parámetros Muy Alta: 80%, Alta: 60%, Media: 50%, Baja: 30%, Muy Baja: 10%.
2. Impacto Final, se definirá bajo estos parámetros Muy Alto: 10, Alto: 8, Medio: 5, Bajo: 3, Muy Bajo: 1.
3. Calificación Final, es la multiplicación del valor de “probabilidad” por el “impacto”.
4. Grado, bajos estos parámetros: Importancia: Severo, Crítico, Medio, Leve.

Sexta parte, Monitoreo

1. Estado, clasificar en: En seguimiento, Requiere Respuesta, Cerrado-ya ocurrió, Cerrado-ya no ocurrirá, Recién Identificado.
2. Seguimiento, Fecha y Descripción actualizada del seguimiento, la periodicidad será definida por el gerente del proyecto.

El formato de “Registro de Riesgos” será un archivo de Excel® editable y hará parte integral de la documentación del proyecto, deberá ser llevado por un responsable asignado por el gerente del proyecto y no podrá ser modificado sin su autorización, será un documento controlado.

MONITOREO DE RIESGOS

Los participantes y las acciones de control y monitoreo de los posibles riesgos del proyecto se detallan en la siguiente tabla:

Participantes	Acciones de seguimiento
Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica, el jefe del área de interventoría y los profesionales de la ingeniería supervisores de los contratos de obra.	Programar, asistir y participar en las reuniones semanales de información y seguimiento a avances financiero y de obra y análisis de ocurrencia de riesgos.
Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica, el jefe del área de interventoría y los profesionales de la ingeniería supervisores de los contratos de obra.	Programar, asistir y participar en las reuniones semanales de información y seguimiento a avances financiero y de obra y análisis de indicadores de ocurrencia y mitigación de riesgos.
Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica, el jefe del área de interventoría y los profesionales de la ingeniería supervisores de los contratos de obra.	Programar, asistir y participar en las reuniones semanales de información y seguimiento a avances financiero y de obra y reporte de ejecución y manejo de la reserva de contingencia en la mitigación de riesgos, con apego al registro de riesgos.
Profesional de la ingeniería analista de riesgos del área técnica, el jefe del área de interventoría, los profesionales de la ingeniería supervisores de los contratos de obra, contratistas y proveedores de bienes y servicios.	Programar, asistir y participar en las reuniones semanales de información y seguimiento a avances financiero y de obra y evaluación de atención de riesgos ocurridos.

Se programarán reuniones semanales lideradas por el gerente del proyecto al que asistirán todo el equipo de trabajo; se realizará un acta de registro (en formato definido para reuniones del proyecto) de los temas tratados (el acta será numerada de forma consecutiva ascendente) y será debidamente firmada por los participantes. En la reunión semanal se dará lectura rápida del acta anterior para enlazar los temas y hacerles seguimiento a los compromisos. Estas actas serán guardadas como archivos del proyecto. Se programarán reuniones extra a discreción del gerente del proyecto si algún tema lo amerita, y se dejará el acta de registro respectiva.

Fuente: Elaboración propia

16.2. Matrices de probabilidad – impacto (inicial y residual)

En las siguientes figuras, se observan las matrices de probabilidad – impacto, tanto inicial como residual.

Riesgo	Probabilidad	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Amenazas	Muy alta				
	Alta				
	Media		T01.		E01. E03.
	Baja			T02. T03. T04.	
	Muy baja				
Oportunidades	Muy alta				
	Alta				
	Media				
	Baja	E02.	O01.		O03.
	Muy baja		O02.		

Figura 22. Matriz de probabilidad – impacto inicial.

Fuente: Elaboración propia

Riesgo	Probabilidad	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Amenazas	Muy alta				
	Alta				
	Media				
	Baja	E03.		E01.	
	Muy baja		T01. T02. T03. T04.		
Oportunidades	Muy alta				
	Alta				
	Media			O03.	
	Baja			E02.	O01.
	Muy baja			O02.	

Figura 23. Matriz de probabilidad – impacto final.

Fuente: Elaboración propia

16.3. Matriz de riesgos

A continuación, se muestra la matriz de los riesgos identificados y analizados, de acuerdo con lo estipulado en el formato del registro de riesgos de la Tabla 37.

Tabla 38. Matriz de riesgos del proyecto.

Identificación					
ID	Descripción del Riesgo	Tipo	Categoría	Disparador/Indicio	
E01	Debido a los bloqueos en las carreteras nacionales (en ocasión a los paros, las protestas y las manifestaciones), podrían presentarse una entrega tardía de los paneles solares importados en sitio, causando retrasos en el cronograma del proyecto.	Amenaza	Externo	Se presentan anuncios y noticias de bloqueos de vías en las ciudades que componen los corredores principales de transporte comercial	
E02	Debido al aumento en la capacidad instalada para la generación de energía fotovoltaica en Colombia, podría aumentar la demanda de equipos importados, logrando la disminución de costos de importación de los equipos relacionados con el proyecto.	Oportunidad	Externo	Anuncios del gobierno nacional y local, sobre logros positivos en la implementación de políticas de incentivos para aumentar la instalación de sistemas de energía fotovoltaica.	
E03	Debido a las frecuentes manifestaciones al frente del portal 80 (sistema Transmilenio) y sus inmediaciones, se podrían presentar embotellamientos en el tráfico, lo que ocasionará retrasos en la entrega del concreto premezclado, aumentando los costos por pérdida o uso de aditivos.	Amenaza	Externo	Anuncios de grupos de manifestantes y fechas conmemorativas de hechos históricos.	
O01	Debido a la apertura de inscripción de proyectos de energías renovables a ser financiados con recursos de regalías, se podría visibilizar el proyecto en la alta Dirección del IDRD, lo que agilizaría la consecución de recursos financieros de contrapartida que soportan la ejecución del proyecto.	Oportunidad	De la organización	Anuncio por parte de la alcaldesa mayor y del secretario de hacienda distrital, de la apertura de inscripción de proyectos en el sistema general de regalías.	
O02	Debido a las medidas sanitarias por posibles nuevas cepas del COVID19, se podrían ampliar las vigencias de las licencias de construcción en todo el territorio nacional, generando holguras en el cronograma del proyecto.	Oportunidad	De la organización	Anuncio de ampliación de vigencias por parte del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.	
O03	Debido a la emergencia sanitaria por COVID19 se reducen las partidas presupuestales para proyectos de construcción y se amplían los proyectos de asistencialismo y salud pública, lo que podría potencializar los proyectos de producción de energías limpias, agilizando la consecución de recursos financieros de contrapartida que soportan la ejecución del proyecto.	Oportunidad	De la organización	Anuncio por parte de la alcaldesa mayor, del secretario de hacienda distrital y de la directora general del IDRD, acerca de las partidas presupuestales para proyectos de inversión en asistencialismo y salud pública.	
T01	Debido a daños en las redes de servicios públicos de agua y gas del parque por la implantación de las obras civiles del proyecto, se podrían presentar daños que ocasionan la no continuidad en la prestación de estos servicios públicos, ocasionando sobrecostos al proyecto para su restablecimiento.	Amenaza	Técnico	Fuga perceptible y pérdida de continuidad de servicio de acueducto y gas.	
T02	Si se usan equipos de medición de radiación solar incidente (piranómetros) sin calibrar en un tiempo mayor a un año, podrían presentar un informe de medición inexacto, el cual es la base del estudio de radiación solar, generando retrasos en el cronograma.	Amenaza	Técnico	Recepción de un certificado de calibración mayor a un año, o la no recepción de dicho documento	
T03	Si se usan equipos de medición topográfica (teodolitos, niveles, estaciones totales) sin calibrar en un tiempo mayor a un año, podrían presentar un informe topográfico del terreno inexacto, el cual es la base del levantamiento topográfico, generando retrasos en el cronograma.	Amenaza	Técnico	Recepción de un certificado de calibración mayor a un año, o la no recepción de dicho documento	
T04	Si el diseño eléctrico no se entrega con los cálculos de carga, cálculos de regulación y planos de acometidas y control, se podrían presentar inexactitudes e incoherencias en las obras e instalaciones eléctricas, lo que generaría retrasos en el cronograma y sobrecostos.	Amenaza	Técnico	Dossier del diseño eléctrico incompleto	

ID	Análisis Cualitativo					Análisis Cuantitativo				
	Probabilidad	Impacto	Calificación	Grado	Base para análisis de impacto	Impacto en costo	Impacto en tiempo	Valor monetario esperado (costo)	valor esperado (tiempo)	Base de estimación
E01	50%	10	5	Severo	Se estima retraso entre 5-21 días por las condiciones sociales actuales en Colombia		-21		-10,5	Retraso mayor o igual al 20% del cronograma
E02	30%	4	1,2	Medio	Se estima la reducción de los costos de los equipos importados en un 20%.					
E03	50%	10	5	Severo	Se estima un sobrecosto de \$12'000.000, por uso de aditivos en el concreto premezclado y aumento en el tiempo de funcionamiento de equipos de mezclado	-12000000	-1	-\$ 6.000.000	-0,5	Sobrecosto mayor o igual al 30% del presupuesto
O01	30%	6	1,8	Medio	Se estima obtener una contrapartida de hasta el 50% del costo del proyecto					
O02	10%	6	0,6	Menor	Se estima una holgura de 30 días decretados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio				0	
O03	50%	6	3	Muy bueno	Recursos financieros del 100% del costo del proyecto con destinación específica.					
T01	30%	10	3	Crítico	Se estima un sobrecosto de \$10'000.000, por reparaciones a las instalaciones del servicio afectado.	-10000000		-\$ 3.000.000		Sobrecosto mayor o igual al 30% del presupuesto
T02	30%	8	2,4	Medio	Se estima retraso entre 17-20 días para nuevas mediciones, procesamiento de datos e informe final		-20		-6	Retraso mayor o igual al 15% y menor al 20% del cronograma
T03	30%	8	2,4	Medio	Se estima retraso entre 6-8 días para nuevas mediciones, procesamiento de datos e informe final		-8		-2,4	Retraso mayor o igual al 15% y menor al 20% del cronograma
T04	30%	8	2,4	Medio	se estima retraso entre 5-8 días para realizar cálculos de carga, cálculos de regulación y planos de acometidas y control		-8		-2,4	Retraso mayor o igual al 15% y menor al 20% del cronograma

Plan de Respuesta				
ID	Estrategia de Respuesta	Plan de prevención, antes de que se materialice el riesgo	Plan de Contingencia - si se materializa riesgo	Responsable - Dueño del riesgo
E01	Mitigar	Dentro de los requerimientos del contrato, se agregará que los proveedores de la instalación de los paneles solares tengan disponibles los materiales requeridos, un mes antes de la fecha programada	Se considerará la instalación parcial del sistema fotovoltaico sin los paneles solares, para disminuir retrasos.	El director del proyecto
E02	Explotar	Por parte de la supervisión del contrato, actualizar los precios de los equipos en los inventarios del IDRD y en el balance financiero del contrato.	No aplica	El director del proyecto
E03	Mitigar	Dentro de los requerimientos del contrato, se agregará que el contratista de la obra civil encargado de fundir los concretos del proyecto, determinar rutas alternas al corredor de la troncal calle 80, ingresando por el costado norte.	Devolver los vehículos de transporte de concreto premezclado a las centrales de mezclas y agregar aditivos retardantes para postponer el fraguado del concreto como mínimo 12 horas.	El ingeniero civil residente de interventoría de la obra. El ingeniero civil supervisor de los contratos de obra y de interventoría.
O01	Explotar	Diligenciar formatos del DNP y presentar el proyecto en el OCAD de Bogotá para ser aprobada la partida presupuestaria.	No aplica	El director del proyecto
O02	Explotar	Comunicar a la alta dirección del IDRD.	Ajustar cronogramas y holguras en las diferentes actividades y prorrogar vigencias de las pólizas o garantías.	El director del proyecto
O03	Explotar	Comunicar a la alta dirección del IDRD.	Elaborar los estudios y diseños de una segunda fase del proyecto, con estudios previos y justificación, para presentar adición que no sobrepase el 50% del valor del contrato (expresado en SMMLV).	El director del proyecto
T01	Mitigar	Elaborar el plano de redes internas (secas y húmedas) a partir de localización de accesorios en superficie y mediante apiques; e incluirlo dentro de la implantación del proyecto.	Disponer de una planta eléctrica, así como tanque de reserva de agua y disponibilidad de carrotanque para venta y compra de agua en bloque.	El ingeniero civil residente de interventoría de la obra. El ingeniero civil supervisor de los contratos de obra y de interventoría.
T02	Mitigar	Se recordarán los requerimientos de los entregables, entre ellos el uso de equipos de medición de radiación solar incidente calibrados en un tiempo no mayor a un año, en el comunicado de adjudicación del contrato. Así también se recordarán en las reuniones de seguimiento.	No aplica	Ingeniero eléctrico del equipo del proyecto
T03	Mitigar	Se recordarán los requerimientos de los entregables, entre ellos el uso de equipos de medición topográfica calibrados en un tiempo no mayor a un año, en el comunicado de adjudicación del contrato. Así también se recordarán en las reuniones de seguimiento.	No aplica	Ingeniero civil del equipo del proyecto
T04	Mitigar	Se recordarán los requerimientos de los entregables, entre ellos los cálculos de carga, cálculos de regulación y planos de acometidas y control, en el comunicado de adjudicación del contrato. Así también se recordarán en las reuniones de seguimiento.	No aplica	Ingeniero eléctrico del equipo del proyecto

Análisis del Riesgo después del Plan de Respuesta - plan prevención					Monitoreo	
ID	Probabilidad final	Impacto final	Calificación final	Grado	Estado	Seguimiento
E01	30%	8	2,4	Medio	En seguimiento	12/09/2021
E02	30%	8	2,4	Medio	En seguimiento	12/09/2021
E03	30%	4	1,2	Medio	En seguimiento	12/09/2021
O01	30%	10	3,0	Muy bueno	En seguimiento	12/09/2021
O02	10%	8	0,8	Menor	En seguimiento	12/09/2021
O03	50%	8	4,0	Muy bueno	En seguimiento	12/09/2021
T01	10%	6	0,6	Leve	En seguimiento	12/09/2021
T02	10%	6	0,6	Leve	En seguimiento	12/09/2021
T03	10%	6	0,6	Leve	En seguimiento	12/09/2021
T04	10%	6	0,6	Leve	En seguimiento	12/09/2021

Fuente: Elaboración propia

17. Gestión de las adquisiciones del proyecto

17.1. Plan de gestión de las adquisiciones

La etapa de estudios y diseños estará a cargo del jefe del área técnica de la subdirección técnica de construcciones – STC del instituto distrital de recreación y deporte – IDR, vinculado a la entidad mediante contrato a término indefinido; razón por la cual se requiere asignar dentro de las responsabilidades en contratistas de prestación de servicios ya contratados por la entidad, para obtener los siguientes servicios profesionales:

Tabla 39. Adquisiciones para fases estudios y diseños.

	Profesionales	Servicios
Contratistas IDRD	1. Especialistas topógrafos.	1. Levantamiento topográfico.
	2. Especialistas estudios de suelos.	2. Estudio de suelos.
	3. Especialistas radiación solar	3. Estudio de radiación solar incidente.
	4. Ingeniero civil.	4. Estudio legal y normativo.
	5. Ingeniero Electricista.	5. Diseño eléctrico.
	6. Ingeniero mecánico.	6. Diseño de cimentación.
	7. Abogado.	7. Diseño estructural.
	8. Arquitecto.	8. Planos arquitectónicos.

Fuente: Elaboración propia

La etapa de construcción estará a cargo del jefe del área de interventoría de la subdirección técnica de construcciones – STC del instituto distrital de recreación y deporte – IDR, vinculado a la entidad mediante contrato a término indefinido; razón por la cual se requiere suscribir contratos de obra y de interventoría en contratos de obra que incluyen:

Tabla 40. Adquisiciones para obra de construcción.

Profesionales	Servicios
1. Empresa especialista civil.	1. Preliminares y obra civil.
2. Empresa especialista Electricista.	2. Suministro e izaje de estructura metálica.
3. Empresa especialista mecánica.	3. Suministro e instalación del sistema de paneles solares.
	4. Suministro, instalación e integración del sistema de regulación y control de energía.
	5. Capacitación de funcionamiento y mantenimiento del sistema.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Adquisiciones para interventoría de construcción.

Profesionales	Servicios
1. Ingeniero civil.	1. Obra civil.
2. Ingeniero Electricista.	2. Suministro e izaje de estructura metálica.
3. Ingeniero mecánico.	3. Suministro e instalación de sistema de paneles solares.
4. Abogado.	4. Suministro, instalación e integración del sistema de regulación y control de energía.
5. Arquitecto.	

Fuente: Elaboración propia

La adquisición de los servicios profesionales, de servicios y de construcción, suministro e instalación de obra civil y equipos, se realizará con base en la resolución No. 200 de 2020 del IDRD “por la cual se adopta el manual de contratación”, la cual establece la modalidad de contratación directa para los servicios profesionales en la etapa de diseño y licitación pública para contratar la construcción y su interventoría en la etapa de construcción y puesta en funcionamiento.

Dentro del alcance de los servicios profesionales de diseños a contratar, también se entregarán por parte de los contratistas los presupuestos de las obras ya mencionadas, que se consolidarán y servirán de punto de partida durante la licitación pública para comparar con las ofertas de los proveedores de los servicios necesarios.

Por otro lado, y de acuerdo con los diseños consolidados, se establecerán el pliego de condiciones generales donde se detallarán los requisitos de las ofertas, así como los criterios de evaluación de los ofertantes, los cuales se calificarán en una escala del 1 al 10, y se ponderarán con un porcentaje respectivo, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 42. Criterios de evaluación de ofertantes.

Criterio	Descripción	Ponderación
Experiencia	Se evalúa el tiempo de experiencia del proveedor en el mercado, se considera como referencia de máxima puntuación los proveedores con más de 5 años de experiencia certificada en proyecto de similares características.	30%
Precio	Se evalúan las ofertas presentadas por los diferentes proveedores, el valor base es el menor precio y tiene la mayor puntuación.	30%
Garantías	Se verifica las garantías del proveedor sobre los productos o servicios ofrecidos, con la máxima puntuación si se cubre el 100% de los costos de devolución, 100% del valor contratado y 100% sobre demoras en tiempos de entrega.	15%
Tiempo de entrega	Se mide que los tiempos de entrega se ajusten a los requeridos para la etapa del proyecto correspondiente.	15%
Servicio postventa	Se califica si el proveedor cuenta con canales y medios para atender las solicitudes o inquietudes relacionadas con su producto o servicio.	10%

Fuente: Elaboración propia

Los supervisores de los contratos (jefes de áreas técnica y de interventoría) llevarán a cabo la gestión y el seguimiento de los proveedores, mediante evaluación de calidad y/o desempeño que soportarán las cuentas de cobro mensuales y/o por avance de obra.

Se tendrán como restricciones y supuestos para las adquisiciones, los siguientes:

1. No se tiene registro de proveedores de suministro e instalación de paneles solares.
2. La oferta en el mercado nacional aún es reducida, dado que hasta ahora se está masificando el uso de energía fotovoltaica en equipamientos públicos, por lo que no se puede lograr una economía de escala que permita obtener descuentos importantes.
3. El aumento en la tasa de cambio del dólar.

El proyecto presenta los siguientes hitos, los cuales agrupan sus entregables:

1. Entrega de diseños definitivos (30/08/2021)

2. Informe final (03/01/2022)
3. Entrega de la construcción (30/08/2022)

Dentro del proceso licitatorio que se realizará, basado en el manual de contratación del IDRD, se determinan las siguientes garantías contractuales las cuales deberán ser establecidas con una aseguradora legalmente constituida en Colombia por el ganador del concurso licitatorio:

1. Buen manejo del anticipo, por el 100% del valor del anticipo con un tiempo igual al contrato y dos meses más.
2. Calidad y buen funcionamiento, por el 25% del valor del contrato con un tiempo igual al contrato y dos meses más.
3. Cumplimiento de obligaciones contractuales, por el 25% del valor del contrato con un tiempo igual al contrato y dos meses más.
4. Prestaciones sociales, pagos de salarios y parafiscales, por el 100% del valor del contrato con un tiempo igual al contrato y tres años más.
5. Responsabilidad civil extracontractual, por el 25% del valor del contrato con un tiempo igual al contrato y dos meses más.
6. Todo riesgo, por el 100% del valor del contrato con un tiempo igual al contrato y dos meses más.

Adicionalmente se establecen las siguientes multas:

1. 1% del valor total del contrato por cada día de retraso en la entrega final de este, hasta un máximo de 10 días; una vez cumplido este tiempo se declarará el incumplimiento del contrato.
2. 20% del valor total del contrato por incumplimiento de este.

La entidad no cuenta con información sólida del tipo de proveedores necesarios para las actividades relacionadas con los estudios y obras del sistema de generación fotovoltaica.

Los profesionales de la etapa de diseño que cuentan con experiencia en diseño y formulación de proyectos de parques se encuentran inscritos en la base de datos del departamento administrativo del servicio civil distrital – SIDEAP, con experiencia específica relacionada.

Para los contratistas de obra y de interventoría se visibilizan las personas naturales y jurídicas que cumplan con los requisitos técnicos y de experiencia referidos en los estudios previos y pliegos de condiciones del concurso público.

En la etapa de estudios y diseños, se entiende un producto satisfactorio al momento de obtener la respectiva licencia de construcción, así como obtener la aprobación del sistema por parte del operador de suministro de energía Enel-Codensa, todo ello dentro del cronograma del proyecto. Con base en las especificaciones técnicas, cantidades de obra y métodos constructivos que aporta la etapa de diseño, el jefe del área técnica de la subdirección técnica de construcciones del IRD determina los estudios previos y los términos de referencia, entre los que se tienen, el objeto, los alcances, el plazo y el presupuesto, para contratar la obra y su respectiva interventoría; todo esto es recogido por la subdirección de contratación, previa validación por parte de la oficina asesora de planeación y se elaboran los pliegos de condiciones o términos de referencia a publicitar en los portales de contratación estatal Colombia Compra Eficiente – SECOP.

El constructor responsable de las obras civiles, eléctricas y mecánicas deberá obtener aprobación por parte de la interventoría y del supervisor independiente, en función al apego del 100% según lo establecido en la licencia de construcción y los diseños eléctricos y mecánicos, así como ser recibido en debida forma por parte del operador de suministro de energía Enel-Codensa.

El seguimiento al proceso de construcción y puesta en funcionamiento está a cargo del jefe del área de interventoría de la subdirección técnica de construcciones del IRD, quien entregará al cliente interno del IDR que es la subdirección técnica de parques. Finalmente se debe evaluar que los productos y servicios entregados cumplan con los criterios establecidos en los contratos e incluyen además del cierre administrativo mediante actas de aceptación formal, actas de liquidación, cancelación de garantías y cierre del contrato.

17.2. Matriz de las adquisiciones

En seguida se muestra la matriz de adquisiciones.

Tabla 43. Matriz de adquisiciones del proyecto.

Cod. EDT	Producto o Entregable	Tipo de Adquisición	Modalidad de Adquisición	Fecha estimada inicio	Fecha estimada fin	Presupuesto Estimado
5.1.2	Campamento	Servicio	Selección abreviada	lun 3/01/22	jue 13/01/22	\$19.324.626
5.2.1	Construcción de cimentación	Servicio	Selección abreviada	lun 24/01/22	mar 15/03/22	\$ 25.644.823
5.2.2	Caseta eléctrica de control	Servicio	Selección abreviada	lun 24/01/22	vie 1/04/22	\$ 27.557.786
5.3	Instalación de estructura	Servicio	Licitación pública	lun 24/01/22	sáb 16/04/22	\$ 81.005.318
5.4.1	Montaje de paneles solares	Servicio	Licitación pública	sáb 16/04/22	jue 12/05/22	\$ 73.891.188
5.4.2	Montaje de sistema de regulación, control y almacenamiento	Servicio	Licitación pública	jue 12/05/22	mar 17/05/22	\$ 25.920.114
5.4.3	Construcción de acometidas eléctricas	Servicio	Licitación pública	mar 17/05/22	mié 15/06/22	\$ 72.575.842
5.5.1	Arranque y pruebas	Servicio	Selección abreviada	jue 16/06/22	mié 29/06/22	\$ 11.104.850
5.5.2	Certificación de normativas	Servicio	Selección abreviada	mié 29/06/22	lun 8/08/22	\$ 4.091.827
5.5.3	Capacitación y entrega de manuales de operación y mantenimiento	Servicio	Selección abreviada	lun 8/08/22	sáb 24/09/22	\$ 28.626.305

Fuente: Elaboración propia

17.3. Cronograma de compras

El proceso de contratación es una responsabilidad de la subdirección de contratación que inicia desde la selección de los proveedores que obtuvieron las mejores calificaciones en el proceso de análisis de ofertas para las adquisiciones descritas anteriormente, en el 14 de diciembre de 2021, y finaliza con la contratación de todos los oferentes seleccionados antes de las actividades que les corresponden, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 44. Cronograma de compras.

Adquisición	Modalidad	Inicio plazo	Plazo máximo
Empresa especialista civil	Selección abreviada	14/12/2021	20/12/2021
Empresa especialista mecánica	Licitación pública	14/12/2021	09/01/2022
Empresa especialista electricista	Licitación pública	14/12/2021	01/04/2022

Fuente: Elaboración propia

18. Gestión del valor ganado

18.1. Indicadores de medición del desempeño

Los indicadores de desempeño que recomienda el método del valor ganado para conocer el estado del proyecto en cualquier punto se describen en

Tabla 45. Indicadores de valor ganado de medición del desempeño.

Indicador	Formulación	Umbral control	Directriz
BAC	Costo Planeado Final <i>Budget At Completion</i>	Presupuesto inicial asignado al proyecto	
PV	Costo presupuestado del trabajo programado <i>Planned Value</i>	Suma de costos presupuestados inicialmente	

	Indicador	Formulación	Umbral control	Directriz
	EV	Costo presupuestado del trabajo realizado <i>Earned Value</i>	Suma de costos de lo real ejecutado al corte analizado	
	AC	Costo real del trabajo realizado <i>Actual Cost</i>	Suma de costos reales invertidos en las actividades	
	SV	Variación de programación <i>Schedule Variance</i>	= EV - PV	<p>SV = Negativo SV > 10% BAC</p> <p>Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos humanos a las labores para minimizar la variación. Construcción: Reunión con contratista, exigencia plan de acción de mejora en tiempo mínimo e informar preventivamente a las aseguradoras.</p> <hr/> <p>SV = Negativo SV < 10% BAC</p> <p>Diseño: Reunión director de proyecto análisis de asignación de tareas y apoyo del equipo a labores retrasadas para terminarlas pronto. Construcción: Reunión con contratista y exigencia plan de acción para mejora en tiempo mínimo.</p>
	CV	Variación del costo <i>Cost Variance</i>	= EV - AC	<p>CV = Negativo CV > 10% BAC</p> <p>Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos humanos a las labores o tomar decisión de finalizar el proyecto. Construcción: Reunión con contratista, exigencia para mantener costos dentro del plan, contratista debe buscar alternativas o asumir diferencias e informar preventivamente a las aseguradoras.</p> <hr/> <p>CV = Negativo CV < 10% BAC</p> <p>Diseño: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos determinar la causa y asignar recursos de reservas. Construcción: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos establecer negociación con contratista para mantener costos dentro del plan o máximo cubrir 5% y diferencias asumidas por contratista.</p>
	SPI	Índice de rendimiento de la programación <i>Schedule Performance Index</i>	= EV / PV	<p>SPI < 0,85</p> <p>Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos humanos a las labores para minimizar la variación. Construcción: Reunión con contratista, exigencia plan de acción de mejora en tiempo mínimo e informar preventivamente a las aseguradoras.</p> <hr/> <p>0,85 < SPI < 1</p> <p>Diseño: Reunión director de proyecto análisis de asignación de tareas y apoyo del equipo a labores retrasadas para terminarlas pronto. Construcción: Reunión con contratista y exigencia plan de acción para mejora en tiempo mínimo.</p>
	CPI	Índice de rendimiento de los costos <i>Cost Performance Index</i>	= EV / AC	<p>CPI < 0,85</p> <p>Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos económicos a las labores o tomar decisión de finalizar el proyecto. Construcción: Reunión con contratista, exigencia para mantener costos dentro del plan, contratista debe asumir diferencias e informar preventivamente a las aseguradoras</p> <hr/> <p>0,85 < CPI < 1</p> <p>Diseño: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos determinar la causa y asignar recursos de reservas Construcción: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos establecer negociación con contratista para mantener costos dentro del plan o máximo cubrir 5% y diferencias asumidas por contratista</p>
	EAC	Costo estimado al finalizar <i>Estimate at Completion</i>	= BAC / CPI	<p>EAC > 1,3 BAC</p> <p>Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos económicos a las labores o tomar decisión de finalizar el proyecto. Construcción: Reunión con contratista, exigencia para mantener costos dentro del plan, contratista debe buscar alternativas o asumir diferencias, no se adicionará más recursos.</p> <hr/> <p>BAC < EAC < 1,3 BAC</p> <p>Diseño: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos determinar la causa y asignar recursos de reservas</p>

Indicador	Formulación	Umbral control	Directriz
VAC	Variación al finalizar <i>Variance at Completion</i> = BAC - EAC	VAC negativo VAC > 30% BAC	Construcción: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos establecer negociación con contratista para mantener costos dentro del plan o máximo cubrir 5% y diferencias asumidas por contratista Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos económicos a las labores o tomar decisión de finalizar el proyecto. Construcción: Reunión con contratista, exigencia para mantener costos dentro del plan, contratista debe buscar alternativa para minimizar diferencias, no se adicionará más recursos.
		VAC negativo VAC < 30% BAC	Diseño: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos determinar la causa y asignar recursos de las reservas Construcción: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos establecer negociación con contratista para mantener costos dentro del plan o máximo cubrir 5% y diferencias asumidas por contratista
TCPI	Índice de rendimiento para completar <i>To Complete Performance Index</i> = (BAC - EV) / (BAC - AC)	TCPI > 1,3	Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos económicos a las labores o tomar decisión de finalizar el proyecto. Construcción: Reunión con contratista, exigencia para mantener costos dentro del plan, contratista debe buscar alternativa para minimizar diferencias, no se adicionará más recursos.
		1 < TCPI < 1,3	Diseño: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos determinar la causa y asignar recursos de las reservas. Construcción: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos establecer negociación con contratista para mantener costos dentro del plan o máximo cubrir 5% y diferencias asumidas por contratista
ETC	Estimado hasta concluir <i>Estimate to Complete</i> = EAC - AC	ETC > 1,3 (BAC - AC)	Diseño: Reunión con patrocinador para asignar más recursos económicos a las labores o tomar decisión de finalizar el proyecto. Construcción: Reunión con contratista, exigencia para mantener costos dentro del plan, contratista debe buscar alternativas o asumir diferencias, no se adicionará más recursos.
		(BAC - AC) < ETC < 1,3 (BAC - AC)	Diseño: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos determinar la causa y asignar recursos de reservas Construcción: Reunión director de proyecto análisis de sobrecostos establecer negociación con contratista para mantener costos dentro del plan o máximo cubrir 5% y diferencias asumidas por contratista

Fuente: Elaboración propia

18.2. Análisis de valor ganado y curva S

Mediante el uso del software Microsoft Project® se obtiene la respectiva curva S del proyecto, siendo esta la base para el control del proyecto, a continuación, se presentan los avances en dos puntos de control del proyecto, los cuales se tratan a continuación:

18.2.1 Informe a enero 3 de 2022.

A la fecha del informe se presentan los siguientes índices.

Tabla 46. Índices de valor ganado del primer informe.

Índice	Valor
Costo Planeado Tarea Final: BAC	\$ 398.158.863
Valor planeado: PV	\$ 27.902.168
% Completado	42%
Valor acumulado: EV	\$ 21.134.667
Costo Real: AC	\$ 29.250.000
Variación Cronograma: SV	-\$ 6.767.501
%SV	-24%
Índice Rend Crono: SPI	0,76
Variación Costo: CV	-\$ 8.115.333
%CV	-38%
Índice Rend Costo: CPI	0,72
Costo Estimado Final: EAC	\$ 551.044.722
Variación al Finalizar: VAC	-\$ 152.885.859
Índice Rend para Completar: TCPI	1,02
Estimado hasta Concluir: ETC	\$ 521.794.722

Fuente: Elaboración propia

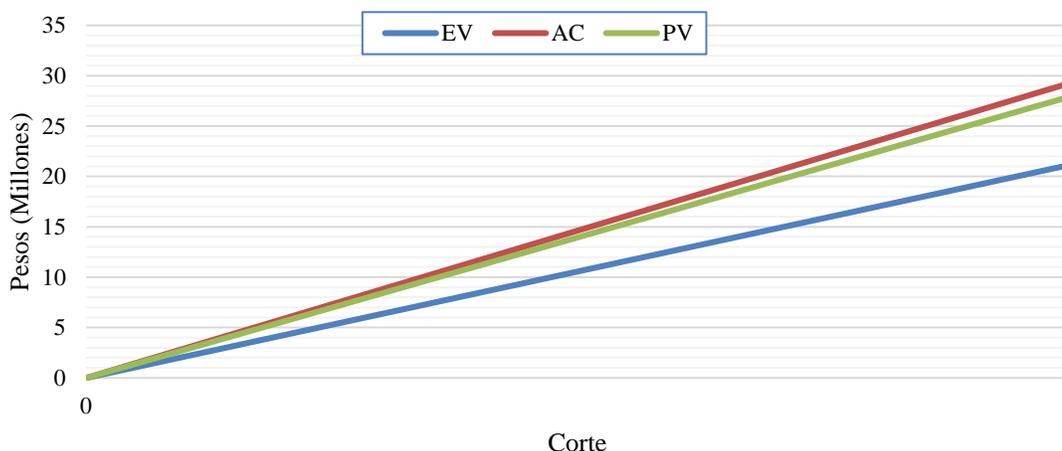


Figura 24. Curva S de informe 1 03/01/2022

Fuente: Elaboración propia

En general los índices muestran que, según las directrices detalladas en la Tabla 45, el proyecto debe revisarse principalmente con el patrocinador, IDRD, para definir el curso

de este; pues se tuvieron sobrecostos en todas las actividades tanto de la fase de estudios como la de diseño del proyecto.

El IDRDR tiene en cuenta que el proyecto a la fecha de control, a enero 3 de 2022, está la fase de menor costo y las actividades fueron desarrolladas por personal propio de prestación de servicios del IDRDR, por lo que se puede dar el manejo adecuado, asignar más tiempo de este personal para las actividades y de esta manera continuar con la ejecución del proyecto. Por lo tanto, se procurará darle celeridad a las actividades de contratación para lograr la selección de un proveedor que sea el más adecuado económicamente para compensar los sobrecostos de las fases mencionadas. En resumen, a pesar de los índices desfavorables, el proyecto continúa.

18.2.2 Informe a mayo 12 de 2022.

A la fecha del segundo informe se presentan los siguientes índices.

Tabla 47. Índices de valor ganado del segundo informe.

Índice	Valor
Costo Planeado Tarea Final: BAC	\$ 398.158.863
Valor planeado: PV	\$ 283.834.363
% Completado	76%
Valor acumulado: EV	\$ 183.836.503
Costo Real: AC	\$ 164.800.000
Variación Cronograma: SV	-\$ 99.997.860
%SV	-35%
Índice Rend Crono: SPI	0,65
Variación Costo: CV	\$ 19.036.503
%CV	10%
Índice Rend Costo: CPI	1,12
Costo Estimado Final: EAC	\$ 356.929.007
Variación al Finalizar: VAC	\$ 41.229.856
Índice Rend para Completar: TCPI	0,92
Estimado hasta Concluir: ETC	\$ 192.129.007

Fuente: Elaboración propia

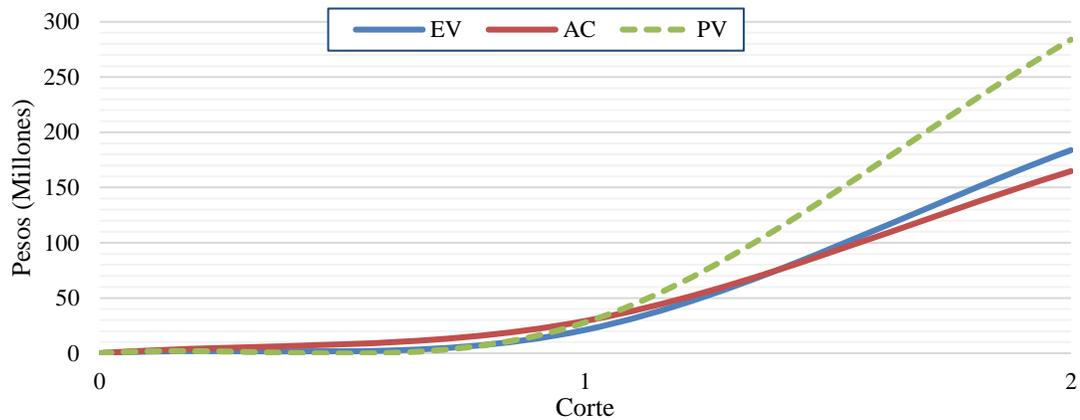


Figura 25. Curva S de informe 2 12/05/2022

Fuente: Elaboración propia

A la fecha de corte de este informe, los índices muestran que económicamente el proyecto es estable y puede seguirse ejecutando; sin embargo, presenta un atraso considerable en la ejecución; razón por la cual se deben implementar acciones inmediatas con el constructor (contratista) para que mitigue este atraso y que no se materialice el riesgo de incumplimiento del contrato.

El proyecto debe seguir su ejecución, manteniendo el control sobre los costos, esperando un costo menor al inicialmente planificado. Se deben tomar acciones contundentes para minimizar el atraso, debe exigirse al contratista la incorporación a su costo de mayor personal para avanzar en mayor medida en las actividades, so pena de incurrir en la aplicación de multas establecidas en el contrato.

18.2.3 Informe a septiembre 24 de 2022.

A la fecha del tercer informe se presentan los siguientes índices.

Tabla 48. Índices de valor ganado del tercer informe.

Índice	Valor
Costo Planeado Tarea Final: BAC	\$ 398.158.863
Valor planeado: PV	\$ 398.158.863
% Completado	100%
Valor acumulado: EV	\$ 398.158.863
Costo Real: AC	\$ 376.160.000
Variación Cronograma: SV	\$ 0
%SV	0%
Índice Rend Crono: SPI	1
Variación Costo: CV	\$ 21.998.863
%CV	6%
Índice Rend Costo: CPI	1,06
Costo Estimado Final: EAC	\$ 376.160.000
Variación al Finalizar: VAC	\$ 21.998.863
Índice Rend para Completar: TCPI	0
Estimado hasta Concluir: ETC	\$ 0

Fuente: Elaboración propia

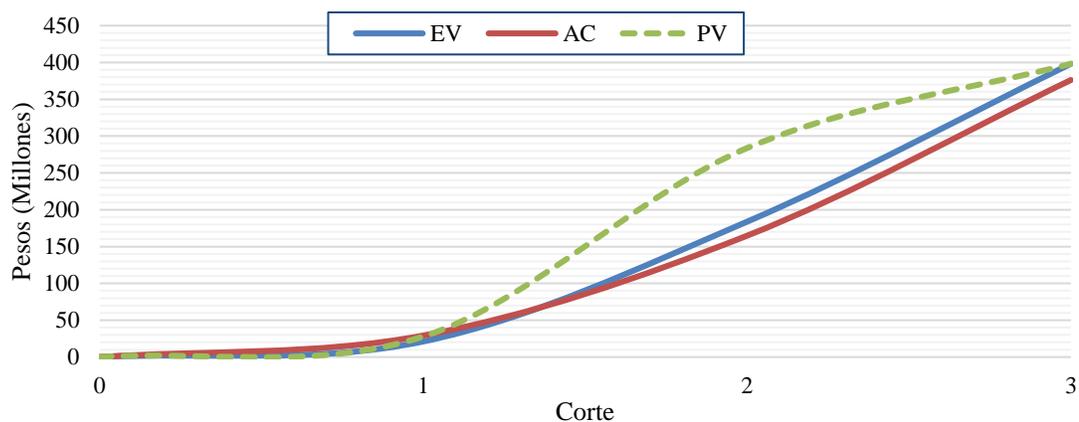


Figura 26. Curva S de informe 3 24/09/2022

Fuente: Elaboración propia

A la fecha de corte de este informe, los índices muestran que económica y cronológicamente el proyecto fue exitoso, y que las medidas tomadas con anterioridad, destinando recursos extras para acelerar los procesos, fueron suficientes para solucionar la variación negativa que se presentaba en el cronograma.

19. Informe de avance de proyecto

Respecto al corte de avance del 12 de mayo de 2022, se resaltan los siguientes aspectos:

1. Hay un avance del cronograma del 76%.
2. Se tiene una variación del cronograma del -35%.
3. Se tiene una variación de los costos de un 10%.
4. Si el comportamiento analizado se mantiene, el costo final disminuiría en \$41.229.856 pesos.

Referente al corte de avance del 24 de septiembre de 2022, el cual representa la finalización del proyecto, se destaca:

1. Se tiene una variación de los costos de un 6%.
2. El costo final disminuyó en \$ 21.998.863 pesos.
3. Se tiene una variación de cronograma de 0%.

Conclusiones

Para proyectos que involucran recursos públicos, la metodología propuesta por el PMI, aplicada con rigurosidad y apego para la formulación del plan de dirección del proyecto, permitió determinar y definir una herramienta de planeación, ejecución, seguimiento y control para la alta Dirección del IDR, garantizando llevar el proyecto dentro de su alcance, costo y plazo de ejecución, reportando y respondiendo a los interesados en tiempo real y a través de medios de comunicación modernos y de acceso universal, al igual que determinando los riesgos y su planes de respuesta para apropiar los recursos adecuados en la reserva de contingencia.

El proyecto cumple con lo establecido en la política ambiental y social del IDR, dado que, de una parte, la solución de energización del parque San Andrés es a partir de energía renovables como lo es la fotovoltaica, y de otra, su plazo de ejecución, puesta en funcionamiento y primeros años de estabilidad, no sobrepasa el periodo de 4 años de la administración actual (31 de diciembre de 2023).

Recomendaciones

Incorporar en los estudios previos y pliegos de condiciones de procesos de selección de contratos de diseño y construcción, incentivos a la inclusión de este tipo de soluciones de energías renovables para las edificaciones, parques y escenarios deportivos del IDR.

Comunicar las bondades del proyecto desde las etapas tempranas de estudios y diseños, así como del proceso de selección de la entidad que se encargará de la construcción y puesta en funcionamiento, con el acompañamiento de los entes de control, la comunidad beneficiaria y los funcionarios de la Subdirección Técnica de Parques, en especial los encargados de la administración del parque.

Involucrar al Grupo Energía Bogotá, a Enel Codensa y a la Subdirección de Servicios Públicos de la Secretaría Distrital de Hábitat, para visibilizar el proyecto y constituirlo como referente de aplicabilidad en otras entidades del Distrito Capital.

Bibliografía

ACER. (2020). *Información asociados*. Recuperado el Octubre de 2020, de Página web Asociación Colombiana de Energías Renovables - ACER:
<https://www.asorenovables.com/informacion/>

Alcaldía local de Engativá. (2016). *Parque San Andres*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2020, de Alcaldía local de Engativá página web:
<http://www.engativa.gov.co/milocalidad/parque-san-andres>

Alonso, J. (2020). *Los 10 paneles solares más eficientes REALES*. Obtenido de Página web Sunfields Europe: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/los-10-paneles-solares-mas-eficientes-del-mercado/>

ANLA. (2016). *Resolución 1283 de 2016*. Obtenido de Página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA:
<http://portal.anla.gov.co/normatividad/resoluciones/resolucion-1283>

CalculationSolar.com. (2020). *Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada*. Obtenido de Página web CalculationSolar.com:
<http://calculationsolar.com/es/calcular.php#>

Casa Editorial El Tiempo. (19 de Agosto de 2018). *Qué hacer con la basura electrónica de los hogares y las oficinas*. Obtenido de El Tiempo:
[https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/produccion-de-basura-electronica-en-colombia-257770#:~:text=Para%20el%20caso%20de%20Colombia,El%C3%A9ctricos%20y%20Electr%C3%B3nicos%20\(Raee](https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/produccion-de-basura-electronica-en-colombia-257770#:~:text=Para%20el%20caso%20de%20Colombia,El%C3%A9ctricos%20y%20Electr%C3%B3nicos%20(Raee)

Casa Editorial El Tiempo. (20 de Junio de 2019). *La chatarra, un mercado de alto valor*. Obtenido de Portafolio.co: <https://www.portafolio.co/economia/la-chatarra-un-mercado-de-alto-valor-530831>

Casa Editorial El Tiempo. (7 de Marzo de 2019). *Según estudio, TransMilenio genera altos niveles de contaminación*. Obtenido de El Tiempo:
<https://www.eltiempo.com/bogota/estudio-revela-que-transmilenio-genera-altos-niveles-de-contaminacion-334308>

Casa Editorial El Tiempo. (10 de Septiembre de 2020). Bogotá vivió otra noche de caos en medio del vandalismo y protestas. *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/bogota-vivio-otra-noche-de-caos-en-medio-del-vandalismo-y-protestas-544484>

Climate-data. (2021). *Clima Bogota: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Bogota - Climate-Data.org*. Obtenido de Climate-data.org: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/bogota/bogota-5115/>

Climate-data. (2021). *Clima Cota: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Cota - Climate-Data.org*. Obtenido de Climate-data.org: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cundinamarca/cota-49872/>

Climate-data. (2021). *Clima Funza: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Funza - Climate-Data.org*. Obtenido de Climate-data.org: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cundinamarca/funza-49860/>

Conéctate al sol. (13 de Junio de 2016). *¿Qué impacto ambiental tiene la energía solar fotovoltaica?* Obtenido de Conéctate al Sol: <https://conectatealsol.com/news/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-solar-fotovoltaica/>

Corporación Ambiental Empresarial - CAEM. (2007). *Factores de emisión*. Bogotá.

CREG. (2018). *Resolución No. 030 de 2018*. Obtenido de Página web Comisión de Regulación de Energía y Gas: [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191/\\$FILE/Creg030-2018.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191/$FILE/Creg030-2018.pdf)

Damia Solar. (25 de Mayo de 2019). *Cuál es la vida útil de los paneles solares*. Obtenido de [damiasolar.com](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/cual-es-la-vida-util-de-los-paneles-solares_1#:~:text=Su%20esperanza%20de%20vida%20es,media%20de%20hasta%2035%20a%C3%B1os): https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/cual-es-la-vida-util-de-los-paneles-solares_1#:~:text=Su%20esperanza%20de%20vida%20es,media%20de%20hasta%2035%20a%C3%B1os

Enel Codensa. (9 de octubre de 2020). *Histórico Consumos*. Bogotá, Colombia.

ENEL S.A. (2018). *Descripción del mercado*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2020, de Enel Codensa página web: <https://www.enel.com.co/es/empresas/enel-emgesa/como-se-genera-la-electricidad.html>

Enel S.A. (2018). *Vender energía eléctrica | Enel-Codensa*. Obtenido de Enel.com.co: <https://www.enel.com.co/es/empresas/enel-codensa/vender-energia-electrica.html>

FOPAE. (Octubre de 2010). *Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones*. Obtenido de idiger.gov.co: https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Zonificacion_Respuesta_Sismica-FOPAE-2010.pdf

Fundación Unipymes. (31 de Octubre de 2013). *Impulso a las mejores prácticas de reciclaje del cobre*. Obtenido de Unipymes - Diplomados Virtuales Cursos Empresariales: <https://www.unipymes.com/la-industria-del-reciclaje-de-cobre-le-juega-limpio-a-colombia/>

Girasol Energía. (20 de Mayo de 2019). *La vida útil de una instalación fotovoltaica*. Obtenido de Girasol Energía: <https://girasolenergia.com/la-vida-util-de-una-instalacion-fotovoltaica/>

Google. (2020). *Google Earth*, 9.121.0.3. Recuperado el Octubre de 2020, de Google Earth: <https://earth.google.com/web/>

IDIGER. (2021). *Riesgo Sísmico - Idiger*. Obtenido de Idiger.gov.co: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

IDRD. (22 de Agosto de 2014). *Procesos y procedimientos. IDRD, 2*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2020, de IDRD página web: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/MAPA%20DE%20PROCESOS%20IDRD.pdf>

IDRD. (2018). *Sistema Integrado de Gestión | INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE*. Obtenido de Idrd.gov.co: <https://www.idrd.gov.co/sistema-integrado-gestion>

IDRD. (Octubre de 2019). *Informe MIPG Consolidado*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2020, de IDRD página web:

<https://www.idrd.gov.co/transparencia/planeacion/informes-empalme/informe-mipg-consolidado>

INTI. (2016). *Gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina*. Obtenido de Página web Instituto Nacional de Tecnología Industrial:

<https://www.inti.gob.ar/publicaciones/descargac/20>

IRENA. (Junio de 2020). *Solar Costs*. Obtenido de Página Web International Renewable Energy Agency (IRENA): <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Costs/Solar-Costs>

IRENA. (2020). *Trends in Renewable Energy*. Obtenido de Página web International Renewable Energy Agency (IRENA): <https://public.tableau.com/views/IRENARETimeSeries/Charts?:embed=y&:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no>

IRENA AND IEA-PVPS. (2016). *END-OF-LIFE MANAGEMENT: SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS*. Obtenido de irena.org: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Obtenido de Minambiente.gov.co: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-integral-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-raee>

MMG Designs. (2020). *¿Qué hacer con las pilas y baterías agotadas? Tercera parte*. Obtenido de Rezagos.com: <http://www.rezagos.com/pages/pilas-3-parte.html>

NREL. (2021). *Best Research-Cell Efficiency Chart*. Obtenido de Nrel.gov Web site: <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>

Obaid, A. (26 de Noviembre de 2019). *Reciclaje de baterías de litio, el difícil desafío que se viene con la electromovilidad*. Obtenido de La Tercera: <https://laboratorio.latercera.com/tiempo-de-actuar/noticia/reciclaje-baterias-litio-dificil-desafio-se-viene-la-electromovilidad/915626/>

Pascualino, J., Cabrera, C., & Vanegas, M. (2015). Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. *Prospect*, 13, 68-75.

Placer Vial. (s.f.). *RENAULT-SOFASA INSTALA PARQUEADERO SOLAR*.

Recuperado el 9 de Octubre de 2020, de Página Web Placer Vial:

<http://www.placervial.com/2/vehiculos/responsabilidad-social-628934>

Procables. (2014). *Cómo todo lo elaborado por el hombre los cables nos brindan servicios y comodidades, pero también generan impactos ambientales. A diario millones de toneladas de cables resultan en los rellenos sanitarios contribuyendo a la contaminación del Planeta*. Obtenido de Procables.com.co:

<https://www.procables.com.co/es/notas-ecologicas-procables/432-2018-07-05-11-18-46.html>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). *Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción*. Obtenido de ambientebogota.gov.co:

http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/GUIA_MANEJO_AMBIENTAL_FINAL.pdf

Secretaría Distrital del Hábitat. (2019). *Hábitat en cifras. Localidad de Engativá*.

Obtenido de Página web Secretaría Distrital del Hábitat:

<http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Engativa.pdf>

SER Colombia. (2016). *Nuestros Asociados*. Recuperado el Octubre de 2020, de Página Web Asociación de energías renovables Colombia – SER Colombia:

<https://www.ser-colombia.org/index.php/asociados>

SUNCOLOMBIA SAS. (2018). *Calcula tu proyecto SUNCOLOMBIA SAS*.

Obtenido de Página Web SUNCOLOMBIA SAS:

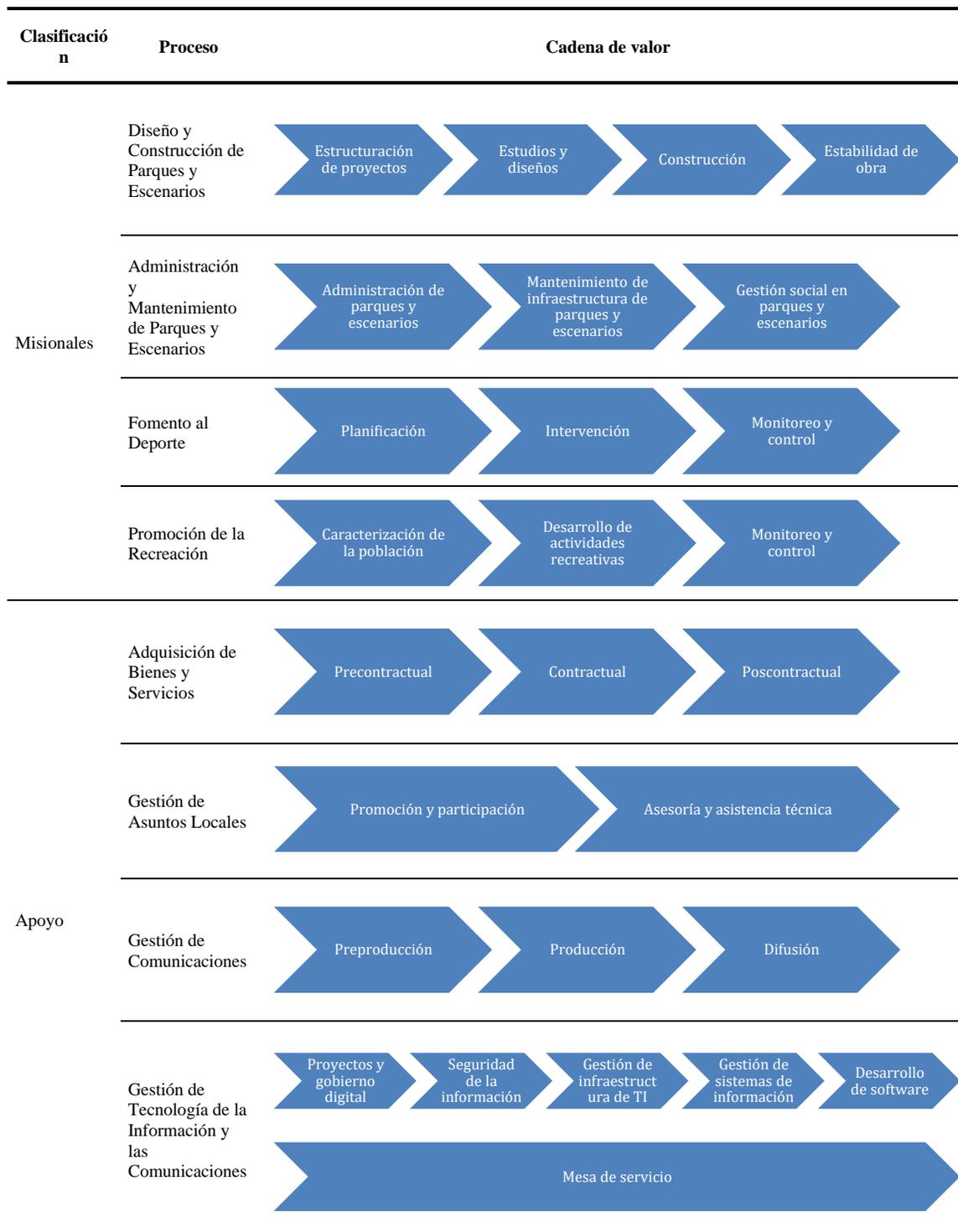
<https://www.suncolombia.com/energia-solar-en-colombia-paneles-solares-fotovoltaicos/>

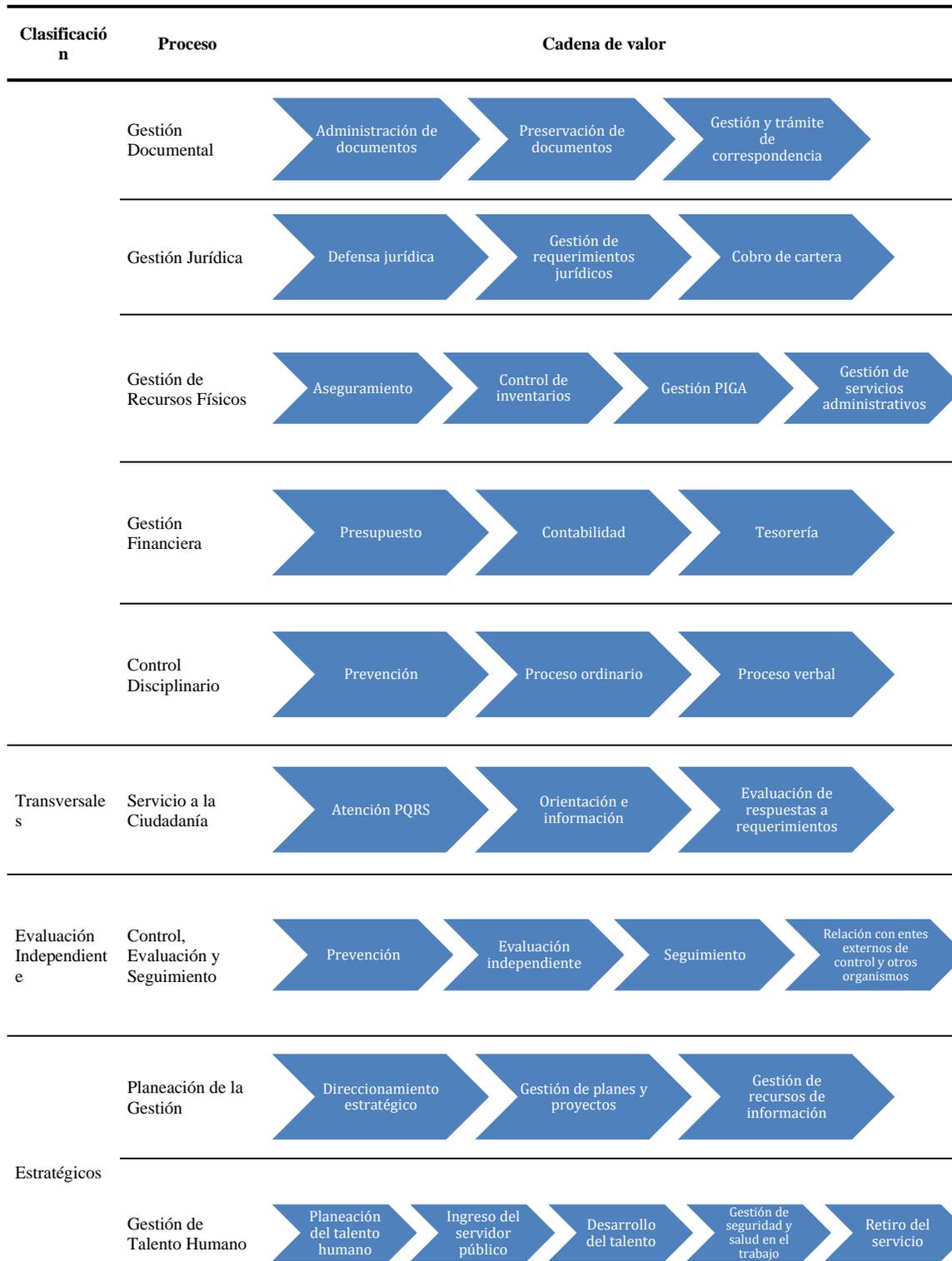
UPME. (2014). *Ley 1715 de 2014*. Obtenido de Página web de La Unidad de Planeación Minero Energética UPME:

https://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf

Anexo 1. Cadena de valor del IDRD

Tabla 49. Cadena de valor del IDRD





Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Estructura organizacional del IDRD

Tabla 50. Estructura organizacional del IDRD

Dependencia Estructura Orgánica	Descripción
Dirección General	Es la máxima instancia del IDRD, encargada de Liderar y promover el cumplimiento de los objetivos de la Institución en concordancia con el Plan de Desarrollo y las políticas trazadas por el Gobierno Distrital y la Junta Directiva.
Secretaría General	Dependencia de apoyo encargada de hacer seguimiento a las estrategias y mecanismos definidos por la Dirección General, para el cumplimiento de las metas y objetivos de acuerdo con la misión institucional. Responsable del proceso de Gestión Documental de la entidad.
Subdirección Técnica de Construcciones	Coordina los procesos de diseño, contratación, ejecución, construcción e interventoría de los proyectos de infraestructura de parques y escenarios, que se encuentren contemplados para el desarrollo del objeto social del IDRD.
Subdirección Técnica de Parques	Tiene a su cargo la administración y mantenimiento de los parques y escenarios, su apropiación social por parte de la ciudadanía y su aprovechamiento económico.
Subdirección Técnica de Recreación y Deportes	Responsable de diseñar, coordinar y ejecutar programas de estímulos a la educación física, al deporte y a la recreación deportivos y recreativos, con el fin de contribuir al mejoramiento físico y mental de los habitantes del Distrito Capital.
Subdirección Administrativa y Financiera	Es la dependencia encargada de proponer, implementar y ejecutar políticas relacionadas con la administración de recursos humanos, físicos y financieros con los que cuenta la entidad.
Subdirección de Contratación	Responsable de asesorar a la Dirección General y a las dependencias de la entidad, en temas relacionados con la actividad contractual, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente.
Oficina Asesora de Comunicaciones	Asesorar a la Dirección General en la formulación y ejecución, así como en la divulgación de las actividades, planes y programas que desarrolle el Instituto.
Oficina Asesora de Planeación	Dirigir y coordinar las acciones necesarias para el cumplimiento de las políticas, normas y las disposiciones que regulen los procedimientos y trámites de la Oficina.

Dependencia Estructura Orgánica	Descripción
Oficina Asesora Jurídica	Asesorar a la Dirección General, las Subdirecciones, la Secretaría General y demás dependencias, en temas y asuntos de contenido Jurídico de competencia del IDRD.
Oficina Control Disciplinario	Administrar, asesorar y aplicar de manera integral lo previsto, en la Ley 734 de 2002 y demás normas complementarias, relacionadas con el régimen disciplinario establecido para todos los servidores del IDRD, adoptadas por la Dirección de Asuntos Disciplinarios de la Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá o quien haga sus veces.
Oficina de Asuntos Locales	Asesorar a la Dirección General en la formulación de políticas y planes a nivel local que deba ejecutar la Entidad, en cumplimiento de su misionalidad.
Oficina de Control Interno	Asesorar a la Dirección General en el desarrollo, perfeccionamiento, mantenimiento y mejoramiento del Sistema de Control Interno, proponiendo, coordinando e impulsando técnicas y herramientas que faciliten el ejercicio y aplicación de este.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Matriz de involucrados

Tabla 51. Matriz de involucrados, con expectativas y aporte sobre el proyecto.

Grupo de Interesados	Interés en el Proyecto	Influencia en el Proyecto
Entidades de control	Alto, dado que ejercen el control fiscal, disciplinario, etc., en la ejecución de los recursos públicos.	Positiva, aplicando el control y aplicación de la ley respecto a desviaciones que se puedan presentar en la ejecución de recursos públicos.
Servidores públicos	Medio, pues ven inversión en proyectos ambientales que los involucran por el beneficio general, para referenciarlos a otras entidades.	Positiva, pues generan alertas a las Entidades de Control ante desviaciones importantes en la ejecución de los recursos públicos asignados.
Visitantes	Medio, es un proyecto que pueden visitar y conocer, para mostrarlo como ejemplo en la implementación en otras instituciones públicas y privadas.	Positiva o negativa, de acuerdo con: Sus comentarios personales y el compartir la información a otros visitantes. La percepción del compromiso del IDRD con la implementación de soluciones que ayudan al medio ambiente.
Contratistas	Alto, este tipo de proyectos que involucran nuevas tecnologías los hace evolucionar y ampliar su experiencia para aplicarla en otros proyectos, y generar confianza para que muchas instituciones implementen soluciones de este tipo. Además, presenta beneficio económico.	Positiva, pues aporta a su infraestructura, experiencia y fuerza laboral para la construcción del proyecto, su operación y mantenimiento.
Clientes / Usuarios	Muy alto, puesto que esperan recibir un servicio de calidad igual o mayor al actual. Igualmente esperan que los recursos públicos se usen de manera apropiada y aún más cuando el proyecto trae un beneficio general a toda la comunidad y el medio ambiente.	Positiva o negativa, de acuerdo con: Sus comentarios particulares y el compartir la información a otros usuarios. La percepción del compromiso del IDRD con la implementación de soluciones que ayudan al medio ambiente.

Grupo de Interesados	Interés en el Proyecto	Influencia en el Proyecto
Medio Ambiente	Alto, debido a su propia conservación.	Positiva, puesto que utilizar energías renovables beneficia el medio ambiente.
Comunidad	Alto, pues pueden ver directamente la inversión de los recursos en temas prioritarios para la comunidad como es el medio ambiente y así recibir un beneficio de los aportes que hacen al erario.	Positiva o negativa, de acuerdo con: Sus comentarios particulares y el compartir la información a otros ciudadanos. La percepción del compromiso del IDRD con la implementación de soluciones que ayudan al medio ambiente.
Junta Directiva	Alto, son unos de los principales interesados pues son los responsables de asegurar que las inversiones realizadas los encaminan a cumplir sus objetivos y políticas, dentro de parámetros establecidos (costo, tiempo, alcance).	Positiva, por ser un apoyo general al proyecto con asignación de recursos económicos, establecer tiempos y delimitar alcance en busca del objetivo principal del proyecto.
Estado	Alto, pues es un proyecto que se encamina a cumplir compromisos internacionales para conservación y uso racional de los recursos naturales.	Positiva, por medio de: Asignación de recursos económicos suficientes para ejecutar el proyecto en tiempo, costo, alcance, etc., establecidos. Legislación que promueve y facilita la ejecución de este tipo de proyectos, otorgando estímulos económicos a los patrocinadores.
Prestador de servicio de energía	Alto, pues el desarrollo de este tipo de proyectos impacta sus intereses.	Negativa, puesto que la autogeneración reduce sus ingresos operacionales.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Caso de Negocio

CONTROL DE VERSIONES				
Versión	Elaborada por	Aprobada por	Cargo	Fecha
1	Grupo 14 - C.E.M. Ingenieros Eduardo Sánchez Alvarado Joaquín Darío Sanmiguel Torres Willian Fernando Villamil Castañeda			27/09/2020
CASO DE NEGOCIO				
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA				
<p>Acorde a la política institucional del IDR D de controlar el impacto ambiental y de promover el uso responsable de los recursos, se requiere realizar el estudio, implementación y puesta en marcha de un sistema de generación de energía con paneles solares fotovoltaicos en el parque San Andrés en la localidad de Engativá.</p>				
VISIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN				
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN				
<p>Diseño y construcción de un sistema de generación de energía alternativa renovable, que permita reducir la demanda de energía de la red pública, y consecuentemente reducir el impacto ambiental generado por sus actividades</p>				
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS				
DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA			CALIFICACIÓN	
Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica alternativa con paneles solares fotovoltaicos.			2,80 / 3	
Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica alternativa con sistemas eólicos o aerogeneradores.			2,20 / 3	
Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica alternativa con biodigestores junto con una turbina de gas			1,68 / 3	
DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA QUE DA ORIGEN AL PROYECTO				
<p>Consiste en el diseño y construcción de un sistema de generación de energía con paneles solares fotovoltaicos. Estos paneles solares permiten aprovechar la luz solar mediante el efecto fotoeléctrico convirtiéndola en energía eléctrica, disponible para su uso inmediato o su almacenamiento en baterías para su posterior uso.</p> <p>El sistema básicamente está conformado por cuatro elementos principales, panel solar, controlador electrónico, baterías e inversor; los cuales se integrarán a la red eléctrica existente del parque permitiendo que la energía eléctrica generada por los paneles solares fotovoltaicos sea utilizada en los diferentes aparatos eléctricos, minimizando así la demanda de energía, proveniente de la red pública de la ciudad.</p>				
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO				
<p>El producto final del proyecto será un parque solar (conjunto de paneles solares fotovoltaicos) ubicado para en el parque zonal San Andrés de la localidad de Engativá, que reducirá la demanda de energía a la red pública.</p>				

Anexo 5. Flujo de caja

Tabla 52. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
(+) Ingresos							
Ingreso por cuentas gasto de energía	-	30.720.000	31.641.600	32.590.848	33.568.573	34.575.631	35.612.900
Incremento inflación anual (proyectado)	-		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ingreso por ahorro de energía con inflación	-	31.641.600	32.590.848	33.568.573	34.575.631	35.612.900	36.681.287
Ingreso por venta de energía (10% de generación)	-	3.072.000	3.164.160	3.259.085	3.356.857	3.457.563	3.561.290
Ingreso por ahorro de energía + venta de energía		34.713.600	35.755.008	36.827.658	37.932.488	39.070.463	40.242.577
(-) Egresos							
Reposición inversor	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de administrativo (Aumento mantenimiento)	-	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)
Total egresos	-	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)
(-) Gastos No Desembolsables							
Depreciación estructura soporte (20 años)	-	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)
Depreciación caseta control (20 años)	-	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)
Depreciación paneles solares (10 años)	-	(17.238.291)	(17.238.291)	(17.238.291)	(17.238.291)	(17.238.291)	(17.238.291)
Gastos de inversión	-	(27.522.674)	(27.522.674)	(27.522.674)	-	-	-
Total Egresos No Desembolsables	-	(51.471.362)	(51.471.362)	(51.471.362)	(23.948.688)	(23.948.688)	(23.948.688)
Excedentes - Utilidad Antes de Impuestos	-	(17.338.682)	(16.297.274)	(15.224.624)	13.402.880	14.540.855	15.712.969
Impuestos (Exento, entidad pública)	-	-	-	-	-	-	-
Excedente - Utilidad Neta	-	(17.338.682)	(16.297.274)	(15.224.624)	13.402.880	14.540.855	15.712.969
(+) Ajuste por Gastos No Desembolsables	-	51.471.362	51.471.362	51.471.362	23.948.688	23.948.688	23.948.688
(-) Inversiones							
Construcción estructura soporte	(106.650.142)	-	-	-	-	-	-
Construcción caseta control	(27.557.786)	-	-	-	-	-	-
Paneles solares y equipos	(172.382.912)	-	-	-	-	-	-
Gastos de inversión	(82.568.023)	-	-	-	-	-	-
Total Inversión	(389.158.863)	-	-	-	-	-	-
(+) Beneficios							
Valor de Desecho	-	-	-	-	-	-	-
Préstamo	-	-	-	-	-	-	-
Total Beneficios	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL FLUJO DE CAJA	(389.158.863)	34.132.680	35.174.088	36.246.738	37.351.568	38.489.543	39.661.657

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14
(+) Ingresos								
Ingreso por cuentas gasto de energía	36.681.287	37.781.725	38.915.177	40.082.632	41.285.111	42.523.665	43.799.374	45.113.356
Incremento inflación anual (proyectado)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ingreso por ahorro de energía con inflación	37.781.725	38.915.177	40.082.632	41.285.111	42.523.665	43.799.374	45.113.356	46.466.756
Ingreso por venta de energía (10% de generación)	3.668.129	3.778.173	3.891.518	4.008.263	4.128.511	4.252.366	4.379.937	4.511.336
Ingreso por ahorro de energía + venta de energía	41.449.854	42.693.349	43.974.150	45.293.374	46.652.176	48.051.741	49.493.293	50.978.092
(-) Egresos								
Reposición inversor	-	-	-	-	-	(20.649.414)	-	-
Gastos de administrativo (Aumento mantenimiento)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)
Total egresos	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(21.230.334)	(580.920)	(580.920)
(-) Gastos No Desembolsables								
Depreciación estructura soporte (20 años)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)
Depreciación caseta control (20 años)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)
Depreciación paneles solares (10 años)	(17.238.291)	(17.238.291)	(17.238.291)	(17.238.291)	-	-	-	-
Gastos de inversión	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Egresos No Desembolsables	(23.948.688)	(23.948.688)	(23.948.688)	(23.948.688)	(6.710.396)	(6.710.396)	(6.710.396)	(6.710.396)
Excedentes - Utilidad Antes de Impuestos	16.920.246	18.163.742	19.444.542	20.763.767	39.360.859	20.111.011	42.201.977	43.686.776
Impuestos (Exento, entidad pública)	-	-	-	-	-	-	-	-
Excedente - Utilidad Neta	16.920.246	18.163.742	19.444.542	20.763.767	39.360.859	20.111.011	42.201.977	43.686.776
(+) Ajuste por Gastos No Desembolsables	23.948.688	23.948.688	23.948.688	23.948.688	6.710.396	6.710.396	6.710.396	6.710.396
(-) Inversiones								
Construcción estructura soporte								
Construcción caseta control								
Paneles solares y equipos								
Gastos de inversión								
Total Inversión								
(+) Beneficios								
Valor de Desecho								
Préstamo								
Total Beneficios								
TOTAL FLUJO DE CAJA	40.868.934	42.112.429	43.393.230	44.712.454	46.071.256	26.821.407	48.912.373	50.397.172

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
(+) Ingresos							
Ingreso por cuentas gasto de energía	46.466.756	47.860.759	49.296.582	50.775.479	52.298.744	53.867.706	55.483.737
Incremento inflación anual (proyectado)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ingreso por ahorro de energía con inflación	47.860.759	49.296.582	50.775.479	52.298.744	53.867.706	55.483.737	57.148.249
Ingreso por venta de energía (10% de generación)	4.646.676	4.786.076	4.929.658	5.077.548	5.229.874	5.386.771	5.548.374
Ingreso por ahorro de energía + venta de energía	52.507.435	54.082.658	55.705.137	57.376.292	59.097.580	60.870.508	62.696.623
(-) Egresos							
Reposición inversor	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de administrativo (Aumento mantenimiento)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)
Total egresos	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)	(580.920)
(-) Gastos No Desembolsables							
Depreciación estructura soporte (20 años)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	(5.332.507)	-
Depreciación caseta control (20 años)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	(1.377.889)	-
Depreciación paneles solares (10 años)	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de inversión	-	-	-	-	-	-	-
Total Egresos No Desembolsables	(6.710.396)	(6.710.396)	(6.710.396)	(6.710.396)	(6.710.396)	(6.710.396)	-
Excedentes - Utilidad Antes de Impuestos	45.216.118	46.791.341	48.413.821	50.084.975	51.806.264	53.579.191	62.115.703
Impuestos (Exento, entidad pública)	-	-	-	-	-	-	-
Excedente - Utilidad Neta	45.216.118	46.791.341	48.413.821	50.084.975	51.806.264	53.579.191	62.115.703
(+) Ajuste por Gastos No Desembolsables	6.710.396	6.710.396	6.710.396	6.710.396	6.710.396	6.710.396	-
(-) Inversiones							
Construcción estructura soporte	-	-	-	-	-	-	-
Construcción caseta control	-	-	-	-	-	-	-
Paneles solares y equipos	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de inversión	-	-	-	-	-	-	-
Total Inversión	-	-	-	-	-	-	-
(+) Beneficios							
Valor de Desecho	-	-	-	-	-	-	-
Préstamo	-	-	-	-	-	-	-
Total Beneficios	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL FLUJO DE CAJA	51.926.515	53.501.738	55.124.217	56.795.372	58.516.660	60.289.588	62.115.703

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Análisis PESTLE

Tabla 53. Análisis PESTLE

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis			Nivel de incidencia					¿Describe cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?		
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I			P	Mp
Político	Políticas que regulan el sector en el que se desarrolla el proyecto	Resolución 030 de 2018 de la Comisión de Energía y Gas del Ministerio de Minas y Energía, por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. (CREG, 2018)		X							X		Establece unos lineamientos para la implementación de este tipo de proyectos.	Crear un plan basado en los lineamientos establecidos por la resolución
Político	Políticas que regulan el sector en el que se desarrolla el proyecto	Ley 1715 de 2014, Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. (UPME, 2014)		X								X	Incentiva estímulos financieros para la implementación de fuentes de energías renovables no convencionales. Fomenta desde un ámbito estatal la implementación de programas de gestión eficiente de energía en entidades públicas.	Crear un plan de seguimiento al efectivo reconocimiento de los estímulos financieros y al reconocimiento estatal por el diseño e implementación de programas de gestión de eficiencia energética
Político	Expectativas de la comunidad	La tendencia mundial por la conservación del ambiente genera expectativas en la comunidad y se espera que las entidades inviertan en el uso de energía limpias y renovables.	X			X	X				X		Las entidades deben mostrar su compromiso medioambiental con lo que logran la aprobación de la comunidad general, logrando su apoyo.	Informando a la comunidad relacionada con el proyecto y los interesados sobre la implementación del proyecto, destacando el compromiso medioambiental.
Económico	Calidad de los servicios públicos	El parque se localiza en un predio urbanizado que cuenta con cobertura del 100% de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial, energía eléctrica, recolección de residuos y vías de comunicación de fácil acceso.	X	X								X	Factor decisivo en la determinación del inicio de las actividades de construcción.	Solicitud pronta y con documentación completa de las provisionales para obra de los servicios de acueducto y energía eléctrica.

Social	Cultural – Seguridad	La protesta social en la ciudad de Bogotá, en los últimos años, ha derivado en vandalismo viéndose afectada la infraestructura de transporte público masivo Transmilenio en su parque automotor, estaciones y portales, incidiendo sobre el parque San Andrés, dado que se localiza al costado norte del Portal Calle 80 de Transmilenio. (Casa Editorial El Tiempo, 2020)	X		X	Posibles retrasos en la ejecución de actividades de excavación, fundación y montaje.	Determinando rutas alternativas de acceso de personal y materiales al proyecto. Implementando estructuras de protección y almacenamiento de materiales que eviten el vandalismo.	
Legal	Legislación	Resolución 1283 Ministerio Medio ambiente y desarrollo sostenible, 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 - FNCR y gestión eficiente de la energía para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, y 14 de la ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones. (ANLA, 2016)	X			X	Posibilidad de estímulos financieros, lo que permite una reducción de costos en impuesto y gravamen arancelario para el proyecto.	Aplicar al beneficio, mediante el procedimiento descrito en la resolución
Legal	Legislación	Resolución 703 de 2018 de Unidad de Planeación Minero-Energética, por la cual se establecen el procedimiento y los requisitos para obtener la certificación que avala los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención de gravamen arancelario de que tratan los artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014, y se adoptan otras disposiciones. (UPME, 2019)	X			X	Posibilidad de estímulos financieros, lo que permite una reducción de costos en impuesto y gravamen arancelario para el proyecto.	Aplicar al beneficio, mediante el procedimiento descrito en la resolución
Legal	Licencias de construcción	Para la construcción y montaje de la estructura metálica de soporte de los paneles solares, requiere la expedición de la respectiva licencia de construcción por parte de la Curaduría Urbana.	X	X		X	Decisivo en la determinación del inicio de las actividades de construcción.	Solicitud pronta, con documentación completa y con apego a la norma urbanística y de sismo resistencia.

Tecnológico	Tecnología disponible	Los proveedores de celdas solares tienen un trabajo constante de investigación y desarrollo para aumentar la eficiencia de celdas solares, logrando valores superiores al 20%. (Alonso, 2020) (NREL, 2021)	X		X	Se considera en el diseño los valores de eficiencia para la capacidad máxima de generación del sistema fotovoltaico.	Crear un plan económico para evaluar la rentabilidad de usar paneles con un buen balance eficiencia vs costo, y referenciarlo en el pliego de condiciones para el contratista eléctrico
Tecnológico	Tecnología disponible	No se conocen fabricantes nacionales con amplia experiencia de los dispositivos activos del sistema de generación eléctrica.	X		X	Se pueden generar importantes retrasos en la disponibilidad de los dispositivos para su instalación.	Coordinar y monitorear un plan de compras con el contratista eléctrico
Ambiental	Clima – Brillo solar	La ubicación geográfica de Bogotá no es la más conveniente para la generación energética con paneles fotovoltaicos pues se presenta nubosidad y esto reduce las horas de sol óptimas en el día para la generación de energía.	X		X	Riesgo en la generación mínima para abastecer el parque, si se presenta nubosidad o mal tiempo, dificultaría la meta diaria de autogeneración, y se dependería de la red pública de energía eléctrica.	Se debe tener en cuenta en el diseño un factor de seguridad para la generación, es decir, un sobredimensionamiento del sistema para asegurar la generación mínima requerida, evaluando los sobrecostos que esto implica.
Ambiental	Clima – Precipitación	En el sector de la localidad de Engativá se presentan dos períodos altos de precipitación, en promedio de 110 mm (abril: 104 mm, octubre: 116 mm), y dos períodos bajos de precipitación, en promedio de 47 mm (enero: 26 mm, julio: 43 mm) (Climate-data, 2021) (Climate-data, 2021)	X		X	Posibles retrasos en el cronograma de ejecución del proyecto.	Programar actividades en los meses que no cuenten con registros históricos de precipitaciones considerables.
Ambiental	Fauna y flora – Especies existentes	En el parque se tiene prioridad para evitar cualquier afectación a las especies existentes de flora en las instalaciones.	X		X	La implementación del sistema fotovoltaico tiene restricciones de ubicación, limitándose a áreas con poca o nula flora.	Se selecciona un área sin flora para la implementación del proyecto, como el parqueadero.
Ambiental	Geología – Sismicidad	Por su ubicación geográfica, Bogotá, está cerca de una Falla Frontal de la Cordillera Oriental, ubicada a 40 km de la ciudad, representa la mayor contribución a la amenaza sísmica de Bogotá. Dada su localización con		X	X	Daño de las estructuras soporte y destrucción del sistema implementado.	Contemplar en los diseños el cumplimiento de normativa NSR-10, garantizando el control de calidad adecuado para el

		respecto a los distintos sistemas, la ciudad está ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia. (IDIGER, 2021)					cumplimiento de las especificaciones		
Ambiental	Geología – Capacidad portante	La localidad de Engativá se localiza en su totalidad en una zona lacustre, conformada por arcillas limosas muy blandas, cuyo comportamiento geotécnico general corresponde a suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresible, y nivel freático alto. (FOPAE, 2010)	X	X			X	Retrasos por mayores obras de estabilización y mejoramiento de suelos, e inundaciones en las excavaciones.	Contemplar en los diseños el cumplimiento de normativa NSR-10, garantizando el control de calidad adecuado para el cumplimiento de las especificaciones
Ambiental	Contaminación - Contaminación del aire	El parque está contiguo a un portal del sistema de transporte masivo Transmilenio (Portal 80), el cual también posee un patio-taller para los buses articulados, los cuales son una fuente de generación de gases contaminantes y efecto invernadero. (Casa Editorial El Tiempo, 2019)		X			X	Genera deterioro en la salud de los trabajadores, causando retraso en la ejecución del proyecto.	Normativas de trabajo con implementos de protección personal haciendo énfasis en protección respiratoria.
					X		X	Generación partículas contaminantes (p. Ej. hollín) que se adhieren a los módulos solares, impidiendo su máxima generación	Consideración de períodos de mantenimiento más frecuentes en los manuales de operación y mantenimiento.

Categoría:	Fase:	Nivel de incidencia:
Político	I: Iniciación	Mn: Muy negativo
Económico	P: Planificación	N: Negativo
Social	Im: Implementación	I: Indiferente
Tecnológico	C: Control	P: Positivo
Ambiental	Cr: Cierre	Mp: Muy positivo

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Matriz de riesgos ambientales

Tabla 54. Matriz RAM

Categoría	Riesgo	VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD									PLAN DE TRATAMIENTO A LOS RIESGOS	
		Personas	Daños a instalaciones	Ambiental	Económicos (costos)	Tiempo	Imagen y clientes	Otros	Valoración impacto / probabilidad	Valoración global	Plan de respuesta	Acción de tratamiento
AMBIENTE	Brillo solar insuficiente limitado a ciertas horas	0B	0B	0B	3B	0B	2B	0	16	L	Aceptar	1. Realizar un estudio previo del historial del brillo solar en la zona. 2. Basar el diseño de acuerdo con los resultados del estudio, cumpliendo con la generación requerida.
AMBIENTE	Retrasos por altas precipitaciones	0D	0D	0D	3D	3D	1D	0	19	M	Aceptar	1. Construir el cronograma teniendo en cuenta los períodos de alta precipitación
AMBIENTE	Inundaciones en los sectores de excavación y fundación o cimentación de estructuras de soporte.	3B	3B	0B	1B	1B	1B	0	16	L	Mitigar	1. Prever el costo de alquiler de equipos para bombeo por inundaciones
AMBIENTE	Afectación a los individuos arbóreos del parque	0B	3B	1B	0B	0B	2B	0	16	L	Mitigar	1. Diseñar el sistema ubicado en el parqueadero, donde la afectación a cuerpos arbóreos es mínima
AMBIENTE	Daño de las estructuras soporte y destrucción del sistema por sismos debido a estar cerca una Falla Frontal de la Cordillera Oriental	3B	4B	0B	3B	3B	0	0	21	M	Aceptar	1. Contemplar en los diseños el cumplimiento de normativa NSR-10
AMBIENTE	Retrasos por mayores obras de estabilización y mejoramiento de suelos	0B	0B	0B	3B	3B	0	0	16	L	Aceptar	1. Contemplar en los diseños el cumplimiento de normativa NSR-10

VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD

PLAN DE TRATAMIENTO A LOS RIESGOS

Categoría	Riesgo	Personas	Daños a instalaciones	Ambiental	Económicos (costos)	Tiempo	Imagen y clientes	Otros	Valoración impacto / probabilidad	Valoración global	Plan de respuesta	Acción de tratamiento
AMBIENTE	Deterioro en la salud de trabajadores por la contaminación del aire de la zona	4B	0B	0B	0B	0B	0	0	21	M	Mitigar	1. Establecer normativas de trabajo con implementos de protección personal haciendo énfasis en protección respiratoria.
AMBIENTE	Adherencia de partículas contaminantes en los paneles solares	0D	4D	0D	0D	0D	3D	0	25	H	Transferir	1. Se realiza un manual de mantenimiento para el cliente, enfatizando en su importancia y frecuencia.

L: Bajo
M: Medio
H: Alto

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Entradas y salidas de las etapas del proyecto

Tabla 55. Entradas y salidas de las etapas del proyecto

Entradas	Etapa – Proceso	Salidas	
<i>Estudios preliminares</i>			
Energía eléctrica Equipos de cómputo Papel Tinta Equipo de comunicación Equipos de medición Combustible Agua Comida Dotaciones Equipos de Impresión	Radiación solar Suelos Topografía Legal y normativa	Calor Residuos Vertimientos Emisiones Producto	Reciclado de: papel, plástico. Residuos orgánicos e inorgánicos RESPEL: Tóner, cartuchos, residuos de adhesivos COVs
<i>Diseños</i>			
Energía eléctrica Equipos de cómputo Papel Tinta Equipo de comunicación Combustible Agua Comida Dotaciones Equipos de Impresión	Diseño eléctrico, de cimentación, estructural, arquitectónico	Calor Residuos Vertimientos Emisiones Producto	Reciclado de: papel, plástico. Residuos orgánicos e inorgánicos RESPEL: Tóner, cartuchos, residuos de adhesivos COVs
<i>Adquisiciones</i>			
Energía eléctrica Equipos de cómputo Papel Tinta Equipo de comunicación Agua Comida Dotaciones Equipos de Impresión	Estudio de mercado Pliego de condiciones Ofertas Selección de proveedores	Calor Residuos Vertimientos Emisiones Producto	Reciclado de: papel, plástico. Residuos orgánicos e inorgánicos RESPEL: Tóner, cartuchos, residuos de adhesivos COVs
<i>Construcción</i>			
Energía eléctrica Papel Cartón Vidrio Silicio Plástico Soldadura Cobre Agua Lubricantes Líquidos de limpieza Silicona Estopa Combustible	Paneles solares	Residuos Calor Producto Vertimientos Emisiones Atmosféricas	Reciclado de: papel, cartón, vidrio, plástico, hilos de cobre. RESPEL: Elementos electrónicos, residuos de soldadura, líquidos con metales, películas con pegamento, químicos para limpieza, lubricantes. COVs.
Energía eléctrica	Baterías ion-litio	Residuos	

Entradas	Etapa – Proceso	Salidas	
Papel Cartón Cobalto Litio Aluminio Cobre Plástico Película de pegante Tinta Líquidos de limpieza Combustible		Calor Producto Vertimientos Emisiones Atmosféricas	Reciclado de: papel, cartón, plástico. RESPEL: Residuos de soldadura, líquidos con metales, películas con pegamento, químicos para limpieza, lubricantes, líquidos con químicos. COVs.
Energía eléctrica Soldadura Aluminio Cobre Plástico Líquidos de limpieza Tinta Combustible	Inversor / Regulador	Residuos Calor Producto Vertimientos Emisiones Atmosféricas	Reciclado de: papel, cartón, plástico, hilos de cobre. RESPEL: Elementos electrónicos, residuos de soldadura, líquidos con metales, químicos para limpieza, lubricantes, líquidos con químicos COVs.
Energía eléctrica Cobre Aluminio Soldadura Plástico Líquidos de limpieza Tinta Dotaciones Combustible	Conexiones eléctricas	Residuos Calor Producto Vertimientos Emisiones Atmosféricas Ruido	Reciclado de: papel, cartón, plástico, hilos de cobre. RESPEL: Elementos electrónicos, residuos de soldadura, líquidos con metales, químicos para limpieza, lubricantes. COVs.
Energía eléctrica Gas propano Acero Lubricante Soldadura eléctrica Pintura Tintas Penetrantes (Pruebas soldadura) Dotaciones Combustible	Soporte metálico	Residuos Calor Producto Vertimientos Emisiones Atmosféricas Ruido	Reciclado de: papel, cartón. RESPEL, elementos electrónicos, residuos de soldadura, líquidos con metales, películas con pegamento, químicos para limpieza, lubricantes. COVs.
Energía eléctrica Tinta Ladrillos Cemento Grafito Arena Gravilla Pintura Solventes Pintura Agua Dotaciones Combustible	Cuarto de equipos / Cimentación	Residuos Calor Producto Vertimientos Emisiones Atmosféricas Ruido	Reciclado de: papel, cartón, vidrio. RESPEL, elementos electrónicos, residuos de soldadura, líquidos con metales, películas con pegamento, químicos para limpieza, lubricantes. COVs.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Eco balances del consumo de combustible y electricidad

Tabla 56. Eco balance del consumo de combustible.

Etapa	Fuente	Galones día [gal/día]	Días	Total [gal]
Estudios preliminares	Traslado automóvil de empresa especialista del estudio de radiación solar al parque	5,3	2	10,6
	Traslado automóvil de empresa especialista del estudio de suelos al parque	5,3	2	10,6
	Traslado automóvil de empresa especialista en levantamiento topográfico al parque	5,3	2	10,6
Diseños	Traslado automóvil de empresa especialista en diseño eléctrico al parque	5,3	1	5,3
	Traslado automóvil de empresa especialista en diseño de cimentación al parque	5,3	1	5,3
	Traslado automóvil de empresa especialista en diseño estructural al parque	5,3	1	5,3
	Traslado automóvil de empresa especialista en diseño arquitectónico al parque	5,3	1	5,3
Construcción	Traslado furgoneta de los paneles solares del almacén de la empresa al parque	7,2	3	21,6
	Traslado furgoneta del inversor y regulador del almacén de la empresa al parque	7,2	1	7,2
	Traslado furgoneta de carretes de conexiones del almacén de la empresa al parque	7,2	1	7,2
	Traslado furgoneta del soporte metálico del almacén de la empresa al parque	7,2	3	21,6
	Traslado furgoneta de materiales de construcción del almacén de la empresa al parque	7,2	3	21,6
	Traslado automóvil de personal certificador, supervisor y administrativo del proyecto (8 personas)	5,3	24	127,2
	Traslado motocicletas de personal operativo del proyecto (24 personas)	0,26	72	18,72
	Traslado de grúa para izaje de soportes	7,2	22	158,4
	Uso de grúa para izaje de soportes	2,6	22	57,2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57. Eco balance del consumo de electricidad.

Etapa	Fuente	Consumo [kW]	Horas	Total [kWh]
Estudios preliminares	Consumo de piranómetro para mediciones de radiación solar	0,00010	120	0,012
	Consumo de equipo de cómputo para el tratamiento de datos de radiación solar	0,04500	28	1,26
	Consumo de equipo de impresión de análisis de radiación solar	0,26287	4	1,051466
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/radiación solar	0,03000	48	1,44
	Consumo de horno para procesamiento de muestras de suelo	3,00000	3	9
	Consumo de equipo de cómputo para el procesamiento de suelo	0,04500	8	0,36
	Consumo de equipo de impresión de análisis de suelo	0,26287	1	0,262866
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/suelos	0,03000	28	0,84
	Consumo de equipos de levantamiento topográfico	0,00600	24	0,144
	Consumo de equipo de cómputo para el tratamiento de datos topográficos	0,04500	28	1,26
Consumo de equipo de impresión de análisis topográfico	0,26287	4	1,051466	

Etapa	Fuente	Consumo [kW]	Horas	Total [kWh]
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/topografía	0,03000	28	0,84
	Consumo de equipos de cómputo para estudio legal y normativo	0,04500	8	0,36
	Consumo de equipo de impresión de análisis legal y normativo	0,26287	1	0,262866
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/legal y normativo	0,03000	88	2,64
	Consumo de equipos de cómputo para diseño eléctrico	0,04500	104	4,68
	Consumo de equipo de impresión para diseño eléctrico	0,26287	3	0,7886
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/diseño eléctrico	0,03000	104	3,12
	Consumo de equipos de cómputo para diseño de cimentación	0,04500	140	6,3
	Consumo de equipo de impresión para diseño de cimentación	0,26287	3	0,7886
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/diseño de cimentación	0,03000	140	4,2
Diseños	Consumo de equipos de cómputo para diseño estructural	0,04500	136	6,12
	Consumo de equipo de impresión para diseño estructural	0,26287	3	0,7886
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/diseño estructural	0,03000	136	4,08
	Consumo de equipos de cómputo para diseño arquitectónico	0,04500	88	3,96
	Consumo de equipo de impresión para diseño arquitectónico	0,26287	3	0,7886
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/diseño arquitectónico	0,03000	88	2,64
	Consumo de equipos de cómputo para contratación de empresas especialistas	0,04500	448	20,16
Adquisiciones	Consumo de equipo de impresión de documentos para contrataciones	0,26287	10	2,628666
	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/contrataciones	0,03000	448	13,44
	Consumo de equipos de cómputo para planimetrías e informes de cambios	0,04500	28	1,26
	Consumo de equipo de impresión para planimetrías e informes de cambios	0,26287	1	0,262866
	Consumo de equipos de cómputo para informe de cierre, manuales de operación y mantenimiento	0,04500	8	0,36
	Consumo de equipo de impresión para informe de cierre, manuales de operación y mantenimiento	0,26287	1	0,262866
Construcción	Consumo de iluminación (2 bombillas) oficina/Dirección del proyecto	0,03000	8	0,24
	Consumo de mezcladora para elaboración de concreto (cimentación y caseta eléctrica)	3,23380	64	206,9632
	Consumo de taladro para construcción de caseta	0,80000	32	25,6
	Consumo de pulidora para construcción de caseta	0,67000	32	21,44
	Consumo de cortadora de ladrillos	2,30000	24	55,2
	Consumo de electrobomba	0,74500	2	1,49

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Estrategias, Objetivos, Metas e Indicadores del Proyecto

Tabla 58. Estrategias, Objetivos, Metas e Indicadores del Proyecto

Nombre de la estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta	Indicador
Programa de disponibilidad de equipos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar contratistas con lotes de equipos disponibles en sus almacenes locales. Solicitar compras anticipadas por parte de los contratistas para asegurar la mayoría de los materiales disponibles entre 30 y 15 días antes de su implementación. 	Asegurar la disponibilidad de la tecnología importada antes de su necesidad en la construcción	Tener el 90% de los equipos necesarios en cada proceso dos semanas antes de su instalación	Disponibilidad de equipos tecnológicos
Planificación de incidencia climatológica en el ciclo de vida del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios específicos del lugar, y comparar dichos valores con el historial en lluvias y radiación solar para determinar un comportamiento esperado. Integrar el estudio de radiación solar dentro del diseño del sistema fotovoltaico. Integrar el comportamiento de precipitaciones en el cronograma del proyecto, enfocándose en evitar retrasos por lluvias e inundaciones. Solicitar estructuras sismorresistentes en la contratación de suministros. 	Integrar el comportamiento sísmico, de la radiación solar y de las temporadas de lluvia del lugar, en etapas tempranas del proyecto, para lograr una planificación efectiva ante dichas dificultades	Revisar y asegurar que las especificaciones del diseño eléctrico consideran un valor de radiación con una probabilidad de ocurrencia superior al 84%.	Determinación de radiación solar incidente
			Ajustar el cronograma previo a la etapa de construcción, asegurando que el 75% de las actividades de la ruta crítica están fuera de las 4 semanas con mayor probabilidad de precipitaciones	Evasión de temporada de lluvias
			Exigir al 100% de las estructuras, certificación de cumplimiento de norma de sismorresistencia (NSR-10) previo a su instalación.	Certificación en sismorresistencia
Recomendación de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Consultar el mantenimiento típico de los paneles en áreas de media-alta contaminación particulada. Realizar una jornada de capacitación al personal operario. Redactar en los manuales las recomendaciones de limpieza de paneles, considerando una frecuencia mensual. 	Disminuir la suciedad que se adhiere a los paneles solares	Evaluar la comprensión del conocimiento de la capacitación en un 80%, en todos los operarios capacitados.	Mantenimiento preventivo equipos
Programa de salud respiratoria de los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> Solicitar dotaciones para los trabajadores contratistas y administrativos, enfocados en protección respiratoria 	Mitigar el deterioro en la salud respiratoria de los trabajadores en la etapa de construcción	Asegurar el suministro al 100% de los empleados y contratistas, de protección respiratoria.	Salud respiratoria
Programa de impresiones sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> Se incentivará el uso de papel reciclado en los documentos que son estrictamente necesario de imprimir. Redactar un parágrafo para cada contrato donde se especifique la prioridad de uso de medios magnéticos y digitales en la entrega de documentos. 	Reducir los residuos relacionados a las impresiones en las distintas etapas del proyecto	Obtener que el 50% de los folios y planos se entreguen en formato digital.	Digitalización documental
			Asegurar el uso de papel 100% proveniente de bagazo de caña o papel reciclado para los documentos contractuales.	Impresión documental sostenible

Nombre de la estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta	Indicador
Preliminares para el izaje de estructuras	<ul style="list-style-type: none"> Durante el proceso de contratación, se tendrán en cuenta en la calificación de los proveedores a seleccionar, la ubicación de la empresa encargada del izaje de la estructura, así como de su maquinaria disponible, la cual se debe ajustar al peso de las secciones estructurales. 	Reducir el uso de combustible en el funcionamiento de la grúa para el izaje de la estructura soporte.	Garantizar que el 100% de las grúas contratadas se encuentran dentro de un perímetro de 7 km alrededor del parque	Izaje de estructuras
Programa de traslados eficientes	<ul style="list-style-type: none"> Realizar campañas de incentivo al uso compartido de vehículos y el uso de bicicletas para el traslado de personal. 	Reducir el uso de combustible para el traslado de personal administrativo y supervisor del proyecto.	Garantizar que el 10% de los traslados de personal administrativo y supervisor durante el ciclo de vida del proyecto, se realizaron de manera eficiente (automóvil compartido o uso de bicicleta).	Transporte eficiente
Uso eficiente y ahorro de agua y energía	<ul style="list-style-type: none"> Dotar baños con accesorios ahorradores de agua. Iluminar con bombillos LED 	Reducir el uso y consumo de agua potable. Reducir el uso de energía eléctrica.	Bajar el consumo de agua potable del parque al 75% de lo habitual, durante la etapa de construcción. Bajar el consumo de energía eléctrica al 75% de lo habitual, durante la etapa de construcción.	Uso eficiente y ahorro de agua Uso eficiente y ahorro de energía
Programa publicidad del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Llevar jornadas de comunicación con la comunidad de la tecnología a instalar y los beneficios medioambientales. Realizar notas publicitarias en medios locales y digitales. Desarrollar encuestas a los asistentes del proyecto. 	Mantener y aumentar el apoyo de la comunidad para el proyecto.	Obtener un 75% de personas muy satisfechas con el proyecto, por medio de una encuesta en los asistentes al parque.	Comunicación asertiva
Procedimientos de estímulos financieros estatales	<ul style="list-style-type: none"> Seguir los procedimientos publicados para lograr los incentivos financieros por la naturaleza del proyecto. 	Recibir estímulos financieros dictados por las resoluciones relacionadas.	Obtener la exclusión del IVA al 100% en paneles solares, inversor y controlador de carga al cierre del proyecto.	Exención del pago del impuesto del IVA

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Histórico del consumo facturado desde el 31 de octubre de 2019 hasta el 1 de octubre de 2020

Tabla 59. Consumo facturado parque San Andrés desde el 31/10/2019 al 1/10/2020.

Período Desde	Período Hasta	Período de Facturación	Evento	Tipo Lectura	Lectura en Terreno	Consumo Facturado Activa FP	Unidad	Número de Medidor
31/10/2019	3/12/2019	2019/12	Facturación	Real	9551	4040	KWh	22235716
3/12/2019	3/01/2020	2020/01	Facturación	Real	12789	3238	KWh	22235716
3/01/2020	3/02/2020	2020/02	Facturación	Real	16318	3529	KWh	22235716
3/02/2020	2/03/2020	2020/03	Facturación	Real	19897	3579	KWh	22235716
2/03/2020	31/03/2020	2020/04	Facturación	Promedio	19897	3556	KWh	22235716
31/03/2020	30/04/2020	2020/05	Facturación	Real	25069	5172	KWh	22235716
30/04/2020	1/06/2020	2020/06	Facturación	Real	27290	2221	KWh	22235716
1/06/2020	2/07/2020	2020/07	Facturación	Real	29374	2084	KWh	22235716
2/07/2020	31/07/2020	2020/08	Facturación	Real	31046	1672	KWh	22235716
31/07/2020	1/09/2020	2020/09	Facturación	Real	33077	2031	KWh	22235716
1/09/2020	1/10/2020	2020/10	Facturación	Real	35150	2073	KWh	22235716

Fuente: Enel Codensa (2020).

Anexo 12. Registro de interesados

Tabla 60. Plantilla de registro de interesados del proyecto.

CONTROL DE VERSIONES									
Versión	Hecho por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Motivo				
1	C.E.M. Ingenieros			16/05/2021	Creación				

REGISTRO DE INTERESADOS									
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá								

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN			CLASIFICACIÓN		
Interesado	Contacto	Rol en el proyecto	Grupo	Poder /Interés	Influencia /Impacto	Poder /Influencia	Fase de mayor interés	Interno /Externo	Participación
Subdirector Técnico de Construcciones	anderson.melo@idrd.gov.co Anderson Melo (+57 1) 6605400	Patrocinador	Patrocinadores	Alto / Alto	Alto / Alto	Alto / Alto	Todo el proyecto	Interno	Líder
Alcaldía local de Engativá	Ángela María Moreno Torres Calle 71 No. 73 A - 44 (+57) 1 291 66 70 notifica.judicial@gobierno bogota.gov.co	Usuario	Entidad territorial	Bajo / Medio	Medio / Medio	Bajo / Medio	Todo el proyecto	Externo	Neutral
Contratista parqueadero	Aparcar LTDA. PBX: 6369866 Email: info@aparcar.com.co	Prestador de servicio	Proveedor	Bajo / Alto	Bajo / Alto	Bajo / Bajo	Etapas de construcción	Externo	Reticente
Jefe área técnica - STC	Alejandro Ocampo alejandro.ocampo@idrd.gov.co (+57 1) 6605400	Patrocinador	Patrocinadores	Alto / Alto	Alto / Alto	Alto / Alto	Etapas de diseño	Interno	Líder

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN			CLASIFICACIÓN		
Interesado	Contacto	Rol en el proyecto	Grupo	Poder /Interés	Influencia /Impacto	Poder /Influencia	Fase de mayor interés	Interno /Externo	Participación
Procuraduría General de la Nación	Carrera 5 # 15-80, Bogotá D.C., Colombia, código postal: 11032 +57 1 587 8750	Control	Entidades de control	Bajo / Alto	Bajo / Bajo	Bajo / Bajo	Todo el proyecto	Externo	Neutral
Contraloría de Bogotá	Carrera 32A No 26 A - 10 código postal: 111321 +57 (1) 335 8888	Control	Entidades de control	Bajo / Alto	Bajo / Bajo	Bajo / Bajo	Todo el proyecto	Externo	Neutral
Veeduría Distrital	Edificio Tequendama CRA 7 #26-20 piso 34 (57-1) 3407666 correspondencia@veeduriadistrital.gov.co	Control	Entidades de control	Bajo / Alto	Bajo / Bajo	Bajo / Bajo	Todo el proyecto	Externo	Neutral
Prestador de servicio de energía - Enel Codensa	+57 316 283 60 92 radicacionescodensa@enel.com	Prestador de servicio	Proveedor	Bajo / Medio	Medio / Medio	Bajo / Medio	Final del proyecto	Externo	Neutral
Administrador del parque	Gloria Díaz. Tel: 4337886 - 4335551	Administrador	Servidores públicos	Medio / Alto	Alto / Alto	Medio / Alto	Todo el proyecto	Interno	Partidario
Contratista eléctrico	Por definir (concurso contrato)	Ejecutor del proyecto	Contratistas	Bajo / Alto	Medio / Alto	Bajo / Medio	Etapas de construcción	Externo	Líder
Contratista obra civil	Por definir (concurso contrato)	Ejecutor del proyecto	Contratistas	Bajo / Alto	Medio / Alto	Bajo / Medio	Etapas de construcción	Externo	Partidario
Contratista estructura metálica	Por definir (concurso contrato)	Ejecutor del proyecto	Contratistas	Bajo / Alto	Medio / Alto	Bajo / Medio	Etapas de construcción	Externo	Partidario
Empresa de disposición final	Por definir	Manejo de residuos de obra	Proveedor	Bajo / Bajo	Bajo / Bajo	Bajo / Bajo	Final del proyecto	Externo	Neutral

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Estrategia de gestión de interesados

Tabla 61. Plantilla de estrategia de gestión de interesados del proyecto.

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecho por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Motivo
1	C.E.M. Ingenieros			16/05/2021	Creación

ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE INTERESADOS				
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá			
Interesados (personas o grupos)	Expectativas principales	Problemas percibidos	Estrategia potencial	Frecuencia de comunicación
Patrocinadores	Cumplir con alcance establecido. No sobrepasar el presupuesto (costo) establecido. Cumplir con los tiempos establecidos (Duración etapa diseño y Duración etapa de construcción).	Preocupación por incurrir en desviaciones en las líneas de alcance, tiempo y costos del proyecto.	Ganar soporte, previendo e informando a tiempo las desviaciones de las líneas base y tomar acciones para que se cumplan.	Semanal
Contratista parqueadero	No tener afectación en su operación durante el desarrollo del proyecto.	Reducción ingresos durante la etapa de construcción.	Reducir obstáculos, modificar el contrato de comodato y pagar indemnización durante etapa de construcción.	Mensual
Entidades de control	Inversión eficiente de los recursos públicos.	Seguimiento a la inversión de los recursos públicos.	Reducir obstáculos, informar periódicamente sobre el avance del proyecto y la inversión de los recursos.	Mensual
Contratistas	Cumplir con alcance establecido. No sobrepasar el presupuesto (costo) establecido. Cumplir con los tiempos establecidos (Duración etapa de construcción). Cumplir con especificaciones y estándares de calidad del sistema.	Incurrir en desviaciones en las líneas de alcance, tiempo y costos del proyecto.	Ganar apoyo; tener un vínculo activo con los diseñadores para atender situaciones y dudas del contratista. Ganar apoyo, con vinculación y asesoría de los fabricantes directamente de los equipos. Ganar apoyo, con un proyecto para certificar y demostrar experiencia en este tipo de sistemas y que está a la vista del público en general.	Semanal

Interesados (personas o grupos)	Expectativas principales	Problemas percibidos	Estrategia potencial	Frecuencia de comunicación
Alcaldía local de Engativá	Baja el aforo de usuarios del parque que se transportan en vehículo particular, durante la etapa de construcción.	Desinformación sobre método constructivo e impactos a usuarios y medio ambientales.	Reducir obstáculos, al presentar, estudiar y decidir prontamente al respecto de las situaciones y dudas técnico-administrativas que se le presenten al contratista. Reducir obstáculos, informando las bondades del proyecto con relación a las políticas medioambientales de reducción de la huella de carbono en la generación de energía que demanda el Parque, lo cual beneficiará a la alcaldía local de Engativá.	Mensual
Prestador de servicio de energía - Enel Codensa	Conocer el proyecto. Integración del sistema de generación eléctrica en el sistema de distribución actual para aumentar su confiabilidad. No obtener pérdidas presupuestales importantes.	Reducción presupuestal por pago a la generación de energía eléctrica.	Ganar soporte, compartiendo el diseño y revisando las recomendaciones de la compañía referentes a este tipo de proyectos de generación fotovoltaica	Mensual
Empresa de disposición final	Se obtienen efectivamente los certificados de disposición final por medio del contratista de obra civil		Reducir obstáculos, los certificados son especificados como entregables de la obra civil	Semanal, durante la obra
Administrador del parque	Conocer el proyecto. Disminución de usuarios durante la etapa de construcción.	Reducción de ingresos por pago de servicios y alquiler de instalaciones.	Reducir obstáculos, informando alternativas de mayor aprovechamiento promoviendo el transporte público como única alternativa durante la etapa de construcción del proyecto.	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Diccionario de la EDT

Tabla 62. Diccionario de la EDT del proyecto

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
01	2.1	Estudio de radiación solar
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Realizar la evaluación del recurso solar en la zona acorde al tipo de atmósfera existente, para así encontrar los valores para la radiación global promedio y estimar así el tamaño del sistema para la generación mínima requerida.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Informe escrito con los resultados obtenidos en las mediciones y análisis.		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> Se espera una radiación solar suficiente para la generación mínima requerida. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Intervalo de 4,0 a 4,5 kWh/m² día radiación directa, acorde al Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> Director de proyecto, residente eléctrico y empresa especialista. 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Director de proyecto (1), residente eléctrico (1) y empresa especialista con un (1) ingeniero, dos (2) operativos y un (1) asistente ingeniería. 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de empresa especialista en el estudio. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Subcontrato con empresa especialista en el estudio. 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables. 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables IEC, NTC, IEEE, etc. 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Informe final con datos precisos de los índices de radiación solar directa y difusa en la zona. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
02	2.2	Estudio de suelos
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		

DICcionario DE LA EDT

NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.
----------------------------	---

Realizar la investigación para determinar las características del terreno, para luego definir el tipo de cimentación apropiada y emitir recomendaciones que garanticen la estabilidad del proyecto.

ENTREGABLES PRINCIPALES

Dentro de los entregables del estudio se incluyen los siguientes:

1. Informe sobre las condiciones estratigráficas del sitio.
2. Informe con descripción de las propiedades mecánicas de los suelos (resistencia, compresibilidad, etc.).
3. Informe con datos de la profundidad de las aguas freáticas.
4. Informe con recomendaciones del tipo de cimentación apropiada y las características de esta (profundidad, capacidad portante, etc.).
5. Informe con recomendaciones con el método constructivo más adecuado y el comportamiento del sistema suelo-estructura (asentamientos, problemas potenciales).

CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Se espera que el suelo tenga las características apropiadas para la capacidad portante mínima requerida. • No requiere hacer obras de mejoramiento de cimentación.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de complejidad del proyecto como Tipo III con capacidad del subsuelo baja
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto, residente civil y empresa especialista.
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> •
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> •
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> •
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto (1), residente civil (1) y empresa especialista con un (1) ingeniero civil, un (1) geotecnista, dos (2) operativos y un (1) asistente ingeniería.
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de empresa especialista en el estudio.
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Subcontrato con empresa especialista en el estudio.
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> •
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables.
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables NSR-10, NTC, etc.
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Informe final con recomendaciones de cimentación.

COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT

CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
03	2.3	Levantamiento topográfico
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
<p>Realizar el levantamiento topográfico, para mostrar las características del terreno, las edificaciones y obstáculos de gran altura, que permiten reunir la información más importante para la representación de la superficie en un plano y así definir espacios y ubicación para lograr la mayor radiación solar sin interferencias (sombras).</p>		

DICCIONARIO DE LA EDT

NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.
----------------------------	---

ENTREGABLES PRINCIPALES

Dentro de los entregables del estudio se incluyen los siguientes:

1. Carteras de topografía.
2. Planos en planta y elevación.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none">• Se tendrán las áreas identificadas con las características físicas del terreno.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none">•
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none">• Director de proyecto, residente civil y empresa especialista
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none">•
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none">•
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none">•
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Director de proyecto (1), residente civil (1) y empresa especialista con un (1) ingeniero civil, un (1) topógrafo, dos (2) operativos y un (1) asistente ingeniería.
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Infraestructura de empresa especialista en el estudio.
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none">• Subcontrato con empresa especialista en el estudio.
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none">•
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none">• Normas aplicables.
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none">• Normas aplicables NTC-6271
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Informe final con recomendaciones de ubicación y un modelo digital de terreno y edificación amarrado a sistema del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.

COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT

CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
-------------	--------	-----------------------

04

2.4

Estudio legal y normativo

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR

Realizar la búsqueda de jurisprudencia nacional que aplique para el proyecto, tanto de obligatoriedad como jurisprudencia de apoyo o beneficios (legales y tributarios) que apliquen al proyecto.

ENTREGABLES PRINCIPALES

Dentro de los entregables del estudio se incluyen los siguientes:

1. Informe con compendio de jurisprudencia aplicables al proyecto.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none">• No hay impedimentos legales y normativos para la construcción del proyecto.
------------------	---

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Las leyes vigentes en lo relativo al proyecto. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> Director de proyecto, residente eléctrico, residente civil, abogado y empresa especialista 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Directo de proyecto (1), residente civil (1), residente eléctrico (1) y empresa especialista con un (1) abogado líder, dos (2) abogados de apoyo y un (1) secretario. 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de empresa especialista en el estudio. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Subcontrato con empresa especialista en el estudio. 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables. 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables. 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Informe final con recomendaciones de legislación aplicable de obligatorio cumplimiento y legislación para lograr beneficios al proyecto. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
05	3.1	Diseño eléctrico
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Realizar el diseño eléctrico para el sistema propuesto, que debe incluir los cálculos de carga, cálculos de regulación y planos de acometidas y control.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables del diseño se incluyen los siguientes:		
<ol style="list-style-type: none"> Cálculos de carga Cálculos de regulación Diagramas unifilares Especificaciones técnicas Presupuesto Diagrama de control 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> No se presentarán actualizaciones de la normativa vigente aplicable. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Selección de componentes principales del sistema paneles, inversor, controlador y almacenamiento, que sean importados. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> Residente eléctrico y empresa especialista 	

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
FECHA DE INICIO	•	
FECHA DE FINALIZACIÓN	•	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	•	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	• Residente eléctrico (1) y empresa especialista con un (1) ingeniero eléctrico certificado y un (1) dibujante.	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	• Infraestructura de empresa especialista en el diseño.	
ADQUISICIONES REQUERIDASE	• Subcontrato con empresa especialista en el diseño.	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	•	
REQUISITOS DE CALIDAD	• Normas aplicables NTC-2050 y RETIE	
REFERENCIAS TÉCNICAS	• Normas aplicables NTC-2050 y RETIE	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño cumpla a cabalidad con NTC-2050 y RETIE • Especificaciones abiertas sin marcas, modelos, referencias que limiten a un fabricante en particular. • Presupuesto detallado con cantidades y precios unitarios. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
06	3.2	Diseño de cimentación
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Realizar el diseño de cimentación para el sistema propuesto, que debe incluir los cálculos resistencia del suelo para la carga aplicada y dimensionamiento de estructura de cimentación.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables del diseño se incluyen los siguientes:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cálculos de resistencia del suelo 2. Planos de cimentación 3. Especificaciones técnicas 4. Presupuesto. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	• No se presentarán actualizaciones de la normativa vigente aplicable.	
RESTRICCIONES	• Limitación de espacio (área: largo x ancho) para que permita continuar con el uso del parqueadero de vehículos.	
PARTICIPANTES	• Residente civil y empresa especialista	
FECHA DE INICIO	•	
FECHA DE FINALIZACIÓN	•	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	•	

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Residente civil (1) y empresa especialista con un (1) ingeniero civil, un (1) calculista estructural y un (1) dibujante. 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de empresa especialista en el diseño. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Subcontrato con empresa especialista en el diseño. 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables NSR-10 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables NSR-10 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Diseño cumpla a cabalidad con NSR-10 Especificaciones abiertas sin marcas, modelos, referencias que limiten a un fabricante en particular. Presupuesto detallado con cantidades y precios unitarios. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
07	3.3	Diseño estructural
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
<p>Realizar el diseño de la estructura metálica de soporte para el sistema propuesto, que debe incluir los cálculos de deflexión, análisis de carga, análisis de viento, carga de granizo y dimensionamiento de componentes (columna, vigas, anclajes, pernos, etc.)</p>		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
<p>Dentro de los entregables del diseño se incluyen los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Cálculos de deflexión. Cálculos de carga. Análisis de vientos. Análisis de carga de granizo. Planos estructurales. Especificaciones técnicas. Presupuesto. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> No se presentarán actualizaciones de la normativa vigente aplicable. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Limitación de espacio (área: largo x ancho) para que permita continuar con el uso del parqueadero de vehículos. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> Residente civil y empresa especialista 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Residente civil (1) y empresa especialista con un (1) ingeniero civil, un (1) calculista estructural y un (1) dibujante. 	

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de empresa especialista en el diseño. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> Subcontrato con empresa especialista en el diseño. 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables NSR-10 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> Normas aplicables NSR-10 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Diseño cumpla a cabalidad con NSR-10 Especificaciones abiertas sin marcas, modelos, referencias que limiten a un fabricante en particular. Presupuesto detallado con cantidades y precios unitarios. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
08	3.4	Diseño arquitectónico
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Realizar el diseño arquitectónico para el sistema propuesto, que debe incluir los planos generales, fachadas, cubiertas, detalles. Adicionalmente el trámite para la obtención de la licencia de construcción.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables del diseño se incluyen los siguientes:		
<ol style="list-style-type: none"> Planimetría completa. Modelo digital (Renders). Especificaciones técnicas. Presupuesto. Licencia de construcción. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> No se presentarán actualizaciones de la normativa vigente aplicable. Se aprueba la licencia de construcción sin modificaciones al diseño establecido. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Limitación de espacio, área máxima de parqueadero existente. No se podrá afectar las zonas verdes y deportivas existentes. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> Residente civil y empresa especialista 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Arquitecto (1) y empresa especialista con un (1) arquitecto líder, un (1) arquitecto de apoyo y un (1) dibujante. 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de empresa especialista en el diseño. 	

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
ADQUISICIONES REQUERIDASE	<ul style="list-style-type: none"> • Subcontrato con empresa especialista en el diseño. 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables. 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables NSR-10. 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Diseños aprobados por Curaduría Urbana. • Especificaciones abiertas sin marcas, modelos, referencias que limiten a un fabricante en particular. • Presupuesto detallado con cantidades y precios unitarios. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
09	4.1	Selección de proveedores
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Realizar un estudio de mercado para dimensionar la oferta y construir una base de datos de proveedores.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables de la selección del proveedor se incluyen los siguientes:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Listas de proveedores. 2. Pliego de condiciones generales. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con proveedores locales en Bogotá de la solución. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores certificados ISO9000 • Proveedores inscritos en el registro únicos de proponentes – RUP • Proveedores con experiencia certificada en el diseño y construcción de este tipo de soluciones. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto, residente eléctrico, residente civil y abogado. 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> • 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> • 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto (1), residente eléctrico (1), residente civil (1), abogado (1). 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura propia del proyecto. 	
ADQUISICIONES REQUERIDASE	<ul style="list-style-type: none"> • 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables. 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables. Ley 80 de 1993 y Manual de Contratación del IDRD. 	

DICcionario DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Los proveedores cuentan con certificación ISO9000 • Los proveedores están inscritos en el RUP. • Los proveedores cuentan con la experiencia mínima exigida 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
10	4.2	Contratación de proveedores
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Se enviará la invitación a participar en la licitación mediante la página web del IDRD, se realizará el estudio, evaluación y selección de la mejor oferta técnica, económica y jurídica para la construcción.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables de la contratación se incluyen los siguientes:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ofertas de los proveedores. 2. Estudio de oferta recibidas. 3. Selección del proveedor. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los invitados a la licitación presentan sus ofertas para el proyecto. • Se cuenta con los recursos económicos disponibles. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe contar con por lo menos tres (3) ofertas habilitadas para la selección y contratación del proveedor. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto, residente eléctrico, residente civil, abogado, oficina de contratos IDRD. 	
FECHA DE INICIO	•	
FECHA DE FINALIZACIÓN	•	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	•	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto (1), residente eléctrico (1), residente civil (1), abogado (1), oficina de contratos IDRD con un (1) director de la oficina de contratos y un (1) abogado. 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura propia del proyecto e infraestructura de la oficina de contratos del IDRD. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	•	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	•	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables. 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables. Ley 80 de 1993 y Manual de Contratación del IDRD. 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • La oferta seleccionada debe cumplir técnica, jurídica y económicamente. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		

DICcionario DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
11	5.1	Preliminares
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Se asignará el espacio dentro del parque zonal San Andrés para que el contratista seleccionado ubique el campamento de obra. El contratista seleccionado iniciará con la fase de ubicación y replanteo de la solución.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables de los preliminares se incluyen los siguientes:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Campamento operativo para almacenar materiales y alojar los servicios básicos para el personal operativo y administrativo. 2. Solicitudes de cambios. 3. Planos de construcción. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cambios de fondo en los diseños a ejecutar. • Se dispone de las áreas seleccionadas para la construcción de la solución. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades no pueden interrumpir la operación normal del parque. 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Director de proyecto, residente eléctrico, residente civil, contratista seleccionado. 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> • 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> • 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Dirección: director de proyecto (1), residente eléctrico (1), residente civil (1), residente administrativo (1), supervisores (2). • Equipo Construcción: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo. 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura propia del proyecto para el equipo de dirección. • Infraestructura del contratista seleccionado. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de proyectos y proceso de gestión de cambios. 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Campamento operativo. • Solicitudes de cambio de acuerdo con el proceso de gestión de cambios. • Planos de construcción aprobados por las partes. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
12	5.2	Obras civiles
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		

DICCIONARIO DE LA EDT

NOMBRE DEL PROYECTO

Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.

Se construirán las zapatas (cimientos) acorde a especificaciones y planos de construcción. Toma de muestras para las pruebas de laboratorio de concreto. Se construirá la caseta eléctrica de control acorde a especificaciones y planos de construcción.

ENTREGABLES PRINCIPALES

Dentro de los entregables de las obras civiles se incluyen los siguientes:

1. Zapatas construidas.
2. Caseta eléctrica construida.
3. Resultado de las pruebas de laboratorio de concreto.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none">• No hay retrasos en tiempo durante la ejecución de las actividades.• El contratista seleccionado cuenta con el personal operativo, en cantidad y calidad requeridas.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none">• Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados.
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none">• Residente eléctrico, residente civil, contratista seleccionado.
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none">•
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none">•
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none">•
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Equipo Dirección: residente eléctrico (1), residente civil (1) y supervisores (2).• Equipo Construcción: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo con residente eléctrico (1), residente civil (1) y operativos (10)
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Infraestructura propia del proyecto para el equipo de dirección.• Infraestructura del contratista seleccionado.
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none">•
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none">•
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none">• Acorde a especificaciones.
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none">• Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados.
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Cumplimiento de especificaciones técnicas y planimetrías.• Resultados aprobados de las pruebas de laboratorio de concreto.

COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT

CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
13	5.3	Instalación de estructura
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
Se instalará la estructura metálica prefabricada sobre las zapatas (cimientos) construidos.		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
Dentro de los entregables de las obras civiles se incluyen los siguientes:		

DICCIONARIO DE LA EDT

NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.
----------------------------	---

1. Estructura metálica
2. Registro de apriete o torque de pernos y demás.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • No hay retrasos en tiempo durante la ejecución de las actividades. • El contratista seleccionado cuenta con el personal operativo, en cantidad y calidad requeridas.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados.
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Residente civil, contratista seleccionado.
FECHA DE INICIO	•
FECHA DE FINALIZACIÓN	•
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	•
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Dirección: residente civil (1) y supervisor (1). • Equipo Construcción: contratista seleccionado con su equipo de trabajo con residente civil (1) y operativos (6)
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura propia del proyecto para el equipo de dirección. • Infraestructura del contratista seleccionado.
ADQUISICIONES REQUERIDAS	•
COSTO DE LA ACTIVIDAD	•
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Acorde a especificaciones.
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados.
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de especificaciones técnicas y planimetrías.

COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT

CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
14	5.4	Obras eléctricas

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR

Se instalará los paneles solares sobre la estructura metálica prefabricada instalada. Se instalarán los sistemas de regulación, control y almacenamiento de energía. Y se construirán las acometidas eléctricas (canalizaciones y cableados)

ENTREGABLES PRINCIPALES

Dentro de los entregables de las obras eléctricas se incluyen los siguientes:

1. Paneles solares instalados y conectados.
2. Sistema de regulación y control de energía instalado en la caseta eléctrica.
3. Acometidas eléctricas probadas y conectadas.
4. Registro de las pruebas del cableado.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • No hay retrasos en tiempo durante la ejecución de las actividades.
------------------	--

DICCIONARIO DE LA EDT		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.	
	<ul style="list-style-type: none"> • El contratista seleccionado cuenta con el personal operativo, en cantidad y calidad requeridas. 	
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados. • Manuales de instalación de los fabricantes de componentes 	
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Residente eléctrico, contratista seleccionado. 	
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> • 	
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • 	
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> • 	
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Dirección: residente eléctrico (1) y supervisor (1). • Equipo Construcción: contratista seleccionado con su equipo de trabajo con residente eléctrico (1) y operativos (4) 	
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura propia del proyecto para el equipo de dirección. • Infraestructura del contratista seleccionado. 	
ADQUISICIONES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • 	
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • 	
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Acorde a especificaciones. 	
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados. • Manuales de instalación de los fabricantes de componentes 	
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de especificaciones técnicas y planimetrías. • Pruebas recomendadas por los fabricantes, satisfactorias. 	
COMPONENTE DE SEGUNDO NIVEL DE LA EDT		
CONSECUTIVO	ID EDT	NOMBRE DEL COMPONENTE
15	5.5	Puesta en funcionamiento
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR		
<p>Se realizarán las conexiones, pruebas y puesta en funcionamiento de la solución completa. Se coordinarán y realizarán las pruebas en presencia de un ente certificador aplicable a la solución. Y se realizará la capacitación y entrega de manuales de operación y mantenimiento al usuario final.</p>		
ENTREGABLES PRINCIPALES		
<p>Dentro de los entregables de las obras eléctricas se incluyen los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Registro de pruebas realizadas previo a visita del ente certificador. 2. Certificado del ente aprobando la instalación. 3. Registro de participantes en la capacitación. 4. Resultado de la evaluación de los asistentes a la capacitación. 		
CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE		
SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • No hay retrasos en tiempo durante la ejecución de las actividades. • El contratista seleccionado cuenta con el personal operativo, en cantidad y calidad requeridas. 	

DICCIONARIO DE LA EDT	
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés, Bogotá.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No se tienen observaciones y solicitud de correctivos por parte del ente certificador.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados. • Protocolo de pruebas de los fabricantes de componentes.
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Residente eléctrico, contratista seleccionado.
FECHA DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> •
FECHA DE FINALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> •
HITOS ASOCIADOS DEL CRONOGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> •
RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Dirección: residente eléctrico (1) y supervisor (1). • Equipo Construcción: contratista seleccionado con su equipo de trabajo con residente eléctrico (1) y operativos (4) • Ingeniero del ente certificador (1) y operativo (1)
RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura propia del proyecto para el equipo de dirección. • Infraestructura del contratista seleccionado. • Equipos de medición del ente certificador.
ADQUISICIONES REQUERIDASE	<ul style="list-style-type: none"> •
COSTO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> •
REQUISITOS DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Acorde a especificaciones y normativa vigente.
REFERENCIAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas, planos de diseño y planos de construcción aprobados. • Protocolos de prueba de los fabricantes de componentes • Protocolos de prueba del ente certificador.
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de especificaciones técnicas y planimetrías. • Pruebas satisfactorias del ente certificador.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Resumen de roles y responsabilidades

Tabla 63. Resumen de roles y responsabilidades.

Ítem	Cargo	Responsabilidades	Nombre
1	Patrocinador del proyecto: Dirección General de Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar asignación de recursos económicos. 2. Aprobar o negar cambios. 3. Facilitar información requerida del proyecto. 4. Aprobar contrataciones de servicios, suministros y recurso humano. 5. Inherente al cargo (manual de funciones). 	Blanca Inés Duran
2	Administrador de Patrocinador: Subdirección Técnica de Construcciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestionar la asignación de recursos económicos. 2. Aprobar o negar cambios. 3. Facilitar información requerida del proyecto. 4. Aprobar contrataciones de servicios, suministros y recurso humano. 5. Resolver conflictos fuera del alcance de la Gerencia de Proyecto. 6. Aprobar modificaciones en los planes de gestión del proyecto. 7. Dar aceptación final de la implementación realizada. 8. Inherente al cargo (manual de funciones). 	Chalot Gaviria Velandia
3	Oficina apoyo jurídico: Oficina Asesora Jurídica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asesorar directamente al patrocinador. 2. Asesorar a miembros de alto nivel. 3. Emitir concepto para la resolución de conflictos. 4. Inherente al cargo (manual de funciones). 	Julio Cesar López Ospina
4	Adquisiciones y Compras: Subdirección de Contratación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suministrar el recurso humano. 2. Suministrar el recurso material y servicios. 3. Aplicar procesos internos y el manual de contratación vigente. 4. Inherente al cargo (manual de funciones). 	Camilo Ernesto Quiroga Mora
5	Gerencia Proyecto: Gerente de Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la gestión de recursos. 2. Estimar los recursos de las actividades. 3. Gestionar la adquisición de recursos. 4. Desarrollar el equipo asignado. 5. Dirigir al equipo. 6. Controlar los recursos. 7. Revisar y transmitir la información a la Subdirección de Contratación. 8. Emitir concepto respecto a los perfiles de los candidatos del equipo. 9. Emitir su concepto respecto a las subcontrataciones. 10. Cumplir asignaciones adicionales de la Subdirección Técnica de Construcciones. 	Por definir

Ítem	Cargo	Responsabilidades	Nombre
		11. Inherente al cargo (manual de funciones).	
6	Equipo de proyecto: Arquitecto, Ingeniero Electricista, Ingeniero Mecánico e Ingeniero Civil	1. Dimensionar el alcance de cada paquete de trabajo. 2. Consultar y contactar proveedores. 3. Visitar el sitio de implementación. 4. Levantamiento de información. 5. Generar las especificaciones básicas y cuadro comparativos ofertas. 6. Revisar las ofertas en aspectos técnicos y económicos para emitir el concepto. 7. Recomendar la oferta más conveniente. 8. Coordinar, hacer seguimiento y control contratos. 9. Cumplir asignaciones adicionales de la Gerencia de Proyecto. 10. Inherente al cargo (manual de funciones).	Por definir
7	Equipo de proyecto: Ingeniero auxiliar	1. Apoyo a ingenieros y arquitecto en las tareas técnico-administrativas. 2. Inherente al cargo (manual de funciones).	Por definir

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16. Recursos humanos para cada paquete de trabajo

Tabla 64. Distribución de recursos humanos

# CC	Cuenta de control	# PT	Paquete de trabajo	Recurso humano	Cant.
2	Estudios Preliminares	2.1.	Estudio radiación solar	Director de proyecto	1
2	Estudios Preliminares	2.1.	Estudio radiación solar	Residente eléctrico	1
2	Estudios Preliminares	2.1.	Estudio radiación solar	Empresa especialista en radiación solar con ingeniero, operativos, asistente ingeniería	1
2	Estudios Preliminares	2.2.	Estudio de suelos	Director de proyecto	1
2	Estudios Preliminares	2.2.	Estudio de suelos	Residente civil	1
2	Estudios Preliminares	2.2.	Estudio de suelos	Empresa especialista en suelos con un ingeniero civil, geotecnista, operativos, asistente ingeniería	1
2	Estudios Preliminares	2.3.	Levantamiento topográfico	Director de proyecto	1
2	Estudios Preliminares	2.3.	Levantamiento topográfico	Residente civil	1
2	Estudios Preliminares	2.3.	Levantamiento topográfico	Empresa especialista en levantamiento topográfico con un ingeniero civil, geotecnista, operativos, asistente ingeniería	1
2	Estudios Preliminares	2.4.	Estudio legal y normativo	Director de proyecto	1
2	Estudios Preliminares	2.4.	Estudio legal y normativo	Residente civil	1
2	Estudios Preliminares	2.4.	Estudio legal y normativo	Residente eléctrico	1
2	Estudios Preliminares	2.4.	Estudio legal y normativo	Empresa especialista en estudios legales y normativos con abogado líder, abogados de apoyo, secretario	1
3	Diseños	3.1.	Diseño eléctrico	Residente eléctrico	1
3	Diseños	3.1.	Diseño eléctrico	Empresa especialista en diseño eléctrico con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
3	Diseños	3.2.	Diseño cimentación	Residente civil	1
3	Diseños	3.2.	Diseño cimentación	Empresa especialista en diseño cimentación con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
3	Diseños	3.3.	Diseño estructural	Residente civil	1
3	Diseños	3.3.	Diseño estructural	Empresa especialista en diseño estructural con un ingeniero eléctrico certificado, dibujante	1
3	Diseños	3.4.	Planos arquitectónicos	Arquitecto	1
3	Diseños	3.4.	Planos arquitectónicos	Empresa especialista en planos arquitectónicos con arquitecto líder, arquitecto de apoyo, dibujante	1
4	Adquisiciones	4.1.	Selección de proveedores	Director de proyecto	1
4	Adquisiciones	4.1.	Selección de proveedores	Residente eléctrico	1
4	Adquisiciones	4.1.	Selección de proveedores	Residente civil	1
4	Adquisiciones	4.1.	Selección de proveedores	Abogado	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Director de proyecto	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Residente eléctrico	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Residente civil	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Abogado	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Oficina de contratos IDR con director de la oficina de contratos, abogado	1

# CC	Cuenta de control	# PT	Paquete de trabajo	Recurso humano	Cant.
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Director de proyecto	1
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Residente eléctrico	1
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Residente civil	1
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Residente administrativo	1
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Supervisor	2
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Equipo Construcción: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
5	Construcción	5.2.	Obras civiles	Residente eléctrico	1
5	Construcción	5.2.	Obras civiles	Residente civil	1
5	Construcción	5.2.	Obras civiles	Supervisor	2
5	Construcción	5.2.	Obras civiles	Equipo Construcción obra civil: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
5	Construcción	5.3.	Instalación de estructura	Residente civil	1
5	Construcción	5.3.	Instalación de estructura	Supervisor	1
5	Construcción	5.3.	Instalación de estructura	Equipo Construcción estructura: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
5	Construcción	5.4.	Obras eléctricas	Residente eléctrico	1
5	Construcción	5.4.	Obras eléctricas	Supervisor	1
5	Construcción	5.4.	Obras eléctricas	Equipo Construcción eléctrica: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Residente eléctrico	1
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Supervisor	1
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Equipo Construcción eléctrica: Contratista seleccionado con su equipo de trabajo	1
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Ente certificador: Ingeniero y operador	1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17. Recursos físicos para cada paquete de trabajo

Tabla 65. Distribución de recursos físicos

# CC	Cuenta de control	# PT	Paquete de trabajo	Recurso físico	Cant.
2	Estudios Preliminares	2.1.	Estudio radiación solar	Infraestructura de empresa especialista en el estudio de radiación solar	1
2	Estudios Preliminares	2.2.	Estudio de suelos	Infraestructura de empresa especialista en el estudio de suelos	1
2	Estudios Preliminares	2.3.	Levantamiento topográfico	Infraestructura de empresa especialista en el levantamiento topográfico	1
2	Estudios Preliminares	2.4.	Estudio legal y normativo	Infraestructura de empresa especialista en el estudio legal y normativa	1
3	Diseños	3.1.	Diseño eléctrico	Infraestructura de empresa especialista en el diseño eléctrico	1
3	Diseños	3.2.	Diseño cimentación	Infraestructura de empresa especialista en el diseño de cimentación	1
3	Diseños	3.3.	Diseño estructural	Infraestructura de empresa especialista en el diseño estructural	1
3	Diseños	3.4.	Planos arquitectónicos	Infraestructura de empresa especialista en el diseño arquitectónico	1
4	Adquisiciones	4.1.	Selección de proveedores	Infraestructura propia del proyecto	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Infraestructura propia del proyecto	1
4	Adquisiciones	4.2.	Contratación de proveedores	Infraestructura de la oficina de contratos del IDRD	1
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Infraestructura propia del proyecto	1
5	Construcción	5.1.	Preliminares	Infraestructura de los contratistas seleccionados	3
5	Construcción	5.2.	Obras civiles	Infraestructura propia del proyecto	1
5	Construcción	5.2.	Obras civiles	Infraestructura del contratista civil seleccionado	1
5	Construcción	5.3.	Instalación de estructura	Infraestructura propia del proyecto	1
5	Construcción	5.3.	Instalación de estructura	Infraestructura del contratista estructural seleccionado	1
5	Construcción	5.4.	Obras eléctricas	Infraestructura propia del proyecto	1
5	Construcción	5.4.	Obras eléctricas	Infraestructura del contratista eléctrico seleccionado	1
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Infraestructura propia del proyecto	1
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Infraestructura de los contratistas seleccionados	3
5	Construcción	5.5.	Puesta en funcionamiento	Equipos de medición del ente certificador	1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18. Formatos y plantillas para la gestión de calidad

Listas de verificación de entregables

Tabla 66. Lista de verificación de cumplimiento de entregables.

Código		Lista de verificación de cumplimiento de entregables			
<i>CL#0001</i>					
Proyecto	Diseño y construcción de un sistema de energía fotovoltaica para el parque San Andrés, Bogotá D. C.				
Fecha		Contrato No			
Ítem	Entregable	Paquete de trabajo	Cumple		Observación
			Sí	No	
1	Estudios preliminares	Estudio radiación solar			
2	Estudios Preliminares	Estudio de suelos			
3	Estudios Preliminares	Levantamiento topográfico			
4	Estudios Preliminares	Estudio legal y normativo			
5	Diseños	Diseño eléctrico			
6	Diseños	Diseño cimentación			
7	Diseños	Diseño estructural			
8	Diseños	Planos arquitectónicos			
9	Adquisiciones	Selección de proveedores			
Realizado por		Verificado por		Recibido por	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	

Fuente: Elaboración propia.

Formato de pruebas y evaluación (imágenes de plantillas para impresión)

1. Formato recepción de paneles:

		LIBERACION PANELES SOLARES				PQ-SA-FR1					
						VERSION 1					
						FECHA: 11.07.2021					
FECHA DE ELABORACION:					CIUDAD:						
PROYECTO:					CLIENTE:						
ID SISTEMA:					INGENIERO:						
CONVENCIONES					TIPO DE SERVICIO MARQUE CON (X)						
CONDICION CORRECTA	OK	NO CUMPLE	NC		PRE Y COMISIONAMIENTO		INSPECCION				
NO APLICA	NA	DEFECTUOSO	D		REPARACION		ENTREGA				
INFORMACION DEL EQUIPO											
EQUIPO		ÁREA DE SERVICIO			MARCA		POTENCIA (W)				
APLICACIÓN		UBICACIÓN			MODELO		VOLTAJE / PH / Hz				
TIPO DE EQUIPO		CAPACIDAD			SERIE		AMPERAJE				
ACTIVIDADES A INSPECCIONAR											
ASPECTOS				OK	NA	NC	D	ASPECTOS			
Inspeccion visual general del panel								Ajuste tornillos a la base estructural			
Limpieza interior - exterior								Conexión de cableados a inversor			
Inspección visual cristal (golpes, rayones, etc.)								Conexión de cableados a paneles			
Ajuste de estructura, marco metalico								Ajuste general de tornillería			
Estado soportes y anclajes								Ajuste de tornillería bornera de fuerza y control			
Nivelación del panel es adecuada								Todas las conexiones electricas estan aisladas			
Direccion cardinal del panel es adecuada								Todas las conexiones electricas estan realizadas			
OBSERVACIONES											
REALIZADO POR:			VERIFICADO POR:			RECIBIDO POR (CLIENTE):					
FIRMA:			FIRMA:			FIRMA:					
NOMBRE:			NOMBRE:			NOMBRE:					

Figura 27. Formato recepción de paneles

Fuente: Elaboración propia.

2. Formato de pruebas aislamiento cableados:

										CÓDIGO	PQ-SA-FR2					
										VERSIÓN	1					
										FECHA	11.07.2021					
PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CABLES																
CLIENTE:																
PROYECTO:										FECHA:						
ITEM	CIRCUITO	ORIGEN	DESTINO	CABLE		TUBERÍA IMC		LONGITUD ALIMENTADO R (m)	TIMBRADO						SERVICIO	OBSERVACIÓN
				AWG/KCM	CABLES	DIAM.	F1		F2	F3	T	NO	SI			
1									X							
2										X						
3											X					
4												X				
1									X							
2										X						
3											X					
4												X				
1									X							
2										X						
3											X					
4												X				
1									X							
2										X						
3											X					
4												X				
1									X							
2										X						
3											X					
4												X				
1									X							
2										X						
3											X					
4												X				
EQUIPO DE MEDICION																
EQUIPO				MARCA				RANGO				ESCALA				
OBSERVACIONES																
APROBACIÓN																
CONTRATISTA								INTERVENTORIA								
NOMBRE																
CARGO																
FECHA																
FIRMA																

Figura 28. Formato de pruebas aislamiento cableados

Fuente: Elaboración propia.

3. Formato de pruebas de continuidad cableados:

							CÓDIGO	PG-SA-FR2							
							VERSIÓN	1							
							FECHA	11.07.2021							
CLIENTE: PROYECTO: FECHA:															
ITEM	CIRCUITO	ORIGEN	DESTINO	CABLE	TUBERÍA IMC		LONGITUD ALIMENTADO R (m)	AISLAMIENTO					SERVICIO	OBSERVACIÓN	
				AWG/KCM	CABLES	DIAM.		F1	F2	F3	T	VALOR M ₀			
1								X				X			
2									X				X		
3										X			X		
4								X	X						
5								X		X					
6									X	X					
1								X				X			
2									X				X		
3										X			X		
4								X	X						
5								X		X					
6									X	X					
1								X				X			
2									X				X		
3										X			X		
4								X	X						
5								X		X					
6									X	X					
1								X				X			
2									X				X		
3										X			X		
4								X	X						
5								X		X					
6									X	X					
EQUIPO DE MEDICIÓN															
EQUIPO				MARCA				RANGO		ESCALA					
OBSERVACIONES															
APROBACIÓN															
CONTRATISTA					INTERVENTORIA										
NOMBRE															
CARGO															
FECHA															
FIRMA															

Figura 29. Formato de pruebas de continuidad cableados

Fuente: Elaboración propia.

4. Formato de recepción de estructura:

	PROTOCOLO PARA REVISION Y LIBERACION DE ESTRUCTURAS	PQ-SA-FR2	
		Versión:	1
		Fecha:	11.07.2021

Cliente:	
Proyecto:	
Lugar:	
Fecha de Inspección:	
Estado de Verificación:	
	<input type="checkbox"/> APTO PARA USO <input type="checkbox"/> NO APTO PARA USO

ITEM	MONTAJE	SI	NO	N/A
	Las partes de andamio (pines, diagonales, marcos) están libres			
	Los andamios se aseguran a la estructura			
ITEM	BASE	SI	NO	N/A
	La superficie esta plana, nivelada			
	Se nivela con material resistente al peso			
ITEM	DIAGONALES	SI	NO	N/A
	Las diagonales están derechas, sin fisuras.			
	Las diagonales tienen la longitud apropiada			
	Las diagonales pertenecen a la seccion de andamio			
ITEM	VERTICALES	SI	NO	N/A
	Las verticales están derechas, sin fisuras.			
	Las verticales tienen la longitud apropiada			
	Las verticales pertenecen a la sección de andamio			
ITEM	HORIZONTALES	SI	NO	N/A
	Las horizontales están derechas, sin fisuras.			
	Las horizontales tienen la misma longitud			
	Las horizontales pertenecen a la seccion de andamio			
ITEM	PLATAFORMAS	SI	NO	N/A
	Las plataformas son resistentes al peso de trabajo			
	Las superficies estan libres de fisuras y torcidos			
	Las plataformas están estan libres de vacios			
ITEM	VIGAS	SI	NO	N/A
	Las vigas estan derechas, sin fisuras			
	Todos los tornillos han sido torqueados			
ITEM	AJUSTE FINAL	SI	NO	N/A
	Todos los tornillos han sido torqueados a CIMENTACION			
	Todos los tornillos han sido torqueados entre ESTRUCTURAS			

Observaciones:

APROBACIÓN	
CONTRATISTA	INTERVENTORÍA
NOMBRE	
CARGO	
FECHA	
FIRMA	

Figura 30. Formato de recepción de estructura

Fuente: Elaboración propia.

5. Formato de recepción de obras civiles:

LIBERACIÓN ACTIVIDADES DE OBRA		CÓDIGO	PQ-SA-FR2
Proyecto:		VERSIÓN	1
		FECHA	11.07.2021
Contratista		Fecha Inicio	
Interventoría		Fecha Terminación	
		Página No.	
Actividad			
Ingeniero responsable:	Liberación obra Interventoría:		
Nombre y firma	Nombre y firma		
ACTIVIDAD PROGRAMADA	ACTIVIDAD EJECUTADA	Fecha de Liberación (dd/mm/aaaa)	Visto Bueno
1. Replanteo			
1. Replanteo y localización	Localización de placa de cimentación según plano.		
2. Actividades de construcción de la placa de cimentación			
2.1. Replanteo y localización de placa de cimentación según plano.	Localización y replantío de placa de cimentación con vigas según plano.		
2.2. Elaboración de anclajes según plano de placa de cimentación	Realización de perforaciones, nivelación de Ues de anclaje en acero de 1/2", aplicación de epóxico para anclajes.		
2.3. Armado de canastas de acero según plano de acero de reforzamiento	Acero de refuerzo, malla de refuerzo según plano de refuerzo de la base. Traslado de acero en posición vertical para amarre de Columnas.		
2.4. Instalación de aligeramiento en bloque de arcilla estándar #3 y #4	Verificación de ancho de vigas de la base y de instalación de aligeramiento.		
2.5. Construcción, instalación y aseguramiento de formaleta en madera para la fundición de la placa de cimentación	Dimensiones de base, escuadras de esquinas de la formaleta, aseguramiento del encofrado (topes, tortones, puntales), plomo del encofrado.		
2.6. Fundido de placa de cimentación según diseño de mezcla.	Verificación de dosificaciones de la mezcla de concreto, verificación de niveles de la placa y acabado superficial de la misma. Elaboración de cilindros de muestreo para pruebas de compresión		
2.7. Desencofrado de base.	Fraguado inicial de la base. (Consistencia dura)		
2.8. Realización de mediacañas en mortero con fibra de refuerzo.	Verificación de mezcla.		
3. Actividades de construcción de las columnas de concreto			
3.1. Replanteo y localización de placa de las columnas según plano.	Localización y replantío de las columnas según plano.		
3.2. Armado de canastas de acero para las columnas según plano de acero de reforzamiento.	Acero de refuerzo, malla de refuerzo según plano de refuerzo de la base. Verificar el traslape del acero en posición vertical para amarre de las Columnas.		
3.3. Construcción, instalación y aseguramiento de formaleta en madera para la fundición de las columnas	Dimensiones de las columnas, escuadras de esquinas de la formaleta, aseguramiento del encofrado (topes, tortones, apuntalamiento), verticalidad (plomo) del encofrado.		
3.4. Fundido de las columnas según diseño de mezcla.	Instalación de puente adherente entre placa y columna, verificación de dosificaciones de la mezcla de concreto, verificación de niveles de las columnas y acabado superficial en ángulo con rugosidad para adhesión de la placa de cubierta. Elaboración de cilindros de muestreo para pruebas de compresión.		
3.5. Desencofrado de las columnas	Fraguado inicial de las columnas. (Al menos 3 días después de fundidas)		

Figura 31. Formato de recepción de obras civiles (Parte 1/3)

Fuente: Elaboración propia.

4. Actividades de construcción de las vigas aéreas y placa de cubierta de concreto			
4.1. Replanteo y localización de placa de las vigas aéreas y placa de cubierta según plano.	Localización y replantéo de placa de cimentación con vigas según plano.		
4.2. Armado de canastas de acero para las vigas aéreas y placa de cubierta según plano de acero de reforzamiento.	Acero de refuerzo, malla de refuerzo según plano de refuerzo de la base. Verificar el traslapo del acero en posición vertical para amarre de las Columnas.		
4.3. Construcción, instalación y aseguramiento de formaleta en madera para la fundición de las vigas aéreas y placa de cubierta	Dimensiones de las vigas, escuadras de esquinas de la formaleta, aseguramiento del encofrado (topes, tortones, apuntalamiento), verticalidad (plomo) del encofrado; sistema de soporte (parles y cerchas) instalados y asegurados.		
4.4. Fundido de las vigas aéreas y placa de cubierta según diseño de mezcla.	Instalación de puente adherente entre placa y columna, verificación de dosificaciones de la mezcla de concreto, verificación de niveles de las columnas y acabado superficial en ángulo con rugosidad para adhesión de la placa de cubierta. Elaboración de cilindros de muestreo para pruebas de compresión.		
4.5. Desencofrado de las vigas aéreas y placa de cubierta	Fraguado inicial de las vigas aéreas y placa de cubierta. (Al menos 12 días después de fundidas)		
5. Actividades de construcción de muros y pañetes			
5.1. Construcción de muro en bloque de arcilla estándar #4.	Verificación de posición del bloque de arcilla.		
5.1. Construcción de hilada de coronación del cuarto en ladrillo de arcilla.	Verificación de posición del ladrillo de arcilla.		
5.2. Armado de canastas de acero para las columnetas de confinamiento de los muros.	Instalación de epóxico de anclajes (superior e inferior) en las varillas de reforzamiento longitudinal de las columnetas. Instalación de acero de refuerzo transversal (flejes).		
5.3. Construcción, instalación y aseguramiento de formaleta en madera para la fundición de las Columnetas de confinamiento.	Dimensiones de las columnetas, escuadras de esquinas de la formaleta, aseguramiento del encofrado (topes, tortones, apuntalamiento), verticalidad (plomo) del encofrado.		
5.4. Fundido de las columnetas de confinamiento según diseño de mezcla.	Verificación de dosificaciones de la mezcla de concreto, verificación del llenado de la columneta.		
5.5. Desencofrado de las columnetas de confinamiento	Fraguado inicial de las columnas. (Al menos 2 días después de fundidas)		
5.6. Pañete de muros y columnetas; pañete de columnas (según necesidad de emparejar plomo).	Verificación de mezcla, plomos y grosor de pañete. Filos de pañete.		
6. Actividades de impermeabilización			
6.1. Construcción de desagües en cubierta	Pendiente de tubería de desagüe.		
6.2. Construcción de mediacaña en cubierta	Verificación de mezcla.		
6.3. Extensión de mortero con desnivel para la pendiente de drenaje de la cubierta	Verificación de mezcla y pendiente del mortero.		
6.4. Instalación de manto asfáltico con foil de aluminio.	Aplicación de emulsión asfáltica, instalación adecuada de traslapos. Pintura bituminosa para retape.		
7. Actividades de instalación de marcos y puertas			
7.1. Instalación de marcos de las puertas laterales.	Verificación de marcos.		
7.2. Instalación de puertas laterales.	Verificación de bisagras, separaciones entre hojas, ajuste cuando esta cerrada,		
7.3. Instalación de marcos de puerta principal (tablero).	Verificación de bisagras, separaciones entre hojas, ajuste cuando esta cerrada,		
7.4. Instalación de puerta principal (tablero).	Verificación de bisagras, separaciones entre hojas, ajuste cuando esta cerrada,		
7.5. Instalación de chapas de seguridad de puertas laterales y principal (tablero).	Posición, funcionamiento.		
7.6. Instalación de marcos y tapas en carpintería metálica para los cárcamos.	Posición, dimensiones y ajuste.		

Figura 31. Formato de recepción de obras civiles (Parte 1/3)

Fuente: Elaboración propia.

8. Pinturas y Acabados			
8.1. Pintura Interior	Verificación de pintura de muros y de techo.		
8.2. Pintura epóxica de piso al interior	Verificación de pintura epóxica de piso.		
8.3. Pintura exterior	Verificación de pintura de muros.		
En constancia de recibo a conformidad de las actividades ejecutadas, firman:			
Nombre y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma	
CONTRATISTA	INTERVENTORÍA	CLIENTE	
OBSERVACIONES			

Figura 31. Formato de recepción de obras civiles.

Fuente: Elaboración propia.