



UNIVERSIDAD DEL
MAGDALENA

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gerencia de Proyectos de Ingeniería

Agosto - 2021

ENERGYWIND

Plan de Dirección de Proyecto

Para:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE
PUEBLOVIEJO Y TASAJERA (MAGDALENA)**

ROSA MARIA LOPEZ ZAMBRANO - 2020292023

EDISON JOSE DE LAS SALAS MONTAÑO - 2020292011

ROINER JARAMILLO COA - 2020292019

Santa Marta D.T.C.H, 07 de agosto de 2021



TABLA DE CONTENIDO

1	OBJETIVO DEL DOCUMENTO	11
2	GLOSARIO	12
3	DESCRIPCION DEL PROYECTO DE INGENIERÍA	15
4	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	15
5	EVALUACIÓN DE INICIATIVA O PROYECTO	16
5.1	SELECCIÓN DE LA IDEA DE PROYECTO DE INGENIERÍA	16
5.2	ESTUDIO DE MERCADO	16
5.2.1	<i>Generalidades</i>	16
5.2.2	<i>La Oferta</i>	16
5.2.2.1	Participación del Proyecto	16
5.2.2.2	Análisis de la Oferta	16
5.2.2.2.1	Oferta del Proyecto	16
5.2.2.2.2	Oferta de la Competencia.....	17
5.2.3	<i>La Demanda</i>	17
5.2.3.1	Análisis de la Demanda	17
5.3	ESTUDIO TÉCNICO Y TECNOLÓGICO	18
5.3.1	<i>Localización</i>	18
5.3.1.1	Localización del Proyecto	18
5.3.1.2	Descripción General.....	19
5.3.2	<i>Estudio del Recurso Eólico en Colombia</i>	19
5.3.2.1	Torres de Medición.....	19
5.3.2.2	Análisis de los Vientos	20
5.3.2.3	Rosa de los vientos	20
5.3.2.4	Velocidad Media de los Vientos.....	23
5.3.2.5	Vientos en Puebloviejo	24
5.3.2.6	Distribución de Weibull	26
5.3.3	<i>Componentes Estructurales Principales</i>	28
5.3.3.1	Aerogeneradores	28
5.3.3.1.1	Aerogeneradores GARBÍ 150/28.....	29



5.3.3.1.2	Especificaciones Técnicas	30
5.3.3.1.3	Componentes del Aerogenerador	31
5.4	ESTUDIO POLÍTICO Y LEGAL.....	34
5.5	ESTUDIO ECONÓMICO (VIABILIDAD ECONÓMICA)	35
5.6	ESTUDIO AMBIENTAL	37
5.6.1	<i>Descripción general del proyecto</i>	<i>37</i>
5.6.2	ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES	38
5.6.2.1	Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales	38
5.6.2.2	Valoración de Impactos Ambientales	41
5.6.2.3	Manejo de Impactos Ambientales.....	42
5.6.2.4	Normatividad Aplicable	43
5.7	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	45
5.7.1	<i>Análisis de alternativas de acuerdo con su viabilidad económica.</i>	<i>45</i>
5.7.2	<i>Análisis de alternativas de diferentes proyectos que se puede ejecutar en el municipio de Pueblo Viejo.</i>	<i>47</i>
5.7.3	<i>Comparación entre las diferentes fuentes de energía utilizadas en el país y su impacto ambiental.</i>	<i>48</i>
5.8	CASO DE NEGOCIO DE SOLUCIÓN PROPUESTA.....	49
5.8.1	<i>Introducción</i>	<i>49</i>
5.8.2	<i>Descripción del caso</i>	<i>50</i>
5.8.3	<i>Contexto</i>	<i>51</i>
5.8.4	OBJETIVOS.....	51
5.8.5	<i>Presupuesto.....</i>	<i>52</i>
5.8.6	<i>Premisas</i>	<i>52</i>
5.8.7	<i>Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos.....</i>	<i>52</i>
5.8.8	<i>Restricciones.....</i>	<i>53</i>
5.8.9	<i>Análisis De Alternativas.....</i>	<i>53</i>
6	DESARROLLO DEL PLAN	56
6.1	PLAN DE GESTIÓN DE ALCANCE	56
6.1.1	<i>Ciclo de vida del proyecto y enfoque.....</i>	<i>56</i>



6.1.2	<i>Enunciado del alcance del proyecto</i>	57
6.1.3	<i>Supuestos, restricciones y exclusiones del proyecto</i>	57
6.1.4	<i>Estructura de desagregación del Trabajo (EDT)</i>	58
6.1.5	<i>Diccionario de la EDT</i>	58
6.1.6	<i>Entregables y criterios de aceptación</i>	61
6.2	ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN	63
6.2.1	<i>Plan de gestión de cronograma del proyecto</i>	63
6.2.1.1	Lista de hitos.....	64
6.2.1.2	Cronograma y línea base de cronograma	64
6.2.2	<i>Programa de recursos</i>	67
6.2.2.1	Requisitos de Recursos	67
6.2.3	<i>Plan de gestión de cambios</i>	68
6.2.4	<i>Plan de gestión de costos del proyecto</i>	69
6.2.4.1	Bases de estimación de costos	69
6.2.4.2	Costos y presupuesto	69
6.2.5	<i>Plan de gestión de recursos humanos</i>	70
6.2.5.1	Estructura organizacional de la empresa ENERGYWIND	71
6.2.5.2	Organigrama en el cual se muestre las líneas de reporte dentro del ambiente del proyecto.....	71
6.2.5.3	Factores ambientales del proyecto	71
6.2.5.4	Activos de los procesos.....	72
6.2.5.5	Matriz RACI.....	73
6.2.5.6	Roles, Perfil y responsabilidades definidos.....	73
6.2.5.7	Necesidades identificadas de contratación de personal.	73
6.2.5.8	Calendario de asignación al proyecto para cada uno de los recursos.	74
6.2.5.9	Estructura de desglose de recursos. RBS (Resource Breakdown Structure).	75
6.2.6	<i>Plan de gestión de interesados</i>	76
6.2.6.1	Enfoque de la gestión de los interesados.	76
6.2.6.2	Registro de los interesados y grupos de interés.	76
6.2.6.3	Análisis de interesados	77
6.2.6.3.1	Modelo de Prominencia	79
6.2.6.3.2	Cubo de Interesados.....	80



6.2.6.4	Mapa de interesados, grupos de interés y nivel deseado de participación de los interesados.....	82
6.2.6.5	Estrategias de gestión para los interesados.....	82
6.2.6.6	Seguimiento a estrategias y mejora continua	84
6.2.7	<i>Plan de gestión comunicaciones</i>	84
6.2.7.1	Flujo de Comunicaciones	84
6.2.7.2	Matriz de Comunicaciones	85
6.2.7.3	Directorio de equipo del proyecto para las comunicaciones.....	87
6.2.8	<i>Plan de gestión de calidad.....</i>	89
6.2.8.1	Organización para la gestión y control de calidad	89
6.2.8.2	Estándares, normas, especificaciones técnicas de calidad a utilizar en el proyecto.....	93
6.2.8.3	Plan de gestión de la calidad del proyecto	96
6.2.9	<i>Plan de gestión de riesgos</i>	99
6.2.9.1	Plan de gestión de riesgos	99
6.2.9.2	Matriz de Valoración Probabilidad e Impacto	99
6.2.9.3	Identificación de los escenarios de riesgo	100
6.2.9.4	Cualificación de riesgos	101
6.2.9.5	Cuantificación de los escenarios de riesgo	103
6.2.9.6	Respuesta a los riesgos	103
6.2.9.7	Plan de acción.....	104
6.2.9.8	ROLES Y RESPONSABILIDADES en LA GESTIÓN DE RIESGOS	106
6.2.9.9	Seguimiento y control de los riesgos	107
6.2.10	<i>Plan de control de la ejecución.....</i>	108
6.2.11	<i>Plan de gestión de las adquisiciones</i>	109
6.2.11.1	Tipos de contratos y modalidades de selección a utilizar en el proyecto.....	109
6.2.11.2	Estrategia de adquisiciones	109
6.2.11.3	Plan de contratación y compras	110
7	FACTORES CLAVES DE ÉXITO DEL PROYECTO	111
8	ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO Y ACUERDO ÉTICOS.....	111
9	DE ASIGNATURA ELECTIVA	116
10	ANEXOS.....	117
10.1	ANEXO 1. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	117



10.2	ANEXO 2. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	117
10.3	ANEXO 3. PROGRAMAS DE MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES	117
10.4	ANEXO 4. MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES	117
10.5	ANEXO 5. EDT PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO	117
10.6	ANEXO 6. DICCIONARIO DEL EDT PARQUE EÓLICO.....	117
10.7	ANEXO 7. CRONOGRAMA DEL PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO	117
10.8	ANEXO 8. ESTIMACIÓN DE COSTOS PARQUE EÓLICO	117
10.9	ANEXO 9. MATRIZ RACI PARQUE EÓLICO.....	117
10.10	ANEXO 10. ROLES, PERFIL Y RESPONSABILIDADES DEFINIDOS	117
10.11	ANEXO 11. CALENDARIO DE RECURSOS.....	117
10.12	ANEXO 12. DESGLOSE DE RECURSOS	117
10.13	ANEXO 13. MATRIZ Y CATEGORÍAS DE RIESGOS.....	117
10.14	ANEXO 14. PLAN DE GESTIÓN DE CONTROL.....	117
10.15	ANEXO 15. ESTRATEGIA Y PROGRAMA DE ADQUISICIONES	117
10.16	ANEXO 16. PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES	117
10.17	ANEXO 17. CWBS PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO	117
10.18	ANEXO 18. ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO	117
10.19	ANEXO 19. PLIEGO DE CONDICIONES DEL PROYECTO.....	117
10.20	ANEXO 20. PROPUESTA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EOLICO PUEBLOVIEJO...117	
11	REFERENCIAS	118

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencias de Weibull.....	27
Tabla 2. Especificaciones técnicas	30
Tabla 3. Relación de costos de los aerogeneradores	36
Tabla 4. Presupuesto general del proyecto. Fuente: Propia	36
Tabla 5. Identificación de aspectos e impactos ambientales. Fuente: Propia	41
Tabla 6. Aspectos legales aplicables al proyecto. Fuente: Propia	45



Tabla 7. Análisis de alternativas de acuerdo con su viabilidad económica. Fuente: Propia	47
Tabla 8. Análisis de alternativas de solución a la problemática de la energía eléctrica en Pueblo Viejo y Tasajera. Fuente: Propia	48
Tabla 9. Costos de la generación de energía en Colombia según las diferentes fuentes de obtención.	49
Tabla 10. Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos. Fuente: Propia	53
Tabla 11. Diccionario EDT del proyecto. Fuente: Propia	61
Tabla 12. Entregables y criterios de aceptación del proyecto. Fuente: Propia	63
Tabla 13. Lista de hitos del proyecto.	64
Tabla 14. Listado de recursos humanos utilizados en el proyecto.	67
Tabla 15. Listado de equipos y materiales utilizados en el proyecto.	68
Tabla 17. Necesidades de contratación.	74
Tabla 18. Interesados y grupos de interés.	77
Tabla 19. Modelo de Prominencia.	79
Tabla 20. Prioridad y categorías	79
Tabla 21. Mapa de interesados, grupos de interés y nivel deseado de participación de los interesados	82
Tabla 22. Estrategia de gestión con los interesados	84
Tabla 23. Directorio de equipo del proyecto.	89
Tabla 24. Matriz de probabilidad e impacto	100
Tabla 25. Ejemplo de los escenarios de riesgos agregados para las categorías social y político.	101
Tabla 26. Ejemplo de análisis cuantitativo para los escenarios de riesgos considerados medio y alto de ocurrencia en las categorías social y político.	103
Tabla 27. Valores de la reserva de contingencia	105
Tabla 28. Costos finales del proyecto	105
Tabla 29. Matriz de probabilidad e impacto con los ítems de reserva de contingencia.	106
Tabla 30. Estrategia de adquisiciones.	110

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Evidencia del recibo de energía eléctrica de una vivienda en Tasajera (Magdalena).	17
Figura 2. Terreno para la construcción del parque eólico.	18



Figura 3. Disposición óptima de los aerogeneradores.	19
Figura 4. Torres de medición y anemógrafos.	Fuente: 20
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).....	
Figura 5. Rosa de los vientos.	21
Figura 6. Rosa de los vientos de Santa Marta.	21
Figura 7. Diagrama de frecuencias de Apto Simón Bolívar. Fuente: Atlas del IDEAM.....	22
Figura 8. Promedio horario de dirección del viento en Apto Simón Bolívar.....	23
Figura 9. Promedio mensual de dirección del viento en aeropuerto Simón Bolívar Fuente: Atlas del IDEAM.....	23
Figura 10. Mapa de la velocidad del viento a 10 m de altura.	24
Figura 11. Velocidad promedio de los vientos	25
Figura 12. Direcciones promedias de los vientos.....	25
Figura 13. Distribución de las velocidades de los vientos del aeropuerto Simón Bolívar.....	28
Figura 14. Aerogenerador Garbi 150/28	29
Figura 15. Componentes de un Aerogenerador.....	31
Figura 16. Distribución de los aerogeneradores en el parque eólico.....	33
Figura 17. Distribución del presupuesto del parque eólico. Fuente: Propia.....	36
Figura 18. Etapas del proyecto. Fuente: propia	38
Figura 19. Ciclo de vida del proyecto. Fuente: Propia.....	57
Figura 20. Cronograma en Project del Proyecto. Fuente: Propia.....	66
Figura 21. Línea base de los costos	70
Figura 22. Estructura organizacional de la empresa.	71
Figura 23. Estructura organizacional del proyecto.....	71
Figura 24. Matriz RACI del proyecto.....	73
Figura 25. Ejemplo de los recursos agregados en Project.....	75
Figura 26. Estructura de desglose del proyecto.....	75
Figura 27. Matriz de poder /interés	78
Figura 28. Matriz de influencia/impacto	78



Figura 29. Cubo de interesados	80
Figura 30. Gestión de interesados.....	81
Figura 31. Flujo de comunicaciones con los interesados	85
Figura 32. Matriz de comunicaciones.....	86
Figura 33. Niveles bajo, medio y alto de los escenarios de riesgos identificados.....	102
Figura 34. Diagrama de flujo de la gestión de riesgos del proyecto.	108

BITÁCORA DOCUMENTAL



Versión	FECHA	DESCRIPCIÓN VERSIÓN	ELABORACIÓN		REVISION PROYECTO	
			Nombre	Firma	Nombre	Firma
A	20/10/2020	Primera versión borrador para el grupo			Larry Obispo	
B	19/12/2020	Segunda versión			Albeiro Diaz	
V0	07/08/2021	Versión definitiva para entrega			Albeiro Diaz	
V1		Versión revisada con comentarios de la Universidad				



1 OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El objetivo de este documento es verificar la viabilidad del proyecto de construcción de un parque eólico para abastecer de energía eléctrica a los habitantes de la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera Magdalena.

Este proyecto consiste en la generación de energía eléctrica aprovechando el potencial eólico de la zona costera del municipio de Puebloviejo, mediante la instalación de un sistema de aerogeneradores que transformen la energía cinética del viento en energía eléctrica, para ello se emplearan un conjunto de 6 aerogeneradores capaces de generar el fluido eléctrico suficiente para abastecer cerca de 3.600 viviendas. Además, el proyecto incluye la instalación de transformadores y nuevas redes eléctricas que permiten solucionar las constantes fallas e interrupciones del servicio de energía en la población. Es importante resaltar que para la ejecución de este proyecto se requiere la financiación por parte de la gobernación del Magdalena o el gobierno nacional.

El presente proyecto es la mejor opción para dar solución a las necesidades de la población, ya que fue formulado a partir de una planeación preliminar pensando en darle solución oportuna a las necesidades de la población objetivo.



2 GLOSARIO

Energía eólica: Es la energía que se obtiene del viento. Se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Esta energía la podemos convertir en electricidad a través de un generador eléctrico. Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que ayuda a reemplazar la energía producida a través de los combustibles fósiles.

Energía cinética: Es aquella energía que posee un cuerpo o sistema debido a su movimiento.

Parque eólico: Es una agrupación de aerogeneradores que transforman la energía eólica en energía eléctrica.

Aerogeneradores: Es un generador eléctrico que funciona convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica a través de una hélice en energía eléctrica gracias a un alternador (generador de corriente eléctrica alterna).

Rotor: Es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, ya sea un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estator, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

Energías renovables: Son aquellas fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente.

Potencia nominal: Es la potencia máxima que demanda una máquina o aparato en condiciones de uso normales; esto quiere decir que el aparato está diseñado para soportar esa cantidad de potencia, sin embargo, debido a fluctuaciones en la corriente, al uso excesivo o continuo, o en situaciones de uso distintas a las del diseño, la potencia real puede diferir de la nominal, siendo más alta o baja.

Transformador: Un elemento eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

Controlar el Alcance: Proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance.

Entregable: Cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto.

Estructura de Desglose del Trabajo (WBS/EDT): Descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a ser realizado por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos.

Paquete de Trabajo: Trabajo definido en el nivel más bajo de la estructura de desglose del trabajo para el cual se estiman y gestionan el costo y la duración.

Cronograma del Proyecto: Salida de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos.

Presupuesto: Estimación aprobada para el proyecto o cualquier componente de la estructura de desglose del trabajo o cualquier actividad del cronograma.

Estimar los Costos: Proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto.



Valor Ganado (EV): Cantidad de trabajo ejecutado a la fecha, expresado en términos del presupuesto autorizado para ese trabajo.

Valor Planificado (PV): Presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo planificado.

Costo Real (AC): Costo real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico.

Índice de desempeño del costo (CPI): Es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado como la razón entre el valor ganado y el costo real.

Tolerancia: Descripción cuantificada de la variación aceptable de un requisito de calidad.

Supuesto: Factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración.

Responsabilidad: Asignación que puede delegarse dentro de un plan para la dirección del proyecto de modo tal que el recurso asignado incurre en la obligación de llevar a cabo los requisitos de la asignación.

Restricción: Factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso.

Rol: Función definida a ser realizada por un miembro del equipo del proyecto, como probar, archivar, inspeccionar o codificar.

Lecciones Aprendidas: Conocimiento adquirido durante un proyecto que muestra cómo se abordaron o deberían abordarse en el futuro los eventos del proyecto, a fin de mejorar el desempeño futuro.

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes satisface los requisitos.

Política de calidad: Política específica, donde se establece los principios básicos que deberían regir las acciones de la organización del implementar su sistema de gestión de la calidad.

Sistema de Gestión de Calidad: Marco organizativo cuya estructura proporciona las políticas, procesos, procedimientos y recursos necesarios para implementar el plan de gestión de la calidad.

Métricas de Calidad: Descripción de un atributo del proyecto o del producto y de la manera en que se mide dicho atributo.

Costo de la Calidad (COQ): Todos los costos incurridos durante la vida del producto por inversión en la prevención de no conformidad con los requisitos, evaluación del producto o servicio en cuanto a su conformidad con los requisitos e incumplimiento de los requisitos.

Controlar la Calidad: Proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad, para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente.

Gold Plating: La práctica de dar al cliente más de lo que solicitó.

Exactitud: En el sistema de gestión de calidad, la exactitud es una evaluación de la corrección.

Conformidad: Dentro del sistema de gestión de calidad, la conformidad es un concepto general de entregar resultados dentro de los límites que definen la variación aceptable para un requisito de calidad.



Juicio de Expertos: Juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está ejecutando.

Interesado: Individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado o percibirse a sí mismo como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto, programa o portafolio.

Grado: Categoría o nivel que se utiliza para distinguir elementos que tienen el mismo uso funcional pero que no comparten los mismos requisitos de calidad.

Factores Ambientales de la Empresa: Condiciones que no están bajo el control directo del equipo y que influyen, restringen o dirigen el proyecto, programa o portafolio.

Riesgo: Evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto.

Mitigar el Riesgo: Estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para disminuir la probabilidad de ocurrencia o impacto de una amenaza.

Evitar el Riesgo: Estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para eliminar la amenaza o proteger al proyecto de su impacto.

Reserva de Gestión: Parte del presupuesto del proyecto o cronograma del proyecto mantenida fuera de la línea base para la medición del desempeño con fines de control de gestión, que se reserva para trabajo imprevisto que está dentro del alcance del proyecto.

Reserva para Contingencias: Tiempo o dinero asignado en el cronograma o línea base de costos para riesgos conocidos con estrategias de respuesta activas.

Probabilidad: Es la posibilidad de ocurrencia de un escenario de riesgo en el proyecto.

Impacto: Es la pérdida o daño en el proyecto por la ocurrencia de un riesgo.

Severidad: La severidad de los riesgos es la combinación entre impacto y la probabilidad ($S=P*I$).

Averso: Se refiere a una persona opuesto, antagónico o contradictorio.



3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

Este proyecto pretende diseñar e implementar un parque eólico en la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena) para generar energía eléctrica, mediante un sistema eólico, en aprovechamiento de las condiciones costeras con vientos favorables, acorde con la estrategia de Planificación Sustentable del Plan de Gobierno Departamental 2020-2024, con el fin de brindarle a los habitantes del municipio un mejor servicio de energía eléctrica que contribuya al desarrollo de nuevas oportunidades laborales, educación de calidad, mejorando así el nivel de vida de los habitantes del municipio.

4 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA

La empresa en la cual se desarrollará la iniciativa de este proyecto es la Gobernación del Magdalena, perteneciente al sector público como entidad gubernamental; ubicada en la Cra. 1c #16-04, Santa Marta, Magdalena; la cual tiene como objeto social impulsar un nuevo plan territorial sustentable que asegure un uso democrático de los recursos y preserve nuestro patrimonio hídrico y biodiversidad enfocado especialmente a combatir las causas del cambio climático y mitigar y prevenir sus efectos en el Departamento.

Alineación estratégica

Estrategia: PLANIFICACIÓN SUSTENTABLE

Programa: PLAN DE GOBIERNO DEPARTAMENTAL 2020-2024

Indicador de seguimiento: Hogares conectados a las redes de energía convencional y no convencional.

Meta: 3.600 hogares beneficiados de la energía eléctrica.



5 EVALUACIÓN DE INICIATIVA O PROYECTO

5.1 SELECCIÓN DE LA IDEA DE PROYECTO DE INGENIERÍA

Implementar un sistema de generación de fluido eléctrico distribuido desde un parque eólico para brindarle a la comunidad de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena), acceso al servicio de energía eléctrica eficiente, que permita mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta zona, debido a las abundantes fallas energéticas que se presentan.

5.2 ESTUDIO DE MERCADO

5.2.1 Generalidades

El estudio de mercado comprende la estimación de la cantidad de energía eléctrica que se debe generar para abastecer a la población objetivo, la situación actual de la demanda, la oferta existente y el potencial del proyecto en el mercado energético.

Al momento de formular un proyecto de generación de energía es importante tener claro que según la matriz energética colombiana el 70% del fluido eléctrico producido en nuestro país proviene de fuentes hídricas, lo que le permite al país contar con la sexta matriz más limpia del mundo, según el Consejo Económico Mundial (López, 2019). Sin embargo, somos uno de los países más vulnerables a la variabilidad climática, lo que implica la búsqueda de generación energética mediante el uso de fuentes renovables no convencionales. Lo anteriormente mencionado sumado al interés del país de mitigar la huella de carbono provocada por el uso de combustibles fósiles en la generación de fluido eléctrico ha abierto las puertas al mercado de las energías renovables no convencionales en nuestro país.

5.2.2 La Oferta

5.2.2.1 Participación del Proyecto

Dentro de las fuentes de energía renovables no convencionales encontramos los sistemas eólicos, que están tomando una alta relevancia en la producción energética a nivel mundial. Teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas de la zona costera de la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena) se identifica la favorabilidad para la instalación de un sistema eólico aprovechando las velocidades promedio de los vientos que allí se presentan. Energy Wind participará en la oferta con la generación de 540.000KWh/mes, suficientes para abastecer energéticamente a las 3.600 viviendas de la población de la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena).

5.2.2.2 Análisis de la Oferta

5.2.2.2.1 Oferta del Proyecto

Algunos factores que pueden influir en la oferta del servicio generado por Energy Wind son los siguientes:

- Alta demanda de un sistema eficiente de energía eléctrica en la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena).

- Mejor manejo de cobro en las tarifas básicas de la energía eléctrica, con respecto al sistema actual de totalizadores comunitarios.
- Capacidad de generación de energía del parque eólico.

5.2.2.2 Oferta de la Competencia

En la actualidad la prestación y cobro del servicio de energía eléctrica a los habitantes de la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena) está a cargo de la empresa AIR-e. Los habitantes de la zona tienen quejas con respecto al sistema de cobro de las tarifas de energía, ya que no existen medidores en cada casa, sino, totalizadores comunitarios que recogen los datos del consumo de la población y los dividen entre el número de viviendas. Actualmente hay 10 totalizadores comunitarios en Pueblo Viejo y 8 en Tasajera, esto ocasiona inconformidades en la población, ya que consideran que las tarifas totales del recibo de energía no corresponden con el verdadero consumo de sus viviendas. Según datos tomados de un recibo de energía eléctrica de Pueblo Viejo, el costo del KWh es de 519.23 pesos.

ID de Cobro		NIC Totalizador	Código de Usuario	Nombre	Dirección	Cómo Kwh/mes	% de Participación
200732695	6598234	1038584	YUSER MORA	CL 7 # 3-09		629.16	8.5439%
INFORMACIÓN DEL TOTALIZADOR COMUNITARIO							
Consumo mes	Subsidio	Comp.	FOES Aplicada	Total Usuidado Mes	Deuda Totalizador	Letra Actual	Letra Anterior
\$15,016,132	\$3,258,726	\$0	\$435,881	\$11,321,520	\$213,801,950	12134	11652
DATOS DE FACTURA N° 65982342301038584							
PUNTO DE PAGO		HORARIO	ÚLTIMOS CUATRO PAGOS				
CR 12 ENTRE CL 14 Y 15		LUNES A VIERNES 8:00 AM - 12:00 AM	fecha de Pago	Valor (\$) \$			
		2:00 PM - 5:00 PM	2020/03	0.00			
		SABADOS: 8:00 A 12:00 M	2020/04	0.00			
			2020/05	0.00			
			2020/06	0.00			
NOTA IMPORTANTE							
Estimado usuario: Le recordamos que el valor total a pagar corresponde a su porcentaje de participación en el consumo del totalizador, una vez descontados los beneficios de los aportes del Estado.							
COD. GEOREFERENCIA:		4830					
<small>No somos aseguradoras de impuesto de venta, abstenerse de practicar retención a título de impuesto de renta sobre el servicio de energía. No somos aseguradoras del impuesto de renta -CDEI según decreto 1829 de agosto 27 de 2013. Esta factura presta merita ejecutivo. Art. 150 ley 142 1994.</small>							
DETALLE CONSUMO		Valor					
Importe Consumo		1,282,963					
Subsidio		1278,422					
FOES		37,241					
Otros conceptos liq. en totalizador		1561					
Subtotal Energía		967,294					
Valor Traslado a Deuda de Totalizador		967,294					
Valor Mínimo a Pagar		0					
[-] Pago Anticipado		0					
Subtotal otras entidades		0					
[+] Cuota Acuerdo de Pago		0					
TOTAL A PAGAR MES		967,294					
TOTAL VALOR FACTURAS POR PAGAR		31,529,619					

Figura 1. Evidencia del recibo de energía eléctrica de una vivienda en Tasajera (Magdalena).

5.2.3 La Demanda

5.2.3.1 Análisis de la Demanda

Según datos suministrados por la secretaria de planeación distrital de Pueblo Viejo, hay alrededor de 18.000 habitantes y cerca de 3.600 viviendas entre la cabecera municipal y el corregimiento de Tasajera (Magdalena). La demanda energética de esta población es de aproximadamente 150KWh/mes por vivienda, lo que significa que para abastecer a la totalidad de las viviendas se requiere la generación de 540.000 KWh/mes.



Los cerca de 18.000 habitantes de nuestra población objetivo han sido víctimas de las constantes fallas del servicio de energía eléctrica y los altos costos de las tarifas de energía y el sistema de totalizadores comunitarios los han llevado a adquirir deudas cuantiosas, cuya capacidad económica no logran cubrir. Además, se evidencia una demanda insatisfecha producto de las frecuentes fallas en el suministro de energía, en esta población es habitual que durante el día tengan de 2 a 5 interrupciones en el fluido eléctrico.

5.3 ESTUDIO TÉCNICO Y TECNOLÓGICO

5.3.1 Localización

5.3.1.1 Localización del Proyecto

El Parque Eólico se localizaría en la cabecera municipal de Puebloviejo al norte del departamento del Magdalena, Latitud: 10.9779 Longitud: -74.3273 Latitud: 10° 58' 40" Norte Longitud: 74° 19' 38" Oeste, y situado a unos 38,4 km de la ciudad de Santa Marta. Este terreno será otorgado por la Gobernación del Magdalena para la ejecución del proyecto.

El proyecto es planteado por la problemática social del municipio y por el potencial identificado a partir de los registros de los vientos de la estación del Aeropuerto Simón Bolívar, que es una zona cercana al parque, IDEAM y CORPAMAG.

La actividad económica del pueblo se sustenta principalmente en la pesca, porque se encuentra rodeado de aguas del mar Caribe y de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

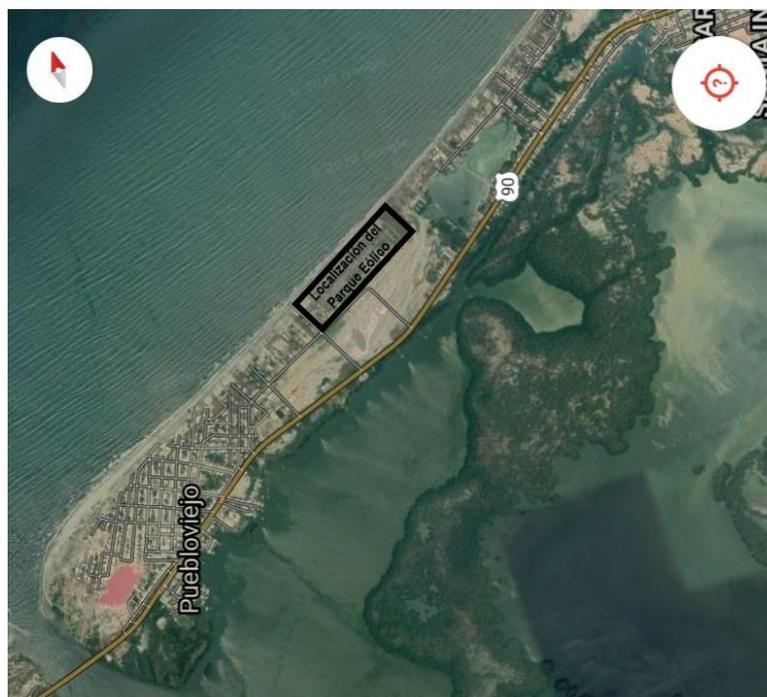


Figura 2. Terreno para la construcción del parque eólico.

5.3.1.2 Descripción General

El proyecto que se evaluará contempla el emplazamiento de un Parque Eólico con una capacidad de generación eléctrica de 900 KW, el cual estará compuesto por seis aerogeneradores de mediana capacidad de 150 KW por aerogenerador. El proyecto estaría constituido por seis aerogeneradores Gamesa GARBI 150/28 KW, de 28 m de diámetro de rotor y 35 m de altura de torre, orientados en dirección NORTE, correspondiente a la dirección predominante de procedencia del viento, los seis aerogeneradores se encontrarían en una distribución correcta de las turbinas en dos grupos de filas de 3, cada fila separada a una distancia de 500 m y cada aerogenerador separado uno del otro por 3 veces su diámetro de rotor, en este caso 200 m.

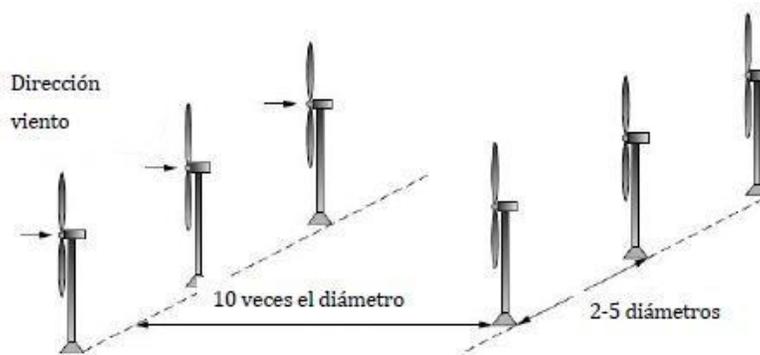


Figura 3. Disposición óptima de los aerogeneradores.

Fuente: TFG Diseño de un Parque eólico

5.3.2 Estudio del Recurso Eólico en Colombia

5.3.2.1 Torres de Medición

Para obtener los parámetros del viento se tomaron las informaciones de las torres a una altura normalizada de 10 m (Figura 4.) en los lugares donde posiblemente soplabo mucho viento, en la parte más alta de la estructura hay sensores llamados anemógrafos los cuales registran la dirección y velocidad del viento. Los anemógrafos utilizados fueron los Woelfle de tipo mecánico y el Fuesc mecánico de tipo universal

Para el análisis de toda la información recolectada de los sensores y según estándares internacionales, se utilizó como guía las informaciones recopiladas por IDEAM (instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y CORPAMAG (Corporación Autónoma Regional del Magdalena) y WEATHERSPARK para determinar y orientar la obtención de la información suplementaria acerca de las observaciones de vientos según los procedimientos sugeridos por la el documento Guidelines on Climate Metadata and Homogenization, WCDMP, N° 53, de Organización Meteorológica Mundial (OMM), Suiza, diciembre de 2003.

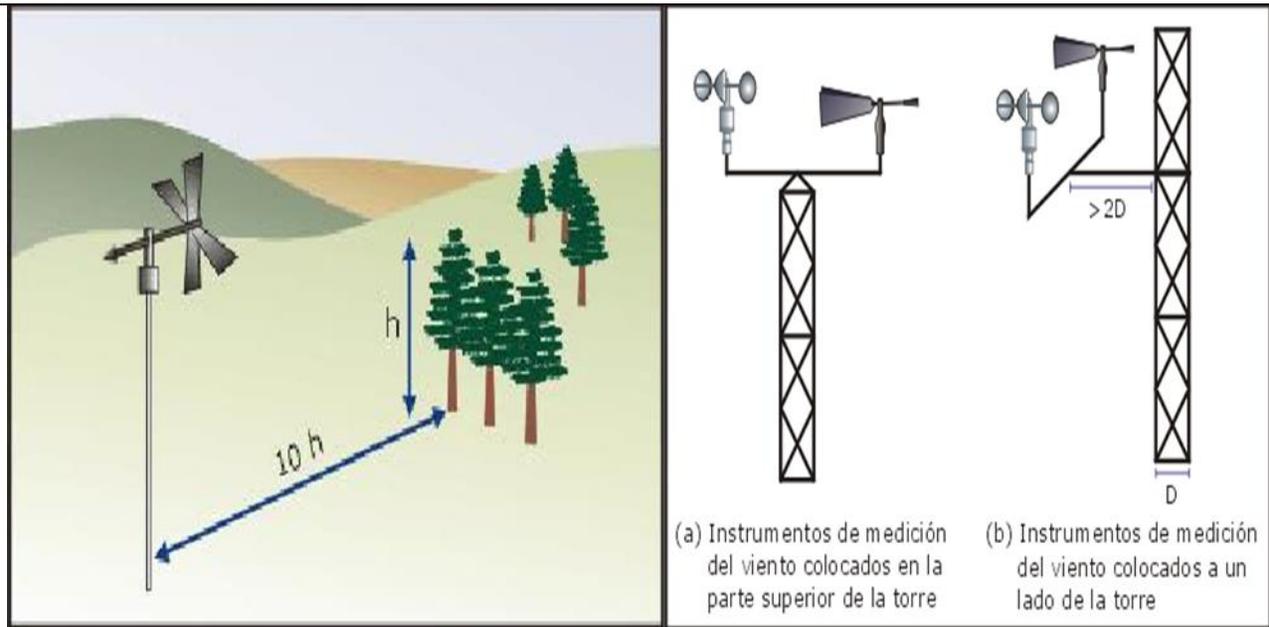


Figura 4. Torres de medición y anemógrafos.
de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)

Fuente: Agencia

5.3.2.2 Análisis de los Vientos

Para efectos de la formulación del presente proyecto se realizó el estudio de los vientos en la zona de localización del parque eólico a partir de la información obtenida de las bases de datos del IDEAM y la revisión del atlas de vientos y energía eólica de Colombia (IDEAM , 2020).

5.3.2.3 Rosa de los vientos

Para diseñar el parque eólico que abastecerá de fluido eléctrico a la cabecera municipal de Pueblo Viejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena) es necesario saber cuál es la dirección del viento desde la cual este sopla con gran energía. Utilizaremos la rosa de vientos del IDEAM que nos permite conocer la dirección predominante del viento en la zona donde queremos construir el parque. Una rosa de los vientos es un diagrama polar que puede ser construido mostrando el porcentaje del tiempo durante el cual el viento ha estado en una dirección específica (UPME).

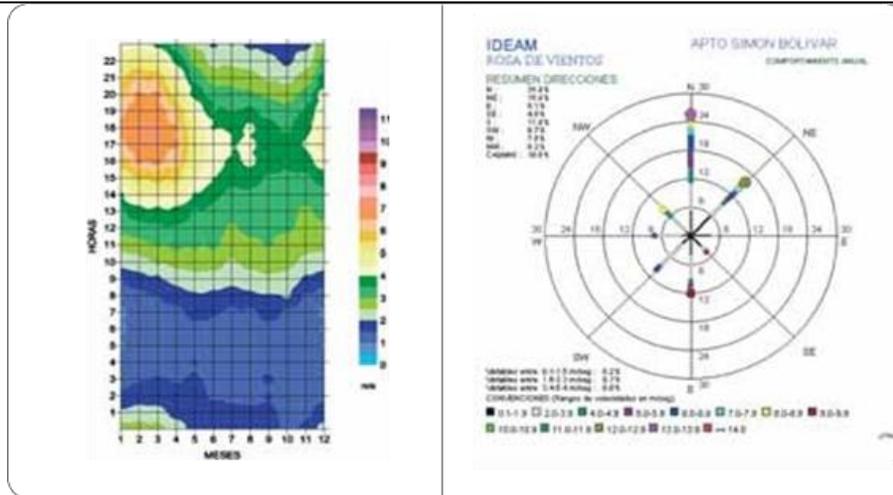


Figura 5. Rosa de los vientos.

Fuente: IDEAM

Los datos que registran los anemómetros en el Aeropuerto Simón Bolívar, que es una zona cercana al parque reflejan vientos con intensidades superiores a 5 m/s y alcanzando valores medios cercanos a los 8 m/s se observan desde las 9 a.m. y 8 p.m. para los meses comprendidos entre enero y agosto. La dirección predominante de donde sopla el viento es del norte.

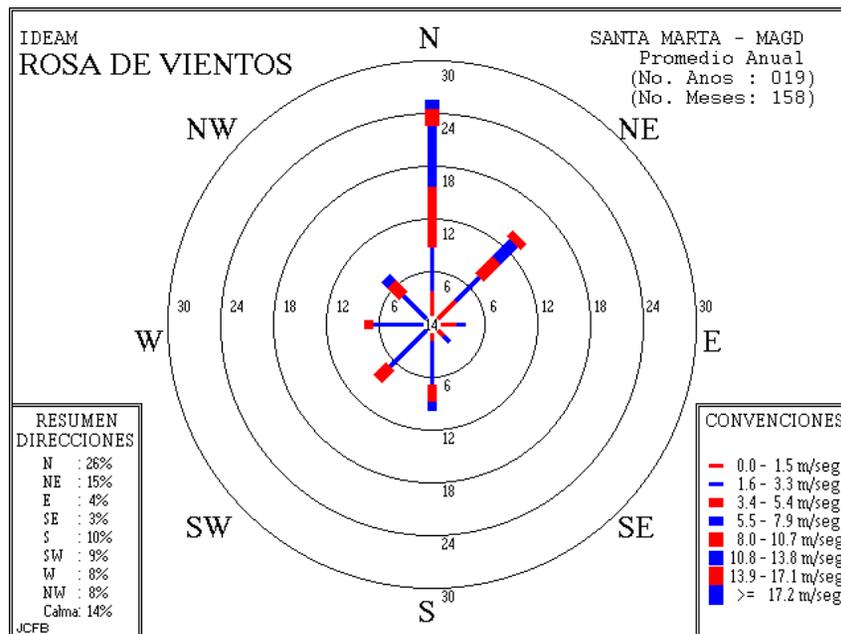


Figura 6. Rosa de los vientos de Santa Marta.

Fuente: Atlas del IDEAM

En la gráfica de la rosa de vientos que nos aporta el Atlas interactivo del IDEAM se observa que el Norte es la dirección predominante hacia donde sopla el viento a 10 m de altura.

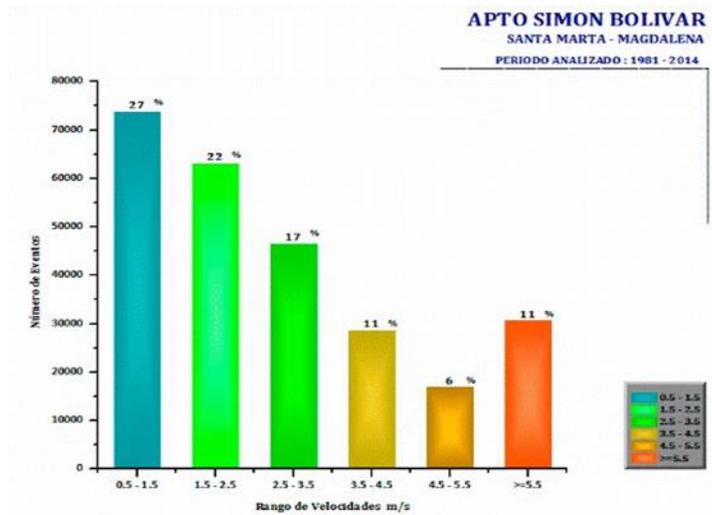


Figura 7. Diagrama de frecuencias de Apto Simón Bolívar.

Fuente: Atlas del IDEAM

Se puede observar en el histograma de frecuencias, el 27% de las 70200 veces que se ha registrado el viento es 0.5-1.5 m/s, también se aprecia que el 6% sobre 4.5 – 5.5 m/s y el 17% entre 2.5 y 3.5 m/s. Esto quiere decir que un 50% de las veces que sopla viento es superior a 3 m/s.

La dirección que domina sobre las demás es el Norte, esto significa que los aerogeneradores deben colocarse en una dirección perpendicular al Norte para disminuir los efectos de la estela, es decir hacia la dirección Norte.

En las dos figuras siguientes se observa el promedio de la dirección del viento según la hora y el mes, se puede concluir que la dirección donde más sopla el viento es a 90 grados, es decir, hacia la dirección Norte como se mencionó anteriormente.

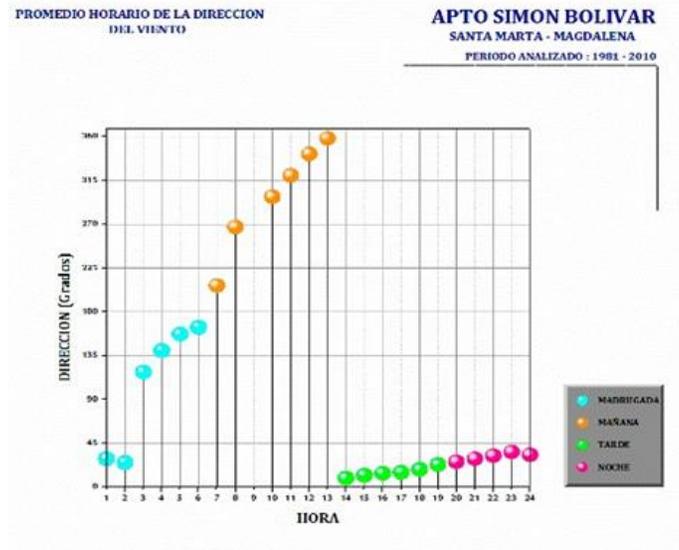


Figura 8. Promedio horario de dirección del viento en Apto Simón Bolívar.

Fuente: Atlas del IDEAM



Figura 9. Promedio mensual de dirección del viento en aeropuerto Simón Bolívar
Atlas del IDEAM

Fuente:

5.3.2.4 Velocidad Media de los Vientos

En este apartado conoceremos si la velocidad media anual del emplazamiento es por lo menos mínima para obtener suficiente producción eléctrica y que la viabilidad sea buena y la amortización económica también. Se considera que entre los 2,5 m/s y los 3,5 m/s, velocidad llamada "cut-in speed", es la velocidad mínima para arrancar un aerogenerador y si supera los 20 m/s, velocidad llamada "cut-out speed", que es una velocidad peligrosa que puede dañar la estructura. Como se observa en el mapa del Atlas de Viento de Colombia la velocidad promedio anual a 10 m de altura es de 7 a 8 m/s, esto quiere decir que tendríamos una buena

fiabilidad de que durante el año la velocidad de viento se mantenga en el rango de 7 a 8 m/s, la cual es una velocidad buena para nuestra instalación.

A 40 m de altura la velocidad media es de 9 – 10 m/s, según información tomada de (IDEAM, 2020)

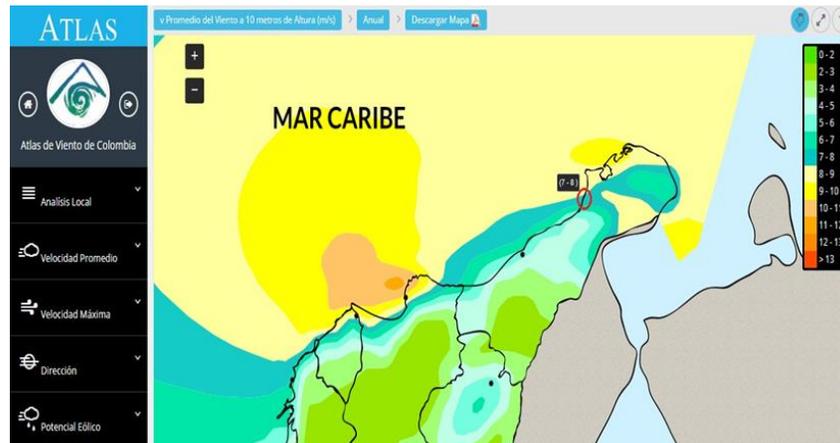


Figura 10. Mapa de la velocidad del viento a 10 m de altura.

Fuente: Atlas del IDEAM

5.3.2.5 Vientos en Pueblo Viejo

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Pueblo Viejo tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4,9 meses, del 1 de diciembre al 27 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 14,3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 26 de febrero, con una velocidad promedio del viento de 19,5 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,2 meses, del 27 de abril al 1 de diciembre. El día más calmado del año es el 4 de octubre, con una velocidad promedio del viento de 9,1 kilómetros por hora.

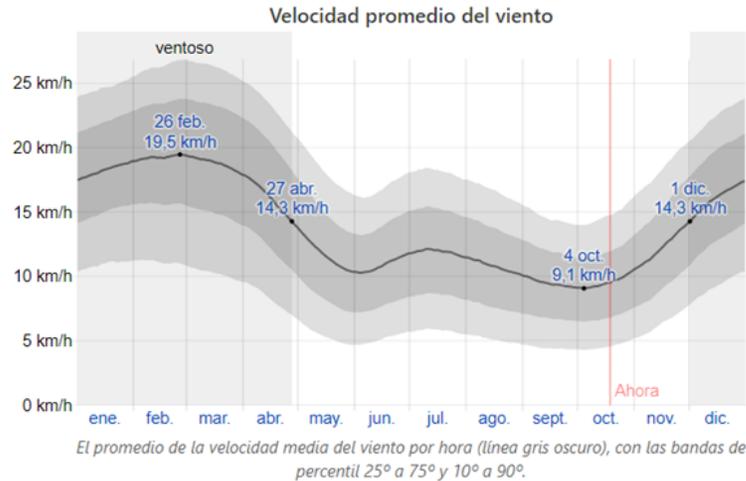


Figura 11. Velocidad promedio de los vientos

Según información tomada de (Weather Spark, 2020) la dirección predominante promedio por hora del viento en Pueblo Viejo varía durante el año.

El viento con más frecuencia viene del norte durante 1,3 meses, del 24 de abril al 4 de junio y durante 3,2 meses, del 13 de agosto al 20 de noviembre, con un porcentaje máximo del 54 % en 13 de septiembre. El viento con más frecuencia viene del este durante 2,3 meses, del 4 de junio al 13 de agosto y durante 5,1 meses, del 20 de noviembre al 24 de abril, con un porcentaje máximo del 62 % en 10 de julio.



Figura 12. Direcciones promedio de los vientos.



5.3.2.6 Distribución de Weibull

Para hallar el potencial eólico de la zona a determinar necesitamos clasificar las velocidades registradas según las veces en las que ocurrieron cada una de ellas.

Determinar el potencial eólico, está relacionado con establecer los parámetros de la ecuación de distribución de Weibull, correspondientes al parámetro de escala c en m/s que determina la velocidad promedio del viento en el lugar de estudio y el parámetro de forma k que indica el grado de dispersión de los registros, la morfología del terreno y el régimen de vientos, con estos se puede establecer la frecuencia con la que se manifiesta una velocidad determinada del viento.

Según el Atlas de IDEAM el parámetro de forma k de la distribución Weibull para la velocidad del viento anual a la altura de 10 m es de 3.5 y el parámetro de escala c de la distribución Weibull para la velocidad del viento en m/s la cual es 8.5. A continuación usare la siguiente formula con la ayuda de Excel para calcular la distribución de frecuencias de Weibull, siendo la v la velocidad para cada caso, la k y la c los parámetros dados por el IDEAM, los resultados se multiplicaran por las 8760 horas del año para observar la frecuencia de horas del viento.

$$P = \frac{k}{c} \times \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \times e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

Velocidad(m/s)	Probabilidad	Horas/año
1	0,00195371	17,1144659
2	0,01098835	96,25796
3	0,02968668	260,055275
4	0,0582377	510,162214
5	0,0934823	818,904983
6	0,12827566	1123,69474
7	0,15266027	1337,30401
8	0,15760256	1380,59844
9	0,1400331	1226,69



10	0,10569677	925,903672
11	0,06665346	583,884315
12	0,03444311	301,721631
13	0,01427418	125,041842
14	0,00463488	40,6015576
15	0,00115016	10,0754185
16	0,00021248	1,86128556
17	2,8428E-05	0,24902735
18	2,6768E-06	0,02344882
19	1,722E-07	0,00150843
20	7,3385E-09	6,4285E-05
21	2,0073E-10	1,7584E-06
22	3,411E-12	2,988E-08
23	3,4823E-14	3,0505E-10
24	2,0638E-16	1,8079E-12
25	6,8549E-19	6,0049E-15

Tabla 1. Frecuencias de Weibull

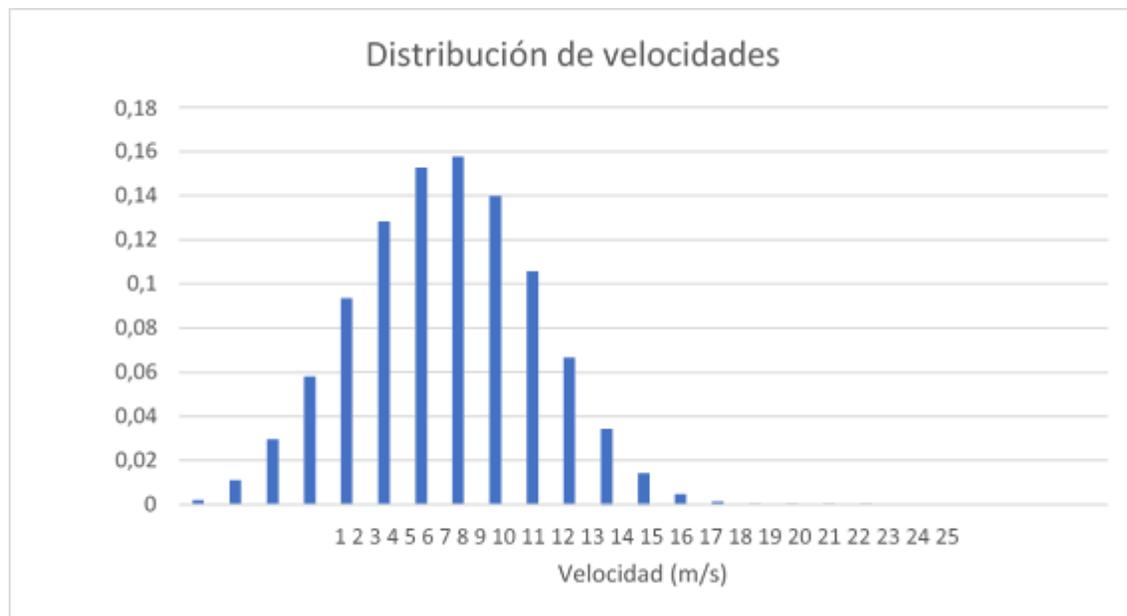


Figura 13. Distribución de las velocidades de los vientos del aeropuerto Simón Bolívar

La grafica anterior es una función de probabilidad, esto quiere decir que la probabilidad de que el viento sopla a cualquier velocidad incluyendo el cero será del 100 por 100. La mediana de la distribución es de 8 m/s, es decir que la mitad del tiempo el viento soplará a menos de 8 m/s y la mitad a más de 8 m/s

5.3.3 Componentes Estructurales Principales

5.3.3.1 Aerogeneradores

Un aerogenerador es un generador eléctrico que funciona convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica a través de una hélice en energía eléctrica gracias a un alternador (generador de corriente eléctrica alterna), el viento es una fuente de energía limpia, sostenible que nunca se agota, y la transformación de su energía cinética en energía eléctrica no produce emisiones.

Después de realizados los estudios técnicos y tecnológicos para seleccionar los aerogeneradores adecuados para el proyecto se tomó en consideración todos los criterios como el precio, el aprovechamiento del viento y el terreno disponible, por consiguiente, los Aerogeneradores Garbí 150/28 con una potencia de 150 kW fueron los más asequibles a las necesidades del proyecto. Toda la información técnica de los aerogeneradores se obtuvo del catálogo de Electria Wind (Electria Wind, 2020) y de la página web del proveedor.

5.3.3.1.1 Aerogeneradores GARBÍ 150/28



Figura 14. Aerogenerador Garbí 150/28

Fuente: Eléctrica Wind

La instalación del aerogenerador Garbí 150/28 de ELECTRIA WIND, es un buen ejemplo de la potencialidad de los parques eólica, es un aerogenerador totalmente novedoso con las siguientes características:

- Potencia Media
- Conexión directa a las redes de distribución
- Coste accesible a pequeños y medianos inversores
- Alta calidad tecnológica
- Facilidad en el transporte y montaje
- La obra civil es más pequeña ya que no precisa de grandes caminos de acceso, ni cimentaciones complejas, ni extensión de redes.
- Funcionan con vientos moderados y no requiere de estudios de viabilidad complejos.
- Causan menor impacto ambiental y visual que las grandes máquinas.
- Sus dimensiones facilitan el transporte, montaje y mantenimiento, ello facilita su exportación a mercados exteriores, especialmente en países en vías de desarrollo
- Protección contra rayos.
- Capacidad de Control Remoto.



- Bajo nivel de ruido.

5.3.3.1.2 Especificaciones Técnicas

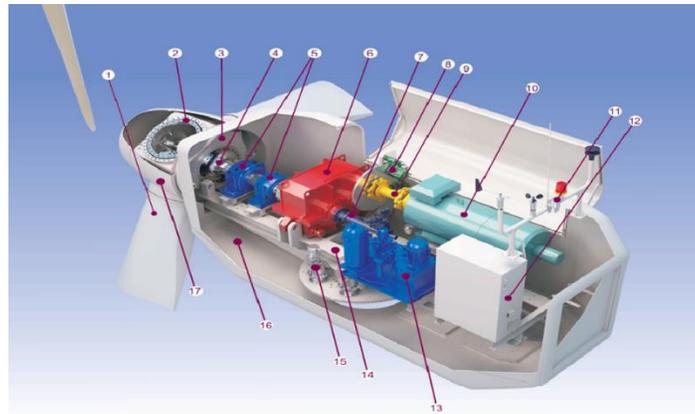
Las especificaciones técnicas generales del aerogenerador son las siguientes:

Modelo de Aerogenerador	GARBÍ 150-28
Categoría IEC de clase de viento	IEC IIIA
Potencia Nominal	150 kW
Diámetro del rotor	28 m
Altura del Buje	35 m
Número de Palas	3
Velocidad del viento para puesta en marcha	2.5 m/s
Velocidad de viento nominal (aire = 1,225 kg/m ³)	10.4 m/s
Velocidad de viento máxima	20 m/s
Rango de velocidades de rotor en producción	6 - 41 rpm
Relación de multiplicación	8.53
Etapas de Multiplicación	2 paralelas
Rango de Temperaturas de operación	-20°C to 40°C
Área Barrida	616 m ²
Densidad de Potencia	0.2436 kW/m ²
Paso	Variable
Tipo de Generación	Síncrona de frecuencia variable
Tensión nominal	400 V
Intensidad nominal	270 A
Frecuencia de red	50 Hz
Peso Total	28,100 kg
Orientación de rotor	Barlovento

Tabla 2. Especificaciones técnicas

Fuente: Eléctria Wind

5.3.3.1.3 Componentes del Aerogenerador



1. Pala
2. Corona de Pala
3. Bujes
4. Eje de transmisión
5. Rodamientos del eje
6. Multiplicadora
7. Accionamiento del Pitch

8. Freno hidráulico
9. Transmisión elástica
10. Generador síncrono de imanes permanentes
11. Estación meteorológica
12. Polipasto auxiliar
13. Armario de control
14. Grupo hidráulico

15. Bancada del Nacelle
16. Accionamientos de orientación
17. Corona del Yaw
18. Torre
19. Carenado del Nacelle
20. Carenado del buje

Figura 15. Componentes de un Aerogenerador.

Fuente Eléctria Wind

5.3.3.1.3.1 Rotor

El rotor aerodinámico es el encargado de captar la máxima energía del viento y transmitirla a través del eje al generador eléctrico pasando por la etapa de multiplicación.

Está compuesto por tres palas de 13,4 m dispuestas a 120° resultando un diámetro total del rotor de 28 m. El modelo de pala es el WN13.

El control del paso de pala se realiza por medio de un sistema de Pitch colectivo con accionamiento hidráulico que permite modificar el ángulo de ataque de las palas, aumentando el rango de velocidades de viento en las que el aerogenerador es capaz de generar la máxima potencia.

La velocidad de giro del rotor va desde las 6 hasta las 47Rpm.

5.3.3.1.3.2 Generador

El generador se encarga de transformar la energía cinética del rotor en energía eléctrica. Se trata de un generador síncrono de imanes permanentes, por lo que no requiere excitación del rotor y la tensión producida se genera con frecuencia variable, lo cual implica que el generador es capaz de producir energía a velocidades de viento muy bajas sin la necesidad de arrancar el equipo como motor para llegar a una velocidad de sincronismo, ya que la curva de generación parte de las 0 r.p.m.



El voltaje del generador es de 400 V y su velocidad de giro es de 470 r.p.m. La frecuencia de generación es de 5-47 Hz.

5.3.3.1.3.3 Torre

El conjunto del generador está soportado por una torre tubular de acero capaz de absorber los esfuerzos transmitidos por efecto del viento al rotor aerodinámico.

Está compuesta por tres tramos embridados externamente entre sí por tornillos de alta resistencia.

El diámetro de la torre es de 1.200 mm y presenta una altura de 34,3 – 39,3 m. El peso aproximado de la torre es de 16.600-20.800 kg.

5.3.3.1.3.4 Barquilla

Este elemento incorpora los siguientes sistemas:

- Sistema de transmisión y generador.
- Sistema de Frenado.
- Sistema de Orientación.
- Peso Barquilla: 55 Ton.

5.3.3.1.3.5 Sistema de Frenado

Se tienen disponibles dos sistemas independientes de frenado. El primero, aerodinámico, se utiliza para detener la turbina, dado que cuando las aspas giran 90° sobre su eje longitudinal el rotor no presenta superficie frente al viento. El segundo sistema, mecánico, incorpora un freno de disco hidráulico (posee energía independiente del suministro eléctrico).

El sistema distingue dos tipos de frenado:

- a) Frenado Normal (en operación): sólo se utiliza el sistema aerodinámico o regulación del paso de las aspas para un frenado controlado.
- b) Frenado de Emergencia: en el cual utiliza ambos sistemas de frenado en situaciones críticas (Ejemplo: para viento de parada).

5.3.3.1.3.6 Sistema de Orientación

Se dispone de un sistema de orientación eléctrico activo, permitiendo orientar la barquilla frente al viento por medio de 4 motorreductores, cuyos piñones engranan con la corona de orientación de la Torre.

5.3.3.1.3.7 Transformadores

El primero (centro de transformación) eleva la tensión de salida de los aerogeneradores (baja tensión -BT-, habitualmente 400 V) hasta la tensión de distribución interna del parque (media tensión -MT-, valores 13,8 kV). El segundo (subestación transformadora) eleva la tensión de la red de media tensión interior del parque al nivel de alta tensión - AT- de la red de la compañía eléctrica (en Colombia los valores de habituales de la red de AT a los que están conectados los parques son de 110 Kv y 220 kV).

5.3.3.1.3.8 Centros de Transformación

En la actualidad, con aerogeneradores de potencias medias y altas, la configuración utilizada es la conexión en MT de los aerogeneradores entre sí, por lo que cada uno de ellos debe contar con su propio centro de transformación.

5.3.3.1.3.9 Línea de Aerogeneradores de MT

Una línea de 13,8 kV subterránea que interconecta los centros de transformación de los aerogeneradores y transporta la energía generada hasta el centro de seccionamiento.

5.3.3.1.3.10 Subestación

La interconexión de la red de media tensión del parque con la red de alta tensión de la compañía eléctrica.

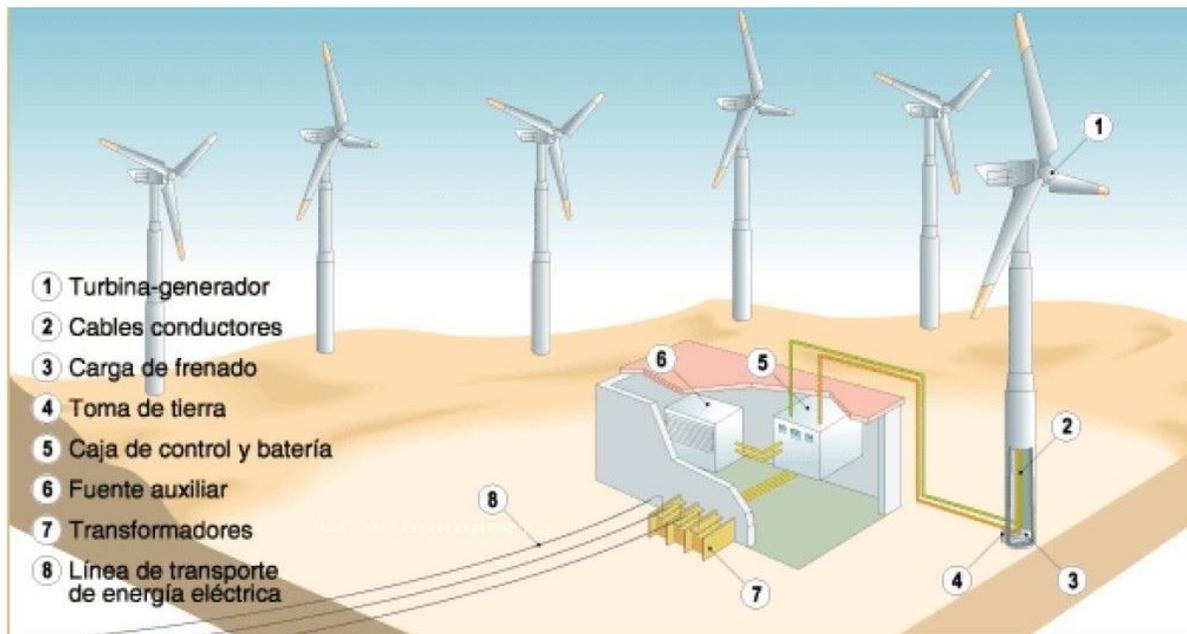


Figura 16. Distribución de los aerogeneradores en el parque eólico.



5.4 ESTUDIO POLÍTICO Y LEGAL

La normatividad vigente en Colombia con respecto a la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables no convencionales se consigna a continuación.

1. Ley 143 de 1994; por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. (CONGRESO DE LA REPUBLICA, Secretaria Senado, 1994).
2. Ley 697 de 2001; Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. Este documento es de tipo Leyes y pertenece a Normatividad del Marco Legal de la Entidad. (CONGRESO DE LA REPUBLICA, 2001).
3. Decreto 570 de 2018; Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones. (Ministerio de Minas y Energía, 2018).
4. Ley 1715 de 2014; Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. (CONGRESO DE LA REPUBLICA, Secretaria Senado, 2014)
5. Ley 1665 de 2013; Por medio de la cual se aprueba el "ESTATUTO DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE Energías RENOVABLES (IRENA)", hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009. (CONGRESO DE LA REPUBLICA, Secretaria Senado, 2013)
6. Norma Técnica Colombiana 5363 (NTC-5363); AEROGENERADORES, Requisitos de diseño. (ICONTEC, 2013).
7. Resolución 40095 de 2016; Por medio el cual el Ministerio de minas y energía. adopta el plan de expansión de referencia transmisión 2015-2029, elaborado por la unidad de planeación minero-energética, UPME. (Ministerio de minas y energía, 2016)
8. Norma Técnica Colombiana 5120 (NTC-5120); Clases de molinos, y soportes flotantes a usar. (ICONTEC, 2013).
9. Decreto 1543 del año 2017: Fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía. (ANLA, 2018).
10. NTC 5725: Aerogeneradores. Requisitos de diseño para aerogeneradores pequeños (Icontec, 2009).
11. Resolución 40095 de 2016: Por la cual se adopta el Plan de Expansión de Referencia Generación y Transmisión 2015-2029 (Ministerio de Minas y Energías, 2016)
12. Acuerdo de París: con entrada en vigor en 2020, por el que Colombia se compromete a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).



13. Resolución MinAmbiente 1312 de 11 agosto de 2016, "Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones".
14. Resolución MinAmbiente 1283 de 8 agosto de 2016, "Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones".

Además, las normas técnicas sobre la energía eólica en estudio para ser adoptadas en Colombia son las siguientes:

1. GTC 139 Sistemas De Aerogeneradores Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas. Basado en la Norma: IEC 61400-24: 2002.
2. NTC 5343 Aerogeneradores. Ensayo de curva de potencia. Basado en la Norma: IEC 61400-12
3. NTC 5412 Aerogeneradores. Medida Y Evaluación De Las Características De La Calidad De Suministro De Las Turbinas Eólicas Conectadas A La Red. Basado en la Norma: IEC 61400-21: 2001
4. NTC 5467 AEROGENERADORES. TECNICAS DE MEDIDA DE RUIDO ACUSTICO. Basado en la Norma: IEC 61400-11: 2002.

5.5 ESTUDIO ECONÓMICO (VIABILIDAD ECONÓMICA)

A continuación, se presenta el presupuesto para la instalación del parque eólico en la cabecera municipal de Pueblo Viejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena). Este presupuesto incluye los gastos indirectos como la obra civil. Los datos de los precios e importes de todos los elementos han sido obtenidos de catálogos de los respectivos fabricantes y de aplicaciones electrónicas especializadas en exponer y estimar los precios actualizados de los elementos según el fin para el que se empleen, incluyendo gastos indirectos, medios auxiliares y mano de obra. Por ello, los gastos de la instalación eléctrica son una estimación de los gastos reales ajustados lo máximo posible a la realidad. Se trata de un presupuesto que se adaptará a las circunstancias cambiantes del entorno y del transcurso de la obra.

El presupuesto de la instalación del parque se divide en 7 apartados:

1. Compra, transporte e instalación de aerogeneradores
2. Obra civil
3. Infraestructura eléctrica
4. Proyecto técnico y permisos
5. Equipos y herramientas
6. Activos

7. Costos de ejecución (Corresponden al valor total del alquiler de equipos)

MODELO	COSTO UNITARIO (COP)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (COP)
Garbí 150/28	3.064.909.600	6	\$18.389.457.600

Tabla 3. Relación de costos de los aerogeneradores

ÍTEM	ACTIVIDAD	TOTAL
1	AEROGENERADORES	\$ 18.389.457.600
2	OBRA CIVIL	\$ 7.301.866.090
3	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	\$ 14.000.000.000
4	PROYECTO TÉCNICO Y PERMISO	\$ 540.866.400
5	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 33.820.000
6	ACTIVOS	\$ 56.800.000
7	COSTOS DE EJECUCIÓN	\$ 50.000.000
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	\$ 40.372.810.090

Tabla 4. Presupuesto general del proyecto. Fuente: Propia

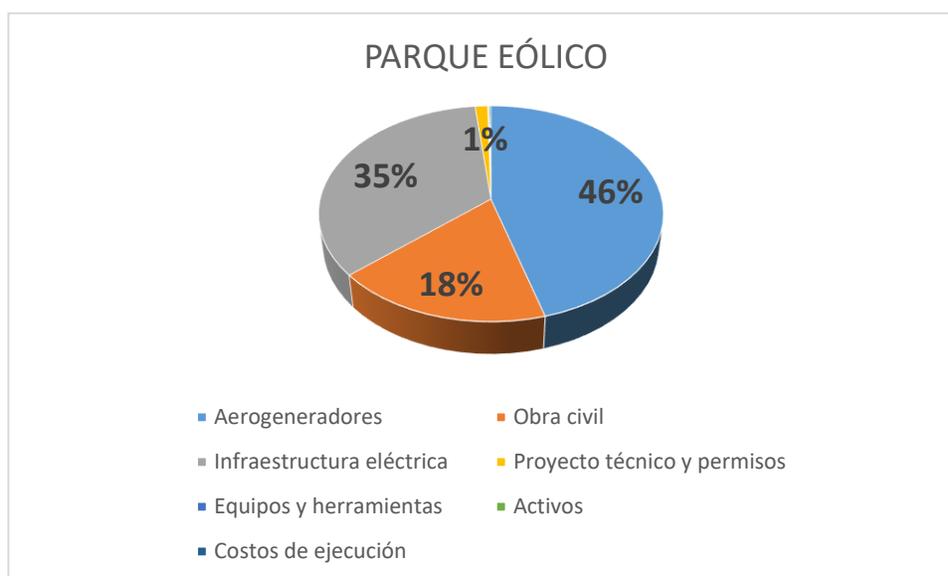


Figura 17. Distribución del presupuesto del parque eólico. Fuente: Propia



Como se observa en la figura anterior, el grueso del presupuesto corresponde a los gastos de los aerogeneradores, seguido también en un elevado porcentaje de la infraestructura eléctrica, estos recursos están destinados a la ejecución de este proyecto permitiendo instalar nuevos transformadores, nuevas redes eléctricas y postes que además de modernizar y mejorar la prestación de este servicio, permitirán mejorar la calidad de vida de las casi 3.600 familias de la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena).

La construcción del parque eólico será financiada en su totalidad por la Gobernación del Magdalena y el gobierno nacional al finalizar el proyecto. La operación y el cobro del servicio de energía eléctrica estará a cargo de una contratista asignada por el Gobierno.

En el flujo de caja del proyecto (Revisar Anexo 1. Viabilidad económica) se muestra la inyección del capital dividido entre los 5 primeros semestres que realizó un inversionista externo a la empresa, con una tasa de descuento del 10% que será pagada al finalizar el proyecto. Además, se incluye la compra de activos, equipos y herramientas necesarios, costos operativos, pagos de nómina, depreciación de bienes como equipos de cómputo, equipos de oficina, equipos electrónicos, aerogeneradores, planta eléctrica, entre otros. También se calcula la base gravable en los periodos del proyecto.

El análisis de viabilidad económica del proyecto reflejó una Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) positiva de 1387,24%, un Valor Presente Neto (VPN) positivo de \$ 2.655.063.992 y una Relación Costo-Beneficio (RBC) de 1,04551377, lo cual significa que la tasa de descuento es viable desde el punto de vista financiero.

5.6 ESTUDIO AMBIENTAL

5.6.1 Descripción general del proyecto

De acuerdo con el (Diario el Magdalena, 2020) el 100% de la energía eléctrica del municipio de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena) es subnormal, lo que da como resultado constantes cierres de la vía principal como símbolo de protesta y un incremento de los actos vandálicos, la inseguridad en la zona y una evidente situación de pobreza y disminución de la calidad de vida de la comunidad.

Según el artículo de (ENERGIA LIMPIA XXI, 2019), en Colombia el 70% de la energía eléctrica generada proviene de fuentes hídricas, por ello, surge la necesidad de desarrollar un proyecto de generación de fluido eléctrico mediante el uso de energías renovables no convencionales que mitiguen los impactos ambientales y reduzcan la emisión de carbono del planeta. Por lo anterior se plantea la construcción de un parque eólico para la generación de energía eléctrica aprovechando el potencial eólico de la zona costera del municipio de Pueblo Viejo, mediante la instalación de un sistema de aerogeneradores que transformen la energía cinética del viento en energía eléctrica, para ello se emplearán un conjunto de 6 aerogeneradores capaces de generar el fluido eléctrico suficiente para abastecer cerca de 3.600 viviendas. Además, el proyecto incluye la instalación de transformadores y nuevas redes eléctricas que permiten solucionar las constantes fallas e interrupciones del servicio de energía en la población.

Para la ejecución del proyecto primero se ubica la zona donde se va a implementar el parque eólico y se hace un estudio meteorológico para comprobar que existan vientos favorables. Luego se adecua el terreno haciendo

descapote y construcción para instalar los soportes de los aerogeneradores. Al tener los soportes listos se instalan los aerogeneradores, desde allí parte la energía a la subestación para la transformación de energía cinética en energía eléctrica. Por último, se pasa a la etapa de distribución que es donde se entrega la energía eléctrica a las 3600 viviendas de la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena).

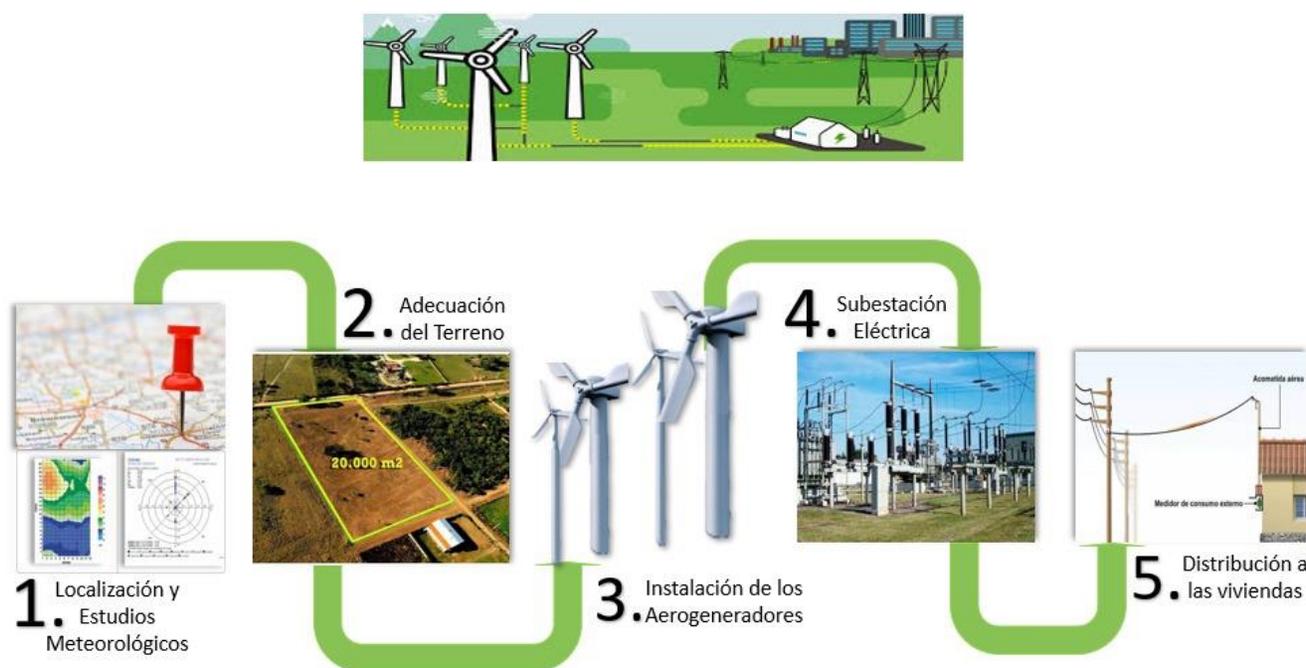


Figura 18. Etapas del proyecto. Fuente: propia

5.6.2 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

5.6.2.1 Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales

El objetivo de un estudio de impacto ambiental es identificar, predecir y corregir los principales efectos, tanto negativos como positivos, que puede causar la ejecución de un proyecto sobre el medio ambiente. El modelo de la matriz de aspectos e impactos ambientales es un mecanismo que facilita la identificación de los diferentes aspectos ambientales generados por proceso productivo o servicio y sus respectivos impactos. Mediante el uso de esta herramienta identificamos los aspectos e impactos ambientales de las actividades que se van a realizar en cada etapa (Adecuación, Construcción y Operación) del proyecto, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Descripción de la actividad		Aspecto e impacto ambiental	
Etapas	Actividad	Descripción del aspecto	Descripción del Impacto



ADECUACIÓN	Estudio meteorológico	Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
	Levantamiento topográfico	Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
	Diseños estructurales del parque eólico	Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
		Generación de residuos sólidos	Contaminación de los suelos
	Diseño de los planos de infraestructura final	Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
		Generación de residuos sólidos ordinarios	Afectación a salud de los empleados
	Trámite de permisos, certificados y licencias	Emisión de gases	Deterioro de la capa de ozono
		Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
		Generación de residuos sólidos ordinarios	Afectación a salud de los empleados
	Presupuestos	Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
DESCAPOTE	Descapote	Remoción de la vegetación	Degradación de la Fauna y Flora
			Degradación del suelo
	Excavación	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire
			Afectación a la salud de los empleados
	Excavación manual de material heterogéneo	Pérdida de cobertura vegetal y alteración de la geomorfología	
	Señalización de la obra	Instalación de valla informativa	Contaminación visual
	Delimitación de la obra	Encerramiento	Contaminación visual
		Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire
Afectación a la salud de los empleados			



CONSTRUCCIÓN	Base de concreto de limpieza	Base de concreto de limpieza de 3000 psi	Deterioro de la cobertura vegetal
	Construcción de cimientos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire
	Viga de cimentación	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire
	Levantamiento de muros de mampostería y cubierta del Cuarto de Control	Residuos de construcción (RCD)	Afectación a la calidad del suelo
		Emisión de material particulado	Afectación a la salud de los empleados
			Contaminación del aire
	Levantamiento de muros de mampostería y cubierta de la Central Eolo-Eléctrica	Residuos de construcción (RCD)	Contaminación del suelo
		Emisión de material particulado	Afectación a la salud de los empleados
			Contaminación del aire
	Instalación de soporte para los aerogeneradores	Soporte de los aerogeneradores	Contaminación visual
		Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
	Instalación de los aerogeneradores	Montaje de los aerogeneradores	Contaminación visual
		Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
	Transporte de equipos y materiales	Generación de gases de combustión	Aumento de emisiones de gases del efecto invernadero
			Disminución del recurso no renovable
			Deterioro de la calidad del aire por emisiones
	Transporte del personal	Generación de gases de combustión	Aumento de emisiones de gases del efecto invernadero
			Disminución del recurso no renovable
Deterioro de la calidad del aire por emisiones			



OPERACIÓN	Mantenimiento de las instalaciones: equipos, redes y planta eléctrica.	Consumo de energía eléctrica	Degradación de las fuentes naturales energéticas
		Generación de residuos ordinarios	Propagación de vectores
	Funcionamiento de los aerogeneradores	Modificación del paisaje	Contaminación visual
		Emisión de ruido	Contaminación auditiva
	Capacitación con la comunidad sobre el correcto uso de las energías alternativas	Generación de residuos ordinarios	Propagación de vectores
		Vertimiento de aguas residuales	Contaminación del suelo
		Consumo de agua	Agotamiento de recursos hídricos
		Consumo de plásticos de un solo uso	Deterioro de los recursos naturales
		Generación de residuos plásticos	Contaminación del agua
			Contaminación de la fauna
Contaminación de la flora			

Tabla 5. Identificación de aspectos e impactos ambientales. Fuente: Propia

5.6.2.2 Valoración de Impactos Ambientales

Con el fin de llevar un control sobre las diferentes variables que intervienen en el proyecto y que generan un impacto ambiental, se realizó una Matriz de valoración de impactos, con rangos de valoración que determinan a qué tipo de impacto nos estamos enfrentando, los aspectos que se tienen en cuenta son: Proceso, actividad, descripción del aspecto e impacto.

Criterio Legal:

- Cumplimiento: Si no se cumple la puntuación es=10, si se cumple= 5, y si no aplica es=1
- Existencia: Si existe Legislación la puntuación es=10 de lo contrario es = 1

El total del criterio legal es el resultado de multiplicar cumplimiento por existencia

$$\text{Total Criterio Legal (CL)} = \text{cumplimiento} * \text{existencia}$$

Impacto ambiental:

- Incidencia: Si tiene un impacto de forma inmediata la calificación es "D", y si la afectación es posterior o a las afueras del proyecto la calificación es "I".



- Frecuencia: De acuerdo a las veces con las que se realiza la afectación se califican Anual/ semestral= 1 a 3, Trim. / Bim. / Mensual= 4 a 7 o Semanal / Diario= 8 a 10.
- Severidad: Esta calificación depende del tipo de cambio que se realiza sobre el recurso natural, su valoración si es Cambio Leve= 1 a 3, Cambio moderado= 4 a 7 o Cambio considerable = 8 a 10.
- Alcance: Depende del área de influencia que podría verse afectada si es un lugar puntual dentro de los límites de la planta de Aerogeneradores es=1, si el impacto alcanza los límites de la planta y se puede tratar dentro, la puntuación es =5 y si el alcance es extenso de tal forma que tiene impacto o su tratamiento debe darse a las afueras de la planta, la puntuación es=10

$$\text{Total Criterio Impacto Ambiental (CIA)} = \text{Frecuencia} * 3.5 + \text{Severidad} * 3.5 + \text{Alcance} * 3$$

Exigencia de partes interesadas:

De acuerdo con la negociación que se logre llegar las partes interesadas, la calificación si existe un reclamo o acuerdo formal con algunas de las partes es =10, si existe reclamo o acuerdo sin implicaciones legales es =5 y si no existe acuerdo o reclamo es=1

$$\text{Significación Total del aspecto (ST)} = 0.50 * \text{CL} + 3.5 * \text{CIA} + 0.15 * \text{CPI}$$

Los resultados de esta valoración determinan la medida de intervención, menor de 29 se considera “No Significativo” y no requiere diseño de medidas ambientales con mayor inversión de recursos; entre 30 y 55 se considera “BAJO”, no se requiere un diseño complejo de medidas ambientales, entre 56 y 70 se considera “MEDIO”, se requieren acciones de control y análisis para que no se conviertan en impactos significativos y si la valoración es mayor a 71 se considera “ALTO”, para su tratamiento se requiera el diseño de medidas ambientales para prevenirlos, controlarlos y mitigar su acción, es necesario mantener un seguimiento constante sobre ellos.

Dentro de los impactos evaluados se encuentran la contaminación del aire, suelo, auditiva, visual, entre otras. Uno de los aspectos con mayor impacto encontrado es la Emisión de material particulado durante la construcción del parque Eólico, para ello se debe implementar un plan de acción con medidas ambientales para controlar y/o mitigar el impacto. En el Anexo 2. se encuentra la Matriz de valoración de impactos ambientales, con la valoración de cada uno de los procesos y sus actividades principales.

5.6.2.3 Manejo de Impactos Ambientales

A partir de la identificación y valoración de los impactos ambientales generados por la construcción del Parque Eólico en la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena), se diseñó el programa ambiental



encaminado a la prevención y mitigación de los efectos negativos sobre el medio ambiente resultantes de la construcción y puesta en marcha del proyecto.

Al analizar las interacciones entre los diversos componentes ambientales de acuerdo con cada actividad a realizar como parte del parque eólico teniendo en cuenta la normativa que regula este proyecto, se identificaron impactos ambientales sobre los cuales se hace necesario realizar actividades encaminadas a dar un manejo adecuado de los efectos del proyecto sobre el medio ambiente, durante las etapas de construcción y operación.

Algunas de las medidas de manejo de impactos ambientales contempladas en nuestro proyecto están relacionadas con el monitoreo de las emisiones de material particulado en la etapa de construcción, el manejo adecuado de los RCD y el control de las emisiones de ruido producido por la maquinaria utilizada en las labores de construcción del parque y el generado por los aerogeneradores durante la etapa de operación.

El análisis de impactos ambientales durante la etapa de construcción del parque eólico involucra medidas preventivas como el uso de elementos de protección por parte del personal de la obra para evitar afectaciones respiratorias, la creación de un centro de acopio de residuos y el control de las emisiones de gases contaminantes generados por los vehículos, dicho control se realizará mediante la verificación del cumplimiento de la revisión técnico-mecánica. También se realizarán actividades de mitigación de los impactos del proyecto, dentro de las cuales se encuentran, la reducción de las emisiones de ruido a través de mediciones en las diferentes áreas de trabajo y el establecimiento de un riego en el área donde se realiza un constante movimiento de arena para reducir la emisión de material particulado.

Además, durante la etapa de operación del proyecto se ejecutarán medidas preventivas como la realización de capacitaciones con la comunidad sobre el uso eficiente de la energía eléctrica, también, se llevará a cabo un programa de seguimiento y control de los residuos incluyendo la disposición final de las baterías y materiales resultantes de la instalación de los aerogeneradores con un gestor autorizado. Para más información revisar el Anexo 3. Programas de manejo de impactos ambientales del parque eólico.

5.6.2.4 Normatividad Aplicable

En los últimos años el gobierno colombiano ha expresado su interés en desarrollar fuentes de energías renovables en el país. Por esta razón ha implementado unas series de normas que tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, preservar los recursos naturales, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.



Teniendo en cuenta las actividades a realizarse durante la ejecución del proyecto y según la normatividad vigente en el país, se incluyen en esta matriz las leyes referentes al uso de fuentes renovables no convencionales, uso racional y eficiente de la energía eléctrica, conservación del medio ambiente, alteración de paisajismo, ruido ambiental, gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición, calidad del aire, requisitos de diseño de los aerogeneradores, entre otros. Para más información revisar el Anexo 4. Matriz de requisitos legales.

NORMA (Decreto, resolución etc)	AÑO DE EMISIÓN	DISPOSICIÓN QUE REGULA
Ley 1715	2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales
Ley 697	2001	Uso racional y eficiente de la energía eléctrica
Decreto 3450	2008	Uso racional y eficiente de la energía eléctrica
Ley 143	1994	Conservación del medio ambiente
Ley 140	1994	Alteración de paisajismos
Resolución 472	2017	Reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición.
Resolución 2254	2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.



Ley 1383	2010	Por la cual se reforma la ley 769 de 2002 Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1076	2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de ruido y ruido ambiental.
Decreto 570	2018	Establece los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica.
NTC 5363	2013	Establece los requisitos de diseño de los aerogeneradores.
Decreto 1077	2015	Por el medio el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
Resolución 631	2015	"Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones."

Tabla 6. Aspectos legales aplicables al proyecto. Fuente: Propia

5.7 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

5.7.1 Análisis de alternativas de acuerdo con su viabilidad económica.

Durante el proceso de análisis de viabilidad del proyecto de diseño y construcción de un parque eólico en Pueblo Viejo Magdalena, se plantearon 3 alternativas para la financiación del mismo. Estas alternativas parten de diferentes supuestos que involucran tanto inversionistas externos a la empresa como prestamos de capital por parte de un banco, teniendo en cuenta la tasa de interés más apropiada para el proyecto. Después, de la realización del análisis de viabilidad económica, se determinó que la alternativa 2 es la más rentable para el



proyecto. En la tabla 7, se relacionan las diferentes alternativas del proyecto del parque eólico y su análisis financiero. Para más información revisar el Anexo 1. Viabilidad económica.

Alternativas	Análisis de las alternativas
<p>La empresa Energy Wind tiene a cargo el diseño y construcción del parque eólico de Pueblo Viejo Magdalena, el cual requiere una inversión inicial de \$597.666.400, el dinero necesario para el arranque del proyecto será suministrado por un inversionista externo a la empresa, que realizará el desembolso de \$28.000.000.000 entre los semestres 1 y 2, este dinero se le devolverá al inversionista más el 7% al finalizar el proyecto. Los egresos del proyecto son de \$68.215.038 correspondientes al pago de nómina de los trabajadores entre el semestre 1 y 2; en el semestre 3 los gastos de construcción son \$26.356.563.518 y en el semestre 4 los pagos de nómina son \$784.107.193; durante el semestre 5 los egresos del proyecto son de \$14.075.381.037 y en el semestre 6 se estiman egresos de \$604.557.453. La licitación del proyecto ante la gobernación del Magdalena acordó el desembolso de \$51.000.000.000 correspondientes al costo total de la obra, que serán distribuidos en pagos semestrales del 25% a partir del segundo año. La duración de este proyecto es de 3 años y la tasa de descuento del inversionista es del 7%.</p>	<p>Esta alternativa, aunque parecía ser una de las más interesantes para la ejecución del proyecto su análisis financiero determino su poca viabilidad, debido a que el valor de la tasa interna de retorno es negativo, lo que significa que para este caso la inversión no es rentable.</p>
<p>La empresa ENERGYWIND tiene a cargo el diseño y construcción del parque Eólico en Pueblo Viejo Magdalena, con un costo total de \$50.869.923.433 el cual requiere una inversión inicial para diseño y estudios de \$597.666.400, se presenta el proyecto ante el Banco Colpatria con una tasa de interés de 3,37% anual, el pago se hace en su totalidad después de un periodo de gracia en el cuarto semestre del proyecto.</p> <p>La Gobernación del Magdalena realiza un desembolso de que corresponde al 10% del valor total del proyecto en el periodo 2, un desembolso del 20% según avance en el periodo 3, otro 40% en el cuarto periodo y el 30% restante al finalizar el proyecto. Se plantea el desarrollo del proyecto en 5 semestres. La inversión inicial para Diseño y Estudios técnico es de \$ 597.666.400, para el periodo 1 y 2</p>	<p>El análisis financiero de esta alternativa refleja una TIR positiva del 31,43% y un valor presente neto positivo, lo cual significa que la tasa de descuento elegida generara beneficios, es decir, que esta alternativa es financieramente atractiva, sin embargo, esta alternativa no fue seleccionada, porque el VPN de la alternativa 3 es mayor.</p>



los gastos por nomina son de \$ 34.107.518,8 , periodo 3 nomina por valor de \$ 392.053.596, y se tiene un egreso por compra de Aerogeneradores, obra civil, equipos y herramientas, y costos operativos, por valor de \$26.356.563.518, para el periodo 4 nomina por valor de \$ 392.053.596 y pago total del préstamo al Banco Colpatria por valor de \$642.711.919 , en el periodo 5 se tiene estimado un pago de nómina por \$ 509.669.675 y para \$14.075.381.037 Infraestructura Eléctrica y puesta en marcha. La tasa de descuento del inversionista es del 10%.

RWE AG es un inversionista alemán que aporta un capital de \$42.486.490.638 divididos entre los semestres del 1 al 5 para el desarrollo del parque eólico en el municipio de Pueblo viejo Magdalena, los cuales se le pagaran al finalizar el proyecto más el 10% con respecto al valor total aportado. El proyecto tiene una tasa de descuento del 10% y un tiempo de ejecución de 3 años, de los cuales se proyecta una inversión inicial de \$597.666.400; para la etapa de diseño y estudios técnicos se plantean egresos de \$68.215.038 correspondientes al pago de nómina de los trabajadores entre los semestres 1 y 2, para el tercer semestre se tienen egresos de \$40.431.944.555 y pagos de nóminas de \$784.107.193 entre los semestres 3 y 4; entre los semestres 5 y 6 los pagos de nómina son \$604.557.453. Los pagos de desembolsos por parte de la Gobernación del Magdalena serán del capital del proyecto más el 20%, los cuales se realizarán una vez finalizado el proyecto.

El análisis financiero de esta alternativa refleja una TIR positiva y un valor presente neto positivo y superior al VPN de la alternativa 2, lo cual significa que la tasa de descuento elegida generara beneficios, es decir, que esta alternativa es financieramente atractiva, por lo tanto, es la alternativa seleccionada.

Tabla 7. Análisis de alternativas de acuerdo con su viabilidad económica. Fuente: Propia

- **WACC**

Para el cálculo del promedio ponderado del capital se involucran los datos tomados del año 2020, como el total pasivo que comprenden las cuentas por pagar al inversionista para la ejecución del proyecto por un valor de \$ 4.248.649.064, el total patrimonio que corresponde al valor total de los activos menos los pasivos dando como resultado \$-4.191.849.063,76, la tasa activa referencial al mes de diciembre es de 1,72% y la pasiva es de 0,17%. Además, se identificó la fracción de patrimonio de -73,80 y una fracción de deuda de 74,80. Por último se reemplazó automáticamente los datos dando como resultado 115,92% en el WACC. Para más información revisar el anexo 1. Viabilidad económica.

5.7.2 Análisis de alternativas de diferentes proyectos que se puede ejecutar en el municipio de Pueblo Viejo.

ALTERNATIVAS

RAZONES PARA NO SELECCIONARLA



Mantener las condiciones actuales en el municipio de Pueblo Viejo Magdalena	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento progresivo de la problemática social actual.
Construir una planta Mareomotriz para el suministro de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Las condiciones hidrográficas exigen circulación o caída de agua. • Se necesita una inversión económica superior. • Afectación a los ecosistemas marinos.
Construir una planta fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesitan grandes extensiones de tierra. • Los vientos arrastran sedimentos (arena) y eso demanda mayor cantidad de mantenimiento en los paneles. • Dependientes del clima. • Baja eficiencia de producción energética. • Presentan más riesgos de robos.
Instalación de redes y aumento de la capacidad por parte del operador de energía actual Air-e	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere aumento en la capacidad de generación de energía actual. • Depende de la energía generada en otras ciudades. • No se ha visto voluntad de mejorar la situación a través de la historia.

Tabla 8. Análisis de alternativas de solución a la problemática de la energía eléctrica en Pueblo Viejo y Tasajera. Fuente: Propia

5.7.3 Comparación entre las diferentes fuentes de energía utilizadas en el país y su impacto ambiental.

Realizando la respectiva comparación entre los diferentes tipos de energías utilizadas en Colombia, se encontró lo siguiente: Colombia cuenta con una capacidad instalada de energía de aproximadamente 20 MW, la cual es generada un 70 % de hidráulica y un 30 % fósil, en cuanto a los costos de inversión para las tecnologías de energía renovable en Colombia según un estudio realizado por el Ministerio de minas y energía en el 2010 mencionaron los siguientes:

Hidroeléctricas	Embalse (represa)	700-1,70
Energía solar	Sistemas solares fotovoltaicos	5,000-10,000



Viento (en costas)	Generación de electricidad	800-1,200 (a gran escala) hasta 3,000 (pequeña escala)
Energía geotérmica	Generación de Electricidad	3,000-5,000 (pequeña escala) 1,500-2,500 (Gran Escala)
Biomasa	Combustión directa	2,800-5,000

Tabla 9. Costos de la generación de energía en Colombia según las diferentes fuentes de obtención.

Fuente: Review of Policy Framework for Increased Reliance on Renewable Energy in Colombia - ESMAP, 2010

Como se observa en la tabla anterior los costos de inversión para generar energía eléctrica a partir de fuentes renovables son demasiado altos, sin embargo, sus beneficios a largo plazo superan la inversión inicial. Colombia, obtiene la mayor parte de su energía a partir de hidroeléctricas, lo que la convierte en uno de los países con la matriz energética más limpia del planeta, sin embargo, aunque esta fuentes de energía son más económicas que los otros tipo de energías renovables y no generan emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, la explotación masiva de estos recursos causan impactos negativos como las pérdidas del suelo productivo y fauna terrestre debido a inundaciones del terreno provocadas por los embalses. También provocan la disminución del caudal de los ríos, arroyos bajo la presa alterando de esta forma la calidad de las aguas. Por esta razón es conveniente recurrir a la generación de fluido eléctrico a través del uso de fuentes renovables no convencionales como la energía eólica.

5.8 CASO DE NEGOCIO DE SOLUCIÓN PROPUESTA

5.8.1 Introducción

En el Departamento del Magdalena algunas zonas carecen o tienen mal servicio de energía eléctrica, un reflejo de esta situación es lo que ocurre en el municipio de Pueblviejo (Magdalena), el cual, posee deficiencias en sus servicios públicos, causado por el abandono estatal, la falta de recursos económicos y compromiso social por parte de las administraciones. Según la entrevista realizada al antropólogo e investigador Lerber Dimas para la revista semana (Semana, 2020) "La gente vive entre la basura, sin ningún servicio básico. Con agravantes de violencia intrafamiliar y bajos niveles educativos. Es muy fácil criticar los medios de subsistencia que han



adoptado. Pero, por ejemplo, los bloqueos de la vía son la única forma que han encontrado para pedir derechos que les han sido negados, como la energía eléctrica y el agua”. Sin embargo, el único servicio básico que en teoría se ha avanzado es la normalización del 75 % del suministro del fluido eléctrico, pero aún es deficiente, ya que no cuentan con una inversión en infraestructuras.

Una alternativa de alto impacto social sería que el municipio contara con los recursos necesarios, sumado con el interés de desarrollar alternativas energéticas amigables con el medio ambiente, como las energías renovables que son recursos limpios y casi inagotables que proporciona la naturaleza y contribuyen a disminuir la dependencia de nuestro país de los suministros externos, disminuyendo el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favoreciendo el desarrollo de nuevas tecnologías que han motivado la creación de proyectos sustentables como el parque eólico Jepírachi ubicado en el departamento de La Guajira en las localidades del Cabo de la Vela y Puerto Bolívar, que tiene una capacidad instalada de 19,5 MW de potencia nominal, con 15 aerogeneradores de 1,3 MW cada uno.

Este proyecto pretende diseñar e implementar un parque eólico para generar fluido eléctrico en la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena) en aprovechamiento de las condiciones costeras con vientos favorables, a través de la instalación de aerogeneradores que transforma la energía cinética del viento en un movimiento rotatorio y las Centrales Eolo-Eléctricas que genera la energía eléctrica a partir del movimiento rotatorio, con el fin de brindarle a los habitantes del municipio un mejor servicio de fluido eléctrico que contribuya al desarrollo de nuevas oportunidades laborales, educación de mejor calidad, reducción de inseguridad y muertes en las vías, debido a saqueos de camiones y vehículos particulares, mejorando así la calidad de vida de los habitantes de Puebloviejo.

5.8.2 Descripción del caso

En la actualidad los habitantes de la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena) tienen un sistema de energía eléctrica deficiente.

Algunas de las falencias con que cuenta el sistema de energía eléctrica actual son:

- Existe un porcentaje grande de la población que cuenta con el servicio eléctrico subnormal.
- La capacidad de infraestructura instalada es insuficiente para abastecer de fluido eléctrico a todos los habitantes de Puebloviejo y Tasajera.
- Los habitantes del municipio no tienen una cultura para el pago del servicio eléctrico, debido que el actual no es eficiente.
- Los mantenimientos en las redes eléctricas no son constantes, por lo que ocasionan fallas en el sistema de energía.
- La inversión por parte del estado para la formulación y ejecución de proyectos en el sector energético en el municipio de Puebloviejo no es suficiente.
- En la población existe un evidente abandono estatal y pobreza.



5.8.3 Contexto

El proyecto se desarrolla en la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera, ubicados en la zona noroccidente del departamento del Magdalena, beneficiando con el suministro de energía eléctrica a una población de aproximadamente 18.000 habitantes que han padecido a través de los años el abandono estatal y promesas falsas que han devastado a esta comunidad.

Los habitantes del municipio de Puebloviejo, víctimas de esta agobiante situación presentan una mala calidad de vida, por lo que tienen deficiencias en sus servicios públicos, aunque cuentan con el servicio de energía a un 75% en su suministro, este es deficiente, ya que no poseen las infraestructuras que brinden una excelente calidad del servicio. Por ello surge la idea de dar solución a esta problemática social, diseñando e implementando un parque eólico aprovechando las condiciones favorables del viento de la zona costera, instalando aerogeneradores y una Central Eolo-Eléctrica para garantizar el servicio de energía eléctrica haciendo uso de las energías renovables.

5.8.4 OBJETIVOS

Los objetivos que se cubren este proyecto son:

5.8.4.1 General:

- Diseñar y construir un parque eólico en la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena) para el suministro de energía eléctrica.

5.8.4.2 Específicos:

- Realizar los estudios técnicos en la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena)
- Diseñar el modelo del parque eólico.
- Concientizar a la población sobre los beneficios de la utilización de las energías limpias y la adopción de medidas relacionadas al ahorro energético para mitigar los efectos del cambio climático.
- Seleccionar y comprar los insumos y la tecnología requerida para la ejecución del proyecto.
- Instalar los aerogeneradores y la central eléctrica.
- Integrar la generación de energía eólica a la red eléctrica.
- Mejorar la calidad de vida de la población con respecto a la salud, alimentación y vivienda de la población.
- Disminuir las protestas y cierre de la vía por falta de fluido eléctrico.

Las actividades generales de este proyecto son:

- Realizar los estudios técnicos en la zona costera del municipio de Puebloviejo
- Socialización del proyecto con la comunidad
- Gestión predial
- Permisos de construcción, generación y transmisión de energía
- Contratación del personal calificado
- Viáticos para ingenieros: Compra de la tecnología en el extranjero
- Comprar la tecnología necesaria en el extranjero



- Acarreos de materiales y equipos
- Montaje de los aerogeneradores y las torres
- Pruebas de carga y escalabilidad
- Construcción de los cimientos
- Contratación de vigilancia
- Creación de la Central Eolo-Eléctrica
- Construcción de un encerramiento periférico
- Elaboración de un cuarto de control
- Capacitación a la comunidad beneficiada.

5.8.5 Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto general del proyecto:

ÍTEM	ACTIVIDAD	TOTAL
1	AEROGENERADORES	\$ 18.389.457.600
2	OBRA CIVIL	\$ 7.301.866.090
3	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	\$ 14.000.000.000
4	PROYECTO TÉCNICO Y PERMISO	\$ 540.866.400
5	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 33.820.000
6	ACTIVOS	\$ 56.800.000
7	COSTOS DE EJECUCIÓN	\$ 50.000.000
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	\$ 40.372.810.090

Tabla. Presupuesto general del proyecto. Fuente: Propia

5.8.6 Premisas

- La infraestructura eléctrica en la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena) es deficiente.
- Que el comportamiento (dirección, temperatura y capacidad de generación máxima) de los vientos en la zona sean suficientes para generar fluido eléctrico.
- Insatisfacción de la comunidad de la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena) por el mal servicio de energía eléctrica actual.
- Contar con un espacio amplio, sin árboles y que no sea un lugar de paso frecuente de aves.

5.8.7 Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos

Plan Estratégico	Objetivo Estratégico	Relación con el Proyecto
------------------	----------------------	--------------------------



PLANIFICACIÓN SUSTENTABLE (PLAN DE GOBIERNO DEPARTAMENTAL 2020-2024)	Impulsaremos un nuevo plan territorial sustentable que asegure un uso democrático de los recursos y preserve nuestro patrimonio hídrico y biodiversidad enfocado especialmente a combatir las causas del cambio climático y mitigar y prevenir sus efectos en nuestro Departamento.	La energía eólica es un recurso renovable, limpio y verde que reemplaza sustancialmente las termoeléctricas a base de combustibles fósiles. Se genera de forma continua y es una alternativa para minimizar los impactos negativos que se originan por la producción de energía eléctrica que actualmente es la más grande fuente de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes acidificantes.
---	---	---

Tabla 10. Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos. Fuente: Propia

5.8.8 Restricciones

- Este proyecto solo incluye el abastecimiento de energía eléctrica a la comunidad de Pueblviejo y Tasajera (Magdalena).
- Por condiciones climáticas, el parque eólico debe estar ubicado en la zona costera, con el fin de aprovechar los vientos.
- La tecnología para la instalación de los sistemas eólicos no se consigue en Colombia. Los aerogeneradores hay que importarlos de Alemania.
- Contar con el aval por parte de Ministerio de Mina y Energía para la instalación del parque eólico.

5.8.9 Análisis De Alternativas

A continuación, se relacionan las diferentes alternativas del proyecto del parque Eólico de acuerdo con su viabilidad económica.

Alternativas	Análisis de las alternativas
La empresa Energy Wind tiene a cargo el diseño y construcción del parque eólico de Pueblviejo Magdalena, el cual requiere una inversión inicial de \$597.666.400, el dinero necesario para el arranque del proyecto será suministrado por un inversionista externo a la empresa, que realizará el desembolso de \$28.000.000.000 entre los semestres 1 y 2, este dinero se le devolverá al inversionista más el 7% al finalizar el proyecto. Los egresos del proyecto son de \$68.215.038 correspondientes al pago de nómina de los trabajadores entre el semestre 1 y 2; en el semestre 3 los	Esta alternativa, aunque parecía ser una de las más interesantes para la ejecución del proyecto su análisis financiero determino su poca viabilidad, debido a que el valor de la tasa interna de retorno es negativo, lo que significa que para este caso la inversión no es rentable.



gastos de construcción son \$26.356.563.518 y en el semestre 4 los pagos de nómina son \$784.107.193; durante el semestre 5 los egresos del proyecto son de \$14.075.381.037 y en el semestre 6 se estiman egresos de \$604.557.453. La licitación del proyecto ante la gobernación del Magdalena acordó el desembolso de \$51.000.000.000 correspondientes al costo total de la obra, que serán distribuidos en pagos semestrales del 25% a partir del segundo año. La duración de este proyecto es de 3 años y la tasa de descuento del inversionista es del 7%.

La empresa ENERGYWIND tiene a cargo el diseño y construcción del parque Eólico en Pueblo viejo Magdalena, con un costo total de \$50.869.923.433 el cual requiere una inversión inicial para diseño y estudios de \$597.666.400, se presenta el proyecto ante el Banco Colpatria con una tasa de interés de 3,37% anual, el pago se hace en su totalidad después de un periodo de gracia en el cuarto semestre del proyecto.

La Gobernación del Magdalena realiza un desembolso de que corresponde al 10% del valor total del proyecto en el periodo 2, un desembolso del 20% según avance en el periodo 3, otro 40% en el cuarto periodo y el 30% restante al finalizar el proyecto. Se plantea el desarrollo del proyecto en 5 semestres. La inversión inicial para Diseño y Estudios técnico es de \$ 597.666.400, para el periodo 1 y 2 los gastos por nomina son de \$ 34.107.518,8 , periodo 3 nomina por valor de \$ 392.053.596, y se tiene un egreso por compra de Aerogeneradores, obra civil, equipos y herramientas, y costos operativos, por valor de \$26.356.563.518, para el periodo 4 nomina por valor de \$ 392.053.596 y pago total del préstamo al Banco Colpatria por valor de \$642.711.919 , en el periodo 5 se tiene estimado un pago de nómina por \$ 509.669.675 y para \$14.075.381.037 Infraestructura Eléctrica y puesta en marcha. La tasa de descuento del inversionista es del 10%.

RWE AG es un inversionista alemán que aporta un capital de \$42.486.490.638 divididos entre los semestres del 1 al 5 para el desarrollo del parque eólico en el municipio de Pueblo viejo Magdalena, los cuales se le pagaran al finalizar el proyecto más el 10% con respecto al valor total aportado. El proyecto tiene una tasa de descuento del 10% y un tiempo de ejecución de 3 años, de los cuales se proyecta una inversión inicial de \$597.666.400; para la etapa de diseño y estudios técnicos se plantean egresos de \$68.215.038 correspondientes al pago de

El análisis financiero de esta alternativa refleja una TIR positiva del 31,43% y un valor presente neto positivo, lo cual significa que la tasa de descuento elegida generara beneficios, es decir, que esta alternativa es financieramente atractiva, sin embargo, esta alternativa no fue seleccionada, porque el VPN de la alternativa 3 es mayor.

El análisis financiero de esta alternativa refleja una TIR positiva y un valor presente neto positivo y superior al VPN de la alternativa 2, lo cual significa que la tasa de descuento elegida generara beneficios, es decir, que esta alternativa es financieramente atractiva, por lo tanto, es la alternativa seleccionada.



nómina de los trabajadores entre los semestres 1 y 2, para el tercer semestre se tienen egresos de \$40.431.944.555 y pagos de nóminas de \$784.107.193 entre los semestres 3 y 4; entre los semestres 5 y 6 los pagos de nómina son \$604.557.453. Los pagos de desembolsos por parte de la Gobernación del Magdalena serán del capital del proyecto más el 20%, los cuales se realizarán una vez finalizado el proyecto.

Tabla. Análisis de alternativas de acuerdo con su viabilidad económica. Fuente: Propia

A continuación, se relacionan las diferentes alternativas al proyecto

Alternativas	Razones para no seleccionarla
Mantener las condiciones actuales en el municipio de Puebloviejo Magdalena	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento progresivo de la problemática social actual.
Construir una planta Mareomotriz para el suministro de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Las condiciones hidrográficas exigen circulación o caída de agua. • Se necesita una inversión económica superior. • Afectación a los ecosistemas marinos.
Construir una planta fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesitan grandes extensiones de tierra. • Los vientos arrastran sedimentos (arena) y eso demanda mayor cantidad de mantenimiento en los paneles. • Dependientes del clima. • Baja eficiencia de producción energética. • Presentan más riesgos de robos.
Instalación de redes y aumento de la capacidad por parte del operador de energía actual Air-e	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere aumento en la capacidad de generación de energía actual. • Depende de la engería generada en otras ciudades. • No se ha visto voluntad de mejorar la situación a través de la historia.

Tabla. Análisis de alternativas de solución de la problemática de la energía eléctrica en Puebloviejo y Tasajera. Fuente: Propia



6 DESARROLLO DEL PLAN

6.1 PLAN DE GESTIÓN DE ALCANCE

El proyecto consiste en diseñar e implementar un parque eólico en la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena) para generar energía eléctrica aprovechando el potencial eólico de la zona costera del municipio de Puebloviejo, mediante la instalación de un sistema de aerogeneradores que transformen la energía cinética del viento en energía eléctrica, para ello se emplearan un conjunto de 6 aerogeneradores capaces de generar 540.000KWh/mes suficiente para abastecer cerca de 3.600 viviendas, con el fin de brindarle a los habitantes del municipio un mejor servicio de energía eléctrica que contribuya al desarrollo de nuevas oportunidades laborales, educación de calidad, mejorando así el nivel de vida de los habitantes del municipio.

6.1.1 Ciclo de vida del proyecto y enfoque

En la figura 19. Ciclo de vida del proyecto, se muestran las etapas del ciclo de vida del proyecto de diseño y construcción del parque eólico en el municipio de Puebloviejo Magdalena. Para la ejecución de este proyecto se implementó la metodología de planeación predictiva, debido a que las actividades de cada fase se desarrollarán de forma secuencial. El proyecto inicia a partir de la identificación de la problemática existente en Puebloviejo y Tasajera (Magdalena), luego se desarrolla la fase de estudios de viabilidad que involucra todas las actividades relacionadas con los estudios técnicos pertinentes para verificar la factibilidad del proyecto, una vez terminada esta etapa se da inicio al proyecto, partiendo de un proceso de planificación que involucra el análisis de todos los factores que intervienen en el proyecto, tanto financieros, ambientales, entre otros. Una vez finalizada la etapa de planificación se inician las actividades de ejecución del proyecto, hasta la entrega del parque eólico funcionando al 100% y generando energía eléctrica a los habitantes de la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena).



Figura 19. Ciclo de vida del proyecto. Fuente: Propia

6.1.2 Enunciado del alcance del proyecto

Diseño y construcción de un parque eólico en la zona costera del municipio de Pueblo Viejo Magdalena; capaz de generar 540.000kwh/mes suficiente para suministrar energía eléctrica a 3.600 viviendas ubicadas en la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena). En la etapa inicial del proyecto se realizará un estudio meteorológico, para identificar las direcciones de los vientos en la zona y determinar así la ubicación de los aerogeneradores. Este proyecto contempla la instalación de 6 aerogeneradores de referencia Garbi 150/28kw distribuidos en dos filas de 3 aerogeneradores, cada fila separada a una distancia de 500m y cada aerogenerador separado uno del otro por 3 veces su diámetro de rotor, en este caso 90m.

Además de la instalación de los aerogeneradores el proyecto incluye la construcción de una subestación eléctrica, un cuarto de control y la inyección de la energía a la red.

Requisitos: El proyecto debe contar con licencias de construcción, licencias ambientales y plan de mitigación de impactos y la licencia de generación y explotación de recursos energéticos otorgada por el Ministerio de Minas y Energías. Además, las instalaciones eléctricas deben cumplir con los lineamientos establecidos en la norma RETIE

Características: El parque eólico de Pueblo Viejo, contará con aerogeneradores de alta tecnología que funcionan con vientos moderados. El modelo Garbi 150/28kw seleccionado para este proyecto brinda facilidad para el transporte y el montaje, debido a la altura de la torre, además causan menor impacto ambiental y visual comparado con otras referencias.

6.1.3 Supuestos, restricciones y exclusiones del proyecto

Supuestos:

- La infraestructura eléctrica actual en la cabecera municipal de Pueblo Viejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena) no es eficiente.



- El comportamiento (dirección, temperatura y capacidad de generación máxima) de los vientos en la zona sean suficientes para generar fluido eléctrico.
- Insatisfacción de la comunidad de la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena) por el mal servicio de energía eléctrica actual.
- Contar con un espacio amplio, sin árboles y que no sea un lugar de paso frecuente de aves.

Restricciones:

- Este proyecto solo incluye el abastecimiento de energía eléctrica a la comunidad de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena).
- Por condiciones climáticas, el parque eólico debe estar ubicado en la zona costera, con el fin de aprovechar los vientos.
- La tecnología para la instalación de los sistemas eólicos no se consigue en Colombia. Los aerogeneradores hay que importarlos de Alemania.
- Contar con el aval por parte de Ministerio de Mina y Energía para la instalación del parque eólico.

Exclusiones y/o límites del Proyecto

El presente proyecto no incluye:

- Cambios de transformadores y red eléctrica para el suministro de energía en Tasajera y Puebloviejo Magdalena.
- Operación del parque eólico.
- Mantenimiento del parque eólico después de entregado el proyecto.
- Desmantelamiento del proyecto.

6.1.4 Estructura de desagregación del Trabajo (EDT)

Para la elaboración de la estructura de desglose del proyecto de construcción del parque eólico se adoptó un enfoque por fases, en el cual se presentan 9 nivel de desagregación. Tal y como se evidencia en la estructura de desglose las fases que involucran más actividades son: la etapa de gestión de proyectos, la fase de gestión predial, adquisiciones y la construcción y montaje eléctrico. Algunos elementos de la EDT que requieren mayor detalle se presentan en el diccionario de la EDT. La estructura de desglose del proyecto se puede consultar en el Anexo 5, en formato XMind EDT PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO-1.xmind.

6.1.5 Diccionario de la EDT



A continuación, se definen cada uno de los paquetes de trabajo que componen la estructura de la EDT, con el fin de tener mayor claridad en las funcionalidades que representan en el proyecto para la instalación del parque eólico en el municipio de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena). Para más información revisar el Anexo 6. Diccionario del EDT Parque Eólico.

ID EDT	PAQUETE DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	PRINCIPALES ACTIVIDADES	SUPUESTOS Y RESTRICCIONES	RESPONSABLE
1	Gestión de Proyectos	Consisten en la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto	1. Inicio. 2. Planeación. 3. Ejecución. 4. Monitoreo y control. 5. Cierre.	Los incumplimientos de las normas y tiempo de ejecución acordadas.	Gerente del proyecto
2	Estudios y Diseños	Consiste en el estudio meteorológico, levantamientos topográficos y diseños y planos del proyecto, corroborando que la metodología y secuencia realizados para el diseño, sea guiado según la normatividad vigente en Colombia.	1. Estudio Meteorológico. 2. Levantamiento topográfico. 3. Diseños estructurales del parque eólico. 4. Civiles 5. Eléctricos 6. Control 7. Presupuestos	Que el comportamiento (dirección, temperatura y capacidad de generación máxima) de los vientos en la zona sean suficientes para generar fluido eléctrico.	Meteorólogo, Topógrafo, Ingeniero Civil
3	Licencias y permisos	Consiste en establecer los requisitos legales que son necesarios para la ejecución del parque eólico de acuerdo con las normas vigentes.	1. Licencia Ambiental. 2. licencia de construcción. 3. Permiso de generación energética.	Las licencias y permisos sean aprobadas por la entidad encargada.	Ingeniero Ambiental
4	Gestión predial	Consiste en establecer los organismos territoriales para adquisición del terreno en construcción.	1. Permiso de construcción. 2. Licencia Ambiental.	Contar con un espacio amplio, sin árboles y que no sea un lugar de paso frecuente de aves.	Ingeniero Civil Gerente del proyecto



5	Adquisiciones	Contempla las compras y renta de equipos e instrumentos para la ejecución del parque eólico.	<ol style="list-style-type: none">1. Compra aerogeneradores.2. Compra equipos de potencia.3. Materiales	Demoras en la entrega de los productos por parte del proveedor, debido a que son adquiridos en el extranjero.	Especialista en Energía eólica, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero Civil
6.2	Construcción (Obra civil)	Consiste en la ejecución y adecuación de los equipos y estructuras que contempla el parque eólico.	<ol style="list-style-type: none">1. Obras Preliminares.2. cimentación3. Instalación de Aerogeneradores.	Las instalaciones se realicen de acuerdo con las normativas técnicas Vigentes en Colombia	Ingeniero Civil, Especialista en Energía eólica.
6.4	Montaje eléctrico y de control	Representa la realización del proceso para entrega de los sistemas eléctricos	<ol style="list-style-type: none">1. Cuarto de Control.2 Montaje Red eléctrica	Fallas en los sistemas de distribución, no cumplimiento de las normas técnicas de las redes eléctricas establecidas en Colombia.	Ingeniero electrónico, Ingeniero Electricista
7	Puesta en Operación	Contempla la puesta en marcha del sistema energético generado por el Parque eólico para su distribución a las 3600 viviendas de la comunicada de la cabecera municipal de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena).	<ol style="list-style-type: none">1. Pruebas de funcionamiento.2. Conexión a la red.3. Capacitación.	Contar con el aval por parte de Ministerio de Mina y Energía para la instalación del parque eólico.	Especialista en Energía eólica, Ingeniero electrónico e Ingeniero Electricista.
8	Entrega del proyecto	Constituye la entrega final del proyecto a los interesados.	<ol style="list-style-type: none">1. Acta de entrega.2. Socialización con la comunidad.3. Entrega de Planos arquitectónicos.4. Entrega de garantías.5. Entrega de Plan de Mantenimiento.6. Planos eléctricos.	Las características finales del proyecto no sean consecuentes con lo establecido en los diseños iniciales.	Gerente del proyecto



			7. Manual de operación		
--	--	--	------------------------	--	--

Tabla 11. Diccionario EDT del proyecto. Fuente: Propia

6.1.6 Entregables y criterios de aceptación

En la tabla 12. se discriminan los principales entregables del proyecto y los criterios que estos deben cumplir para su aceptación, además, cada entregable tiene una fecha asignada la cual está estrechamente relacionada con el cronograma y le permite al gerente del proyecto y a su equipo de trabajo ejercer un monitoreo y control oportuno sobre cada actividad.

IDENTIFICACIÓN	ENTREGABLE	CRITERIO ACEPTACION	FECHA DE ENTREGA
PE-E01	Subestación eléctrica	La subestación eléctrica debe cumplir los estándares establecidos por la norma NTC 2050 y el reglamento RETIE.	26/02/2024
PE-E02	Cuarto de control	El cuarto de control debe cumplir con los parámetros establecidos en la norma RETIE	04/12/2023
PE-E03	Aerogeneradores	Deben estar instalados en la zona del parque eólico y con el funcionamiento correcto 6 aerogeneradores Gamesa GARBI 150/28, con capacidad nominal cada uno de 150 KW	06/11/2023
PE-E04	Conexión a la red	La conexión a la red debe cumplir los estándares establecidos por la norma NTC 2050 y el reglamento RETIE.	15/07/2024
		Se debe realizar una actividad de socialización del proyecto con la comunidad aledaña a la zona de construcción del parque eólico, esta reunión debe incluir una presentación del parque eólico a cargo de un experto en el tema.	



PE-E05	Socialización con la comunidad	Además, se debe levantar un acta al finalizar la actividad en la que queden consignadas las inquietudes, sugerencias y demás aportes realizados durante la reunión, el acta debe estar firmada por un representante de la comunidad, el líder del proyecto y el delegado de la gobernación.	27/03/2023
PE-E06	Resultados de las pruebas de mantenimiento	El documento debe incluir los resultados obtenidos en la prueba de mantenimiento. Además, en caso de haber detectado fallas; se deben incluir la descripción de las inconsistencias y las correcciones realizadas.	30/12/2024
PE-E07	Capacitación al operador del parque eólico	Realización de 2 jornadas de capacitación al operador del parque eólico, por parte de un ingeniero experto en el manejo de parques eólicos. Al finalizar las jornadas de capacitación se debe entregar un documento en el que se registren las observaciones y recomendaciones a tener en cuenta para la operación correcta del parque eólico.	27/01/2025
PE-E08	Acta de entrega	El acta de entrega del proyecto debe estar firmada por el Gobernador del departamento del Magdalena y contar con las validaciones y aprobación del Ministerio de Minas y Energías para la explotación del parque eólicos.	24/02/2025
PE-E09	Garantías de los aerogeneradores	Se debe entregar el documento original y sin enmendaduras de las garantías de los aerogeneradores suministradas por el fabricante.	24/02/2025
PE-E10	Plan de mantenimiento	El documento debe contener de manera clara y detallada las actividades preventivas que se deben realizar durante el periodo de 1 año, con el fin de detectar y corregir fallas en los procesos involucrados en el parque eólico, a fin de aumentar la vida útil del proyecto. El plan de mantenimiento involucra, los aerogeneradores, el cuarto de control y la subestación eléctrica	24/02/2025
		Los planos eléctricos del parque eólico se deben entregar en medio físico y digital y deben contar con la aprobación y firma de un ingeniero	



PE-E11	Planos eléctricos	eléctrico con tarjeta profesional vigente, tal y como lo establece el reglamento RETIE.	24/02/2025
PE-E12	Manual de operaciones	El documento debe contener los diseños del parque eólico y las instrucciones para la operación, detección y corrección de fallas de funcionamiento. También debe incluir las características técnicas de cada uno de los equipos instalados en el proyecto. Este documento debe ser realizado y firmado por un experto en instalación y operación de parque eólicos, con tarjeta profesional vigente.	24/02/2025

Tabla 12. Entregables y criterios de aceptación del proyecto. Fuente: Propia

6.2 ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

Con el fin de garantizar la ejecución del proyecto hemos definido las principales estrategias que aseguran el éxito de este, sin estas se estaría viendo afectado la ejecución de forma directa, porque cada una de ellas contribuye de forma significativa. A continuación, las estrategias:

- Apoyarnos en el plan de gobierno para impulsar las energías renovables
- Aseguramiento de los equipos de maniobra e instalación, considerando que son equipos que no se encuentran en el área de incidencia.
- Asegurar la compra de equipos con la mayor parte del trabajo hecho en la planta de fabricación y que solo sea la instalación en sitio.
- Coordinar transporte internacional, directamente con el proveedor, para garantizar que los equipos lleguen en las mejores condiciones y a menor costo.
- Ubicación del Parque Eólico, en zona costera, para tener mayor aprovechamiento de los vientos.
- Crear un ecosistema turístico alrededor del parque Eólico.

6.2.1 Plan de gestión de cronograma del proyecto

A fin de realizar una buena gestión del tiempo durante el desarrollo del proyecto de diseño y construcción del parque eólico de Pueblo Viejo y mediante el uso del software de administración Microsoft Project se diseñó un plan de gestión del cronograma; para ello se tuvo en cuenta dos aspectos importantes: Los hitos del proyecto y la organización por fases de las actividades requeridas para la ejecución del parque eólico.



6.2.1.1 Lista de hitos

Hito	Descripción	Fecha
Resultados de Estudios Meteorológicos	Todos los estudios que definen que la dirección, temperatura y capacidad de generación máxima son suficientes para la ubicación del Parque Eólico	2-ene-23
Compra de los Aerogeneradores	Garantizar la fabricación de los aerogeneradores.	28-mar-23
Llegada de Aerogeneradores a la planta.	Los aerogeneradores deben estar en el sitio	11-sep-23
Equipos de izaje de carga para la instalación de los Aerogeneradores	Se debe tener la grúa con la que se ensamblan las partes superiores de los aerogeneradores en sitio.	12-sep-23
Puesta en operación	Todas las pruebas de funcionamiento realizadas, con los ajustes y correcciones después de las pruebas.	30-dic-24

Tabla 13. Lista de hitos del proyecto.

6.2.1.2 Cronograma y línea base de cronograma

A continuación, se muestra el cronograma que se realizó teniendo en cuenta las fases de ejecución del proyecto, para más información revisar el Anexo 7. Cronograma del Parque Eólico Pueblo Viejo.



DIAGRAMA DE GANTT

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Pt	Nombres de los recursos
1	▶ PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO	45 mss	mar 1/02/22	lun 14/07/25		
2	▶ 1. ESTUDIOS Y DISEÑOS	12 mss	mar 1/02/22	lun 2/01/23		
3	Estudios meteorologicos	9 mss	mar 1/02/22	lun 10/10/22		Meteorólogo
4	Levantamiento topográfico	2 mss	mar 11/10/22	lun 5/12/22	3	Topógrafo
5	Diseños estructurales del Parque Eólico	1 ms	mar 6/12/22	lun 2/01/23	4	Ingeniero Civil
6	▶ 2. GESTIÓN PREDIAL	2 mss	mar 6/12/22	lun 30/01/23	4	
7	Adquisición del terreno	2 mss	mar 6/12/22	lun 30/01/23		Ingeniero Civil
8	▶ 3.SOLICITUD DE LICENCIAS Y PERMISOS	3 mss	mar 31/01/23	lun 24/04/23	7	
9	Licencia Ambiental	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Ingeniero Ambiental
10	Permiso de Construcción	2 mss	mar 28/02/23	lun 24/04/23	9	Ingeniero Civil
11	Permiso de Generación Energetica	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Ingeniero Ambiental
12	▶ 4.PLANEACIÓN	2 mss	mar 31/01/23	lun 27/03/23		
13	▶ Metodologia	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23	7	
14	Plan de Gestión	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Gerente del Proyecto
15	Plan HSE (o verificación de requisitos HSE del Cliente)	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Gerente del Proyecto; Especialista HSEQ
16	Análisis de Riesgos HSE	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Gerente del Proyecto;Especialista
17	Análisis de Riesgos del Proyecto	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Gerente del Proyecto; Especialista HSEQ
18	Plan de Calidad	1 ms	mar 31/01/23	lun 27/02/23		Gerente del Proyecto

DIAGRAMA DE GANTT

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Pt	Nombres de los recursos
19	▶ Ejecución	1 ms	mar 28/02/23	lun 27/03/23	13	
20	Reunión de Inicio con el Grupo de Trabajo	1 ms	mar 28/02/23	lun 27/03/23		Gerente del Proyecto; Equipo de trabajo
21	Revisión del Flujo de caja real	1 ms	mar 28/02/23	lun 27/03/23		Gerente del Proyecto
22	Reunión de Inicio con el Cliente	1 ms	mar 28/02/23	lun 27/03/23		Gerente del Proyecto;Cliente
23	Aprobación de Planos y diseños por parte del Cliente	1 ms	mar 28/02/23	lun 27/03/23		Cliente
24	▶ 5. ADQUISICIONES	6 mss	mar 28/03/23	lun 11/09/23	23	
25	Compra de aerogeneradores	6 mss	mar 28/03/23	lun 11/09/23		Especialista en Energia Eolica
26	Compra de materiales eléctricos	2 mss	mar 28/03/23	lun 22/05/23		Ingeniero Eléctrico
27	Compra y alquiler de equipos de construcción	2 mss	mar 28/03/23	lun 22/05/23		Ingeniero Civil
28	▶ 6. EJECUCIÓN	15 mss	mar 23/05/23	lun 15/07/24		
29	▶ Obra Civil	10 mss	mar 23/05/23	lun 26/02/24	27	
30	Adecuación del terreno	1 ms	mar 23/05/23	lun 19/06/23		Maestros de obra;Ingeniero Civil
31	Soporte para aerogeneradores	3 mss	mar 20/06/23	lun 11/09/23	30	Maestros de obra;Ingeniero Civil
32	Construcción del cuarto de control	3 mss	mar 12/09/23	lun 4/12/23	31	Maestros de obra;Ingeniero Civil
33	Construcción de la central eoloelectrica	3 mss	mar 5/12/23	lun 26/02/24	32	Maestros de obra;Ingeniero Civil; Ingeniero Electronico
34	Instalación de los Aerogeneradores	2 mss	mar 12/09/23	lun 6/11/23	31	Maestros de obra;Ingeniero Civil; Ingeniero Electronico



	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Pr	Nombres de los recursos		
DIAGRAMA DE GANTT	35	▲ Montaje Eléctrico	15 mss	mar 23/05/23	lun 15/07/24			
	36	Instalación de equipos eléctricos y electrónicos	3 mss	mar 23/05/23	lun 14/08/23	26	Ingeniero Electrico; Ingeniero Electronico	
	37	Conexión eléctrica entre los aerogeneradores y la central eólica	3 mss	mar 27/02/24	lun 20/05/24	33	Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	38	Montaje de la red eléctrica a las viviendas	2 mss	mar 21/05/24	lun 15/07/24	37	Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	39	▲ 7. SEGUIMIENTO Y CONTROL	24 mss	mar 28/03/23	lun 27/01/25	22		
	40	Reuniones de seguimiento con el equipo de trabajo	24 mss	mar 28/03/23	lun 27/01/25		Gerente del Proyecto	
	41	Reuniones semestrales de seguimiento con el cliente	24 mss	mar 28/03/23	lun 27/01/25		Gerente del Proyecto;Cliente	
	42	Elaboración de informes de avances	24 mss	mar 28/03/23	lun 27/01/25		Gerente del Proyecto	
	43	▲ 8. PUESTA EN OPERACIÓN	6 mss	mar 16/07/24	lun 30/12/24	35		
	44	Planeación de arranque y puesta en operación	1 ms	mar 16/07/24	lun 12/08/24		Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	45	Pruebas de funcionamiento de los aerogeneradores	1 ms	mar 13/08/24	lun 9/09/24	44	Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	46	Pruebas de funcionamiento de la conexión a las viviendas	1 ms	mar 10/09/24	lun 7/10/24	45	Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	47	Corrección después de pruebas	1 ms	mar 8/10/24	lun 4/11/24	46	Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	48	Período de Estabilización	3 mss	mar 8/10/24	lun 30/12/24	46	Ingeniero Electrico; Especialista en Energia Eolica	
	DIAGRAMA DE GANTT	49	▲ 9. CAPACITACIONES	3 mss	mar 5/11/24	lun 27/01/25	47	
		50	Preparación y logística de Capacitaciones	1 ms	mar 5/11/24	lun 2/12/24		Ingeniero Eléctronico
		51	Ejecución de las capacitaciones con el personal operativo	2 mss	mar 3/12/24	lun 27/01/25	50	Ingeniero Eléctronico
		52	▲ 10. CIERRE	5 mss	mar 28/01/25	lun 16/06/25	49	
53		Acta de entrega del proyecto	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto	
54		Socialización con la comunidad	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto	
55		Entrega de planos arquitectonicos	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto	
56		Entrega de planos eléctricos	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto	
57		Entrega de manual de operación	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto	
58		Entrega de garantías	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto	
59		Reunión de Cierre con el Cliente	1 ms	mar 28/01/25	lun 24/02/25		Gerente del Proyecto;Cliente	
60		Cierre Administrativo y Comercial	1 ms	mar 25/02/25	lun 24/03/25	59	Gerente del Proyecto	
61		Evaluación de Desempeño	1 ms	mar 25/03/25	lun 21/04/25	60	Gerente del Proyecto	
62		Lecciones Aprendidas	1 ms	mar 22/04/25	lun 19/05/25	61	Gerente del Proyecto; Equipo de trabajo	
63		Reunión de Cierre Interna	1 ms	mar 20/05/25	lun 16/06/25	62	Gerente del Proyecto; Equipo de trabajo	

Figura 20. Cronograma en Project del Proyecto. Fuente: Propia



6.2.2 Programa de recursos

A continuación, se presenta el programa de gestión de recursos diseñado con el propósito de aprovechar y optimizar los recursos requeridos para la ejecución del proyecto.

6.2.2.1 Requisitos de Recursos

Los recursos que se van a emplear (Recurso humano) se detallan en el Cronograma y línea base de cronograma proyecto (Ver Anexo 7. Cronograma del Parque Eólico Pueblo Viejo). Sin embargo, a continuación, detallamos de manera más específica los recursos (Materiales y equipos) que se van a emplear para la ejecución del proyecto:

Recurso Humano	Cantidad de personal
Gerente de Proyecto	1
Ingeniero Civil	2
Ingeniero Ambiental	1
Ingeniero Electrónico	1
Ingeniero Eléctrico	1
Ing. Especialista Energía eólica	1
Ing. Especialista HSEQ	1
Meteorólogo	1
Topógrafo	1
Inspectores HSEQ	3
Técnicos Eléctricos	10
Maestros de Obras	10

Tabla 14. Listado de recursos humanos utilizados en el proyecto.

Equipos Y Materiales	Cantidad de personal
Aerogeneradores	6
Palas	25
Pulidoras	3
Pico	14
Carretillas	12
Barra	5
Balde	30
Mezcladora	2
Herramientas Varias	30
Dotación Y EPP	80
Equipos de Trabajo en Altura (arnes, Cuerdas y accesorios)	20



Vibrador de Concreto	3
Generador Electrico	1
Computadores	4
Equipos de Oficina	5
MontaCarga	2
Vehiculo Camioneta	1
Gruas	1
excavadoras	2

Tabla 15. Listado de equipos y materiales utilizados en el proyecto.

6.2.3 Plan de gestión de cambios

Dentro del proyecto de diseño y construcción del parque eólico, se cuenta con un procedimiento establecido previamente para realizar la gestión de los cambios, el cual consta de un formato llamado “EW-F01 Registro de Cambios” (Se plantea este formato a modo de ejemplo) que debe diligenciar el solicitante del cambio, dicho formato es registrado en la base de datos de control de cambios de la empresa habilitada para este proyecto. Luego de la recepción de las solicitudes de cambios, estas se remiten al comité de control de cambios (CCC) del proyecto el cual está integrado por el director del proyecto, el representante de la gobernación del Magdalena, el ingeniero encargado de la obra, el ingeniero especialista en energía eólica y el contador del proyecto, quienes son los encargados de evaluar el impacto de los cambios solicitados y la pertinencia de su aprobación o no. Después de realizar el estudio de la solicitud y darle la debida respuesta, esta se almacena en el repositorio digital de control de cambios del gerente del proyecto, con el objetivo de hacerles seguimiento y monitoreo mediante reuniones mensuales con el CCC para comprobar que los cambios solicitados se estén realizando y que estos no traigan ningún impacto negativo al proyecto.

Es importante tener en cuenta que cualquier miembro del equipo o interesado puede enviar una solicitud de cambio para el proyecto.

A continuación, se presenta un ejemplo de una solicitud de cambio del proyecto:

Paso 1: Durante la etapa de planeación del proyecto, la gobernación del Magdalena (patrocinador) diligencia el formato de solicitud de cambio (EW-F01 Registro de cambios) para no instalar un aerogenerador, ya que el espacio ocupado por este es necesario para otros intereses, este formato es entregado a la gerente del proyecto Rosa María López Zambrano.

Paso 2: La gerente del proyecto registra la solicitud de cambio realizada por el patrocinador. Todas las solicitudes de cambio se registran en una base de datos que permanece almacenada hasta el cierre del proyecto.

Paso 3: Se reúnen la gerente del proyecto y el representante de la gobernación del Magdalena para evaluar los impactos generados por la solicitud. La gerente presenta que los costos y el tiempo disminuyen, pero el riesgo aumenta, debido a que al tener un aerogenerador menos de los calculados se puede presentar una sobrecarga en la red eléctrica.



Paso 4: El formato con los impactos resultantes de la solicitud se le entregan al comité de control de cambios conformado por “director del proyecto, representante de la gobernación del Magdalena, ingeniero encargado de la obra, ingeniero especialista en energía eólica y contador del proyecto” para su revisión y aprobación.

Paso 5: El comité de control de cambios decide aprobar la solicitud, debido a que se realiza un nuevo estudio donde se comprueba que al quitar un aerogenerador la posibilidad de sobrecarga es mínima, a pesar de que no es recomendable.

Paso 6: Al ser aprobada la solicitud de cambio realizada por el patrocinador, la gerente actualiza la documentación y cambia la línea de base, disminuyendo los tiempos y los costos del proyecto. Esta información se les comunica a todos los interesados del proyecto vía correo electrónico.

Paso 7: Para verificar el cumplimiento de la solicitud de cambio se realizan reuniones quincenales con el CCC.

6.2.4 Plan de gestión de costos del proyecto

A continuación, presentamos el plan de gestión de costos del Parque Eólico de Pueblo Viejo Magdalena. Este plan de gestión se elaboró con el fin de estimar y optimizar los costos requeridos para la ejecución del proyecto, donde se tuvo en cuenta la duración estimada para cada paquete de actividades y el costo de cada una de ellas según el tiempo requerido para la ejecución de cada actividad.

6.2.4.1 Bases de estimación de costos

Los costos del proyecto se estimaron mediante el método de 3 valores, ya que este permite estimar la duración de una actividad teniendo en cuenta 3 escenarios distintos, el optimista, el más probable y el pesimista. Este método de estimación nos permite tener una visión más amplia de los eventos que pueden presentarse en el proyecto y que puedan influir en los costos de este, teniendo en cuenta el tiempo de ejecución de las actividades. Para más información revisar el Anexo 8. Estimaciones de Costos del Parque Eólico.

6.2.4.2 Costos y presupuesto

Los costos del diseño y construcción del parque eólico de Pueblo Viejo Magdalena ascienden a los \$40.372.810.090 (Cuarenta mil millones trescientos cientos setenta y dos millones ochocientos diez mil noventa pesos) de pesos colombianos. De los cuales \$ 40.431.220.290 (Cuarenta mil millones cuatrocientos treinta y un millones doscientos veinte mil doscientos noventa pesos) corresponde a los costos de los paquetes de trabajo y los \$58.410.200 (Cincuenta y ocho millones cuatrocientos diez mil doscientos pesos) restantes pertenecen a la reserva de contingencia del proyecto, que para este caso equivale al 0,14% de los costos del proyecto.

A partir de la estimación de los costos de las actividades del proyecto y el presupuesto, se estableció nuestra línea base de costos, la cual nos permite hacer un seguimiento a la evolución de los costos del proyecto a medida que se ejecutan las actividades. En la figura 21, se observa la línea base de los costos del proyecto, en la cual, se puede apreciar que durante el primer año de la ejecución de la obra se tienen los costos más bajos y constantes, ya que los primeros 12 meses del proyecto corresponden a la etapa de estudios meteorológicos y expedición de licencias. Entre el mes 12 y el 18, los costos del proyecto tienen un crecimiento exponencial, esto se debe a que en este periodo se realiza la adquisición de los materiales y los aerogeneradores, que representan en términos de costos uno de los porcentajes más altos del proyecto. Del mes 18 al 31 los costos del proyecto

tienen un incremento leve debido que en este periodo se construyen los cuartos de control, la central Eolo eléctrica y la instalación de los aerogeneradores. Entre el mes 31 al 33 los costos del proyecto también presentan un crecimiento continuo a consecuencia de los montajes de las redes eléctricas a las viviendas e instalación de equipos electrónicos y eléctricos a los cuartos de control, en el mes 33 los costos del proyecto se mantienen más estables, debido que en ese periodo se realiza las pruebas de funcionamiento de la conexión eléctrica entre los aerogeneradores y la central Eolo eléctrica.



Figura 21. Línea base de los costos

Dentro del proyecto de diseño y construcción del parque eólico, se realizarán reuniones semestrales de seguimientos de los costos del proyecto, las cuales estarán a cargo de Katherine Afanador Riobo quien es la ingeniera de costos.

En la línea base de costos para la ejecución del proyecto, se plantea un margen de tolerancia del $\pm 15\%$, el cual permite la toma de decisiones que implican variaciones en el presupuesto sin necesidad de tener la aprobación por parte del patrocinador. Este nivel de tolerancia se verá reflejado en el valor ganado (CV).

6.2.5 Plan de gestión de recursos humanos

6.2.5.1 Estructura organizacional de la empresa ENERGYWIND

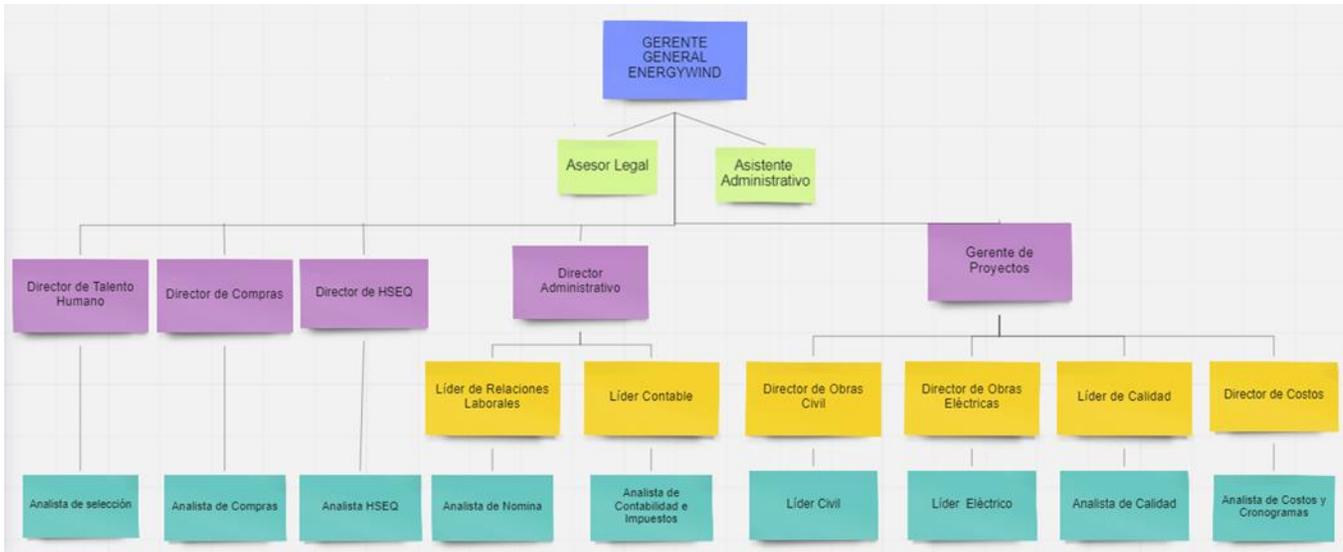


Figura 22. Estructura organizacional de la empresa.

6.2.5.2 Organigrama en el cual se muestre las líneas de reporte dentro del ambiente del proyecto.

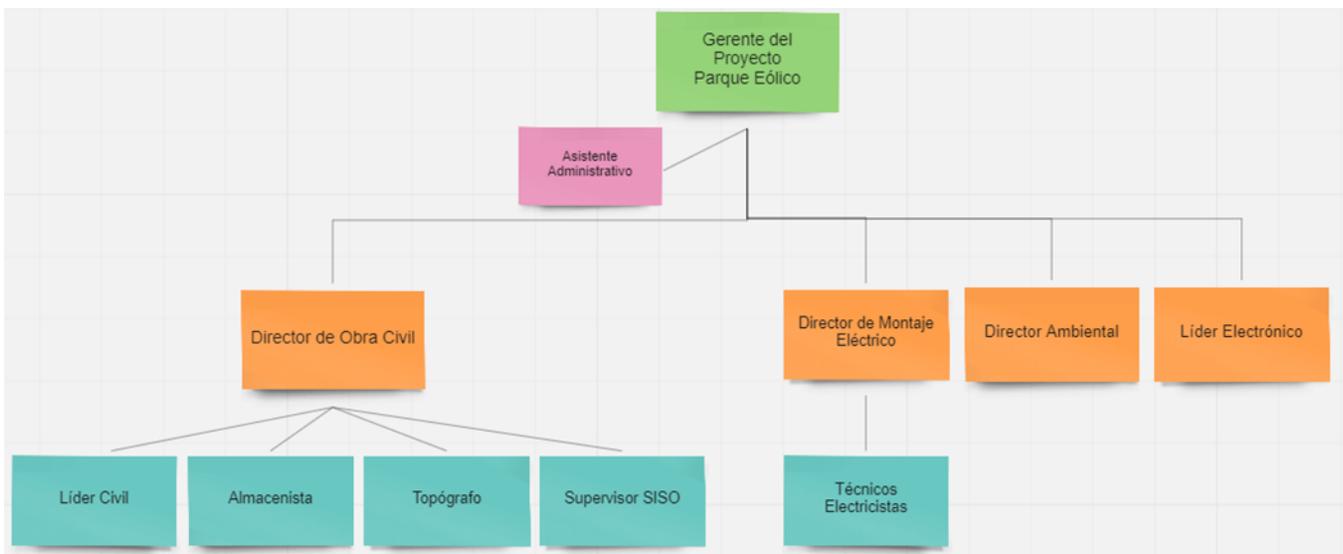


Figura 23. Estructura organizacional del proyecto.

6.2.5.3 Factores ambientales del proyecto

- Falta de motivación hacia el proyecto, por parte del equipo de trabajo.



- Algunos equipos tecnológicos o insumos que demanda el Proyecto solo pueden conseguirse a través de un proveedor en el extranjero.
- Que no haya sinergia entre los grupos de trabajo.
- Los resultados de las evaluaciones de desempeño del equipo de trabajo no sean los adecuados para elaborar las actividades asignadas.
- Contar con el apoyo de los entes gubernamentales para el desarrollo del proyecto.
- Cambios frecuentes en la legislación ambiental que condicionan el alcance del Proyecto.
- Fluctuaciones en la tasa de cambio del dólar que condicionan el alcance del proyecto.
- Falta de autoridad en el equipo para completar el trabajo y lograr los objetivos.
- Adaptación del equipo del proyecto al plan de gestión de comunicaciones.
- Aceptación de la ejecución del proyecto por parte de la comunidad beneficiada.

6.2.5.4 Activos de los procesos

- Reglamento interno de trabajo de ENERGYWIND.
- Política y estándares de calidad de la empresa ENERGYWIND.
- Guías estándares, instrucciones de trabajo y criterios de evaluación de ENERGYWIND.
- Manual de funciones del equipo de trabajo de ENERGYWIND.
- Manual de procesos de ENERGYWIND.
- Formatos de (identificación de riesgos EDT y contratos) pertenecientes a ENERGYWIND.
- Políticas de contratación de ENERGYWIND.
- Formato “EW-F01 Registro de Cambios” para el registro de control de cambios.
- Código de ética de ENERGYWIND.
- Base de datos de lecciones aprendidas de proyectos ejecutados por ENERGYWIND.
- Manuales de procedimiento para el manejo de residuos sólidos dentro del proyecto.
- Documento de registro de avances del proyecto “Registro de avances mensuales”.



6.2.5.5 Matriz RACI

CODIGOS ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	GERENTE DEL PROYECTO	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	DIRECTOR DE OBRA CIVIL	LÍDER DE OBRA CIVIL	DIRECTOR DE MONTAJE ELÉCTRICO	DIRECTOR AMBIENTAL DE OBRA	LÍDER ELECTRÓNICO	SUPERVISOR SISO	TÉCNICOS ELECTRICISTAS	ALMACENISTA
1	ESTUDIOS Y DISEÑOS							I			
1.1	ESTUDIOS METEOROLÓGICOS	A									
3	LICENCIAS										
3.1	TRAMITAR LICENCIA AMBIENTAL	A		I			R				
5.1	OBRA CIVIL										
5.1.3	CONSTRUCCIÓN DEL CUARTO DE CONTROL Y CENTRAL EOLIELÉCTRICA	I		A	C						
5.1.5	INSTALACIÓN DE AEROGENERADORES	I				A		C		R	C
5.2	MONTAJE ELÉCTRICO										
5.2.3	MONTAJE DE LA RED ELÉCTRICA A LAS VIVIENDAS	A				R		C		C	
6	GERENCIA DE PROYECTOS										
6.2	ELABORAR PLAN DE DIRECCIÓN PROYECTO	R	C	C		C					
6.3	DAR INICIO DE EJECUCIÓN AL PROYECTO	R		C		C		C			
6.5	PROGRAMAR FASES Y FECHAS DE ENTREGABLES DE LAS OBRAS CIVILES	A	C	R		C	I	I			
6.8	ELABORAR Y ACTUALIZAR LA MATRIZ LEGAL DEL SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES QUE SE APLICAN AL PROYECTO	A		I		I			R		
6.9	REALIZAR PLAN DE TRABAJO EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PARA CADA OBRA DE ACUERDO CON SUS CONDICIONES DE EJECUCIÓN	A		I		I			R		

Figura 24. Matriz RACI del proyecto.

Para más detalle revisar el **Anexo 9. Matriz RACI Parque Eólico.**

6.2.5.6 Roles, Perfil y responsabilidades definidos

En el **Anexo 10. Roles, Perfil y responsabilidades definidos**, se incluyeron los roles, perfiles (formación académica, experiencia, nivel salarial, número de recursos requeridos), número de horas dedicadas, responsabilidades y las habilidades para cada uno de los cargos identificados en el proyecto del parque eólico de Puebloviejo.

6.2.5.7 Necesidades identificadas de contratación de personal.

ENERGYWIND considera que somos una familia y que todos nuestros colaboradores son importantes y fundamentales para la ejecución del proyecto. Se establece un sistema de incentivos que premia el compromiso de nuestros colaboradores de la siguiente forma:

- Un día de descanso para el equipo de trabajo que termine la etapa del proyecto que le corresponde con un 80% del tiempo estimado.
- Un bono extralegal en Navidad para nuestros colaboradores que corresponde al 35% del salario asignado

Debido a la sobre dedicación identificada en el calendario de recursos, también se hace necesario implementar las siguientes adquisiciones:

ACTIVIDADES	CARGO	TIPO DE CONTRATACIÓN
-------------	-------	----------------------



Se encargará de elaborar los documentos de ingeniería, contrataciones, comprar y alquilar los equipos de construcción, administrar la construcción civil y realizar el informe final.	PMC (Project Management Consultancy)	Se contrata un especialista en proyectos por la prestación de sus servicios en tiempo de ejecución de obra y materiales a suministrar.
Se encargará de las adquisiciones, supervisión de la instalación, prueba y puesta en marcha de los aerogeneradores, además brindará asesoría en lo relacionado a la instalación de la central Eolo eléctrica.	Especialista en Energía Eólica	Se contrata al especialista para asesoría por medio de contrato por costos reembolsables
Se encargará de la construcción y el montaje civil del proyecto.	EPC (Engineering, Procurement, & Construction)	Se contrata a una empresa especialista por la prestación de sus servicios en tiempo de ejecución de obra y materiales a suministrar.
Se encargará de elaborar los estudios meteorológicos, diseños estructurales, civiles y eléctricos del parque eólico.	Contratista 1	Se contrata una entidad prestadora de servicio mediante la celebración de un contrato de precio fijo ya establecido.
Se encargará de realizar la gestión predial y solicitud de licencia y tramites ambientales.	Contratista 2	Se contrata una entidad prestadora de servicio mediante la celebración de un contrato de precio fijo ya establecido.

Tabla 16. Necesidades de contratación.

6.2.5.8 Calendario de asignación al proyecto para cada uno de los recursos.

El calendario de asignación de recursos se creó en Microsoft Project, donde se detalla los recursos y las horas dedicadas a cada una de las actividades. **Ver Anexo 11. Calendario de Recursos.**

	Resource Name	Work
	Unassigned	0 hrs
	PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO	0 hrs
	1.1 Estudios meteorologicos	0 hrs
	2. GESTIÓN PREDIAL	0 hrs
	4.2 Compra de materiales eléctricos	0 hrs
1	Topógrafo	480 hrs
	1.2 Levantamiento topográfico	320 hrs
	9.11 Reunión de Cierre Interna	160 hrs
2	Director Ambiental	640 hrs
	3.1 Licencia Ambiental	320 hrs
	3.3 Permiso de Generación Energetica	160 hrs
	9.11 Reunión de Cierre Interna	160 hrs
3	Lider Electrónico	4,160 hrs
	1.4 Diseños Eléctricos	160 hrs
	5.1.2 Soporte para aerogeneradores	480 hrs
	5.1.5 Instalación de los Aerogeneradores	480 hrs
	5.2.1 Instalación de equipos eléctricos y electrónicos	480 hrs
	5.2.2 Conexión eléctrica entre los aerogeneradores y la central eolétrica	480 hrs
	5.2.3 Montaje de la red eléctrica a las viviendas	320 hrs
	7.1 Planeación de arranque y puesta en operación	160 hrs
	7.2 Pruebas de funcionamiento de los aerogeneradores	160 hrs
	7.3 Pruebas de funcionamiento de la conexión a las viviendas	160 hrs
	7.4 Corrección después de pruebas	160 hrs

Figura 25. Ejemplo de los recursos agregados en Project.

6.2.5.9 Estructura de desglose de recursos. RBS (Resource Breakdown Structure).

En el Anexo 12. Estructura de Desglose de Recursos.xmlid, se muestra a más detalle la estructura de desglose del proyecto del parque eólico.



Figura 26. Estructura de desglose del proyecto.



6.2.6 Plan de gestión de interesados

6.2.6.1 Enfoque de la gestión de los interesados.

Debido a la cantidad de interesados que hacen parte del proyecto, se optó por definir los diferentes enfoques para cada uno de ellos, basándose en sus intereses, necesidades, expectativas, posibles impactos ya sea positivo o negativo en el éxito del proyecto y las metodologías o estrategias a implementar. Con el fin de lograr una participación por medio de espacios de diálogo, donde cada uno de los interesados plantearía su punto de vista, sugerencia o aportes al proyecto. Además, se busca mantener informados y actualizados a los interesados de mayor relevancia en cada uno de los avances del proyecto.

6.2.6.2 Registro de los interesados y grupos de interés.

En la tabla 18, se aprecian los diferentes tipos de involucrados y los intereses que buscan en la ejecución y evolución del proyecto.

INVOLUCRADOS	INTERÉS
Gobernación del Magdalena	Cliente del proyecto que patrocina la energización de los municipios de Puebloviejo y Tasajera Magdalena, mediante la construcción del parque eólico
Comunidad de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena)	-Mejorar su calidad de vida por medio de la energización de su vivienda -Población que pretende beneficiarse del proyecto a través de la contratación de trabajadores de la zona y desarrollo de su comunidad
Alcaldía de Puebloviejo Alcaldía de Tasajera	Dar cumplimiento con el plan de gobierno de las alcaldías de los municipios de Puebloviejo y Tasajera
Ministerio de Minas y Energía	Cumplimiento de las metas gubernamentales
Departamento Nacional de Planeación	Asegurar la correcta ejecución de los recursos económicos del proyecto, ya que son parte de los recursos económicos nacionales
Ministerio de Hacienda	Invertir en proyecto que dé cumplimiento al Plan de desarrollo del Magdalena
Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	Brindar el aval que certifique el cumplimiento de los requisitos técnicos de los diseños electrónicos



Secretaría de Minas y Energía	Cumplimiento de las metas propuestas en el plan de desarrollo departamental
Interventoría	Cumplimiento de las especificaciones contractuales y exigencias técnicas y financieras en cada una de las etapas del proyecto
Coorpamag	Cumplimiento de las normas ambientales, sin afectar la fauna y flora
General Electric	El cliente garantice seguridad en la solicitud de sus pedidos, el pago puntual por los productos y brindar materiales de calidad que garanticen el funcionamiento del sistema eólico
Wind Turbine Generator	
Homecenter	El cliente garantice seguridad en la solicitud de sus pedidos, el pago puntual por los productos y brindar las herramientas y equipos que cuenten con 100% de funcionalidad y su respectiva garantía

Tabla 17. Interesados y grupos de interés.

6.2.6.3 Análisis de interesados

El análisis de interesados se utiliza para conocer las partes primarias (mayor relevancia) y secundarias (menor relevancia) que tiene referente a la ejecución del proyecto. En la Figura 27 de la Matriz de poder/interés, se puede evidenciar que el 50% de los interesados hay que gestionarlos atentamente, el 28% mantenerlos satisfechos y el 22% mantenerlos informados. Por otra parte, en la matriz de impacto/influencia de la Figura 28 se puede evidenciar que el 36% de los interesados hay que mantener informados y nunca ignorados, el 21% mantenerlos informados con mínimo esfuerzo, el 7% trabajar con ellos y el 36% trabajar para ellos.

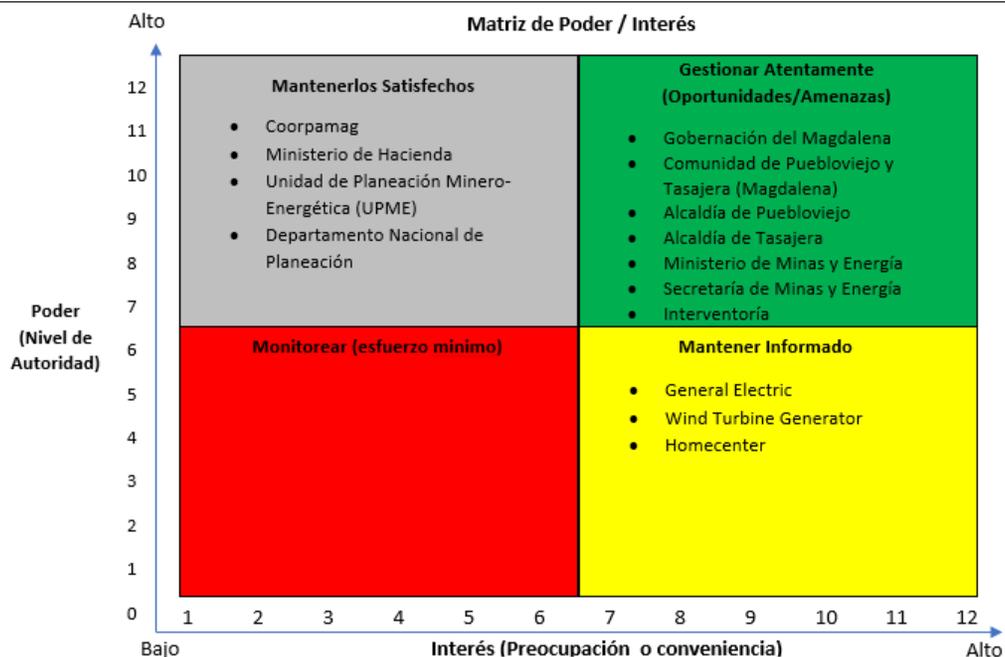


Figura 27. Matriz de poder /interés

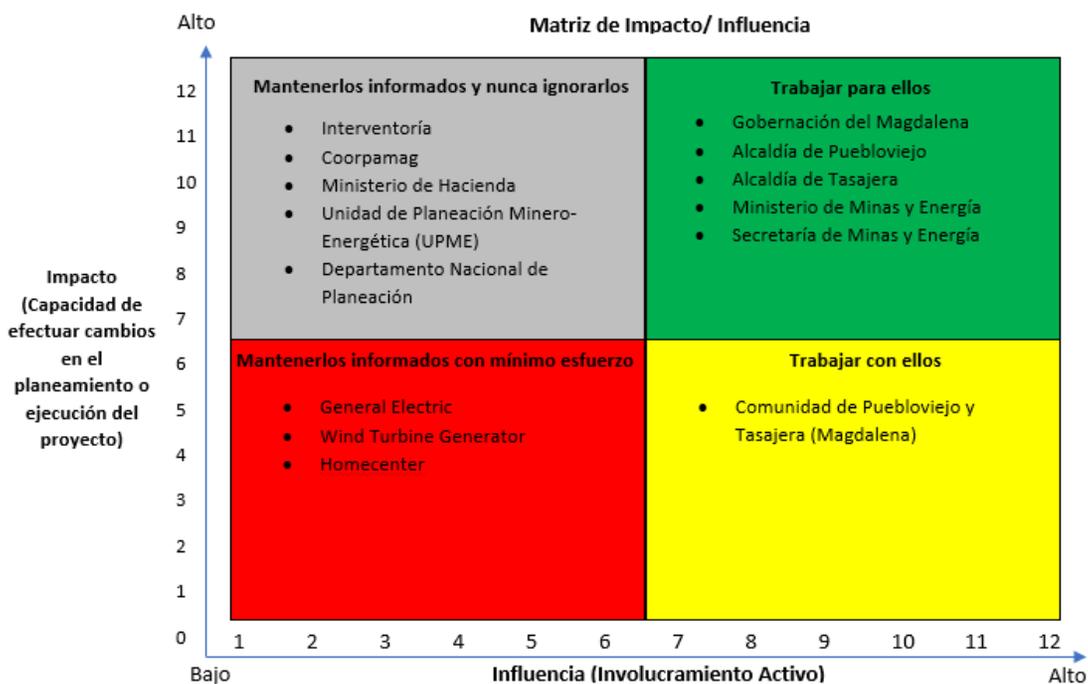


Figura 28. Matriz de influencia/impacto



6.2.6.3.1 Modelo de Prominencia

INTERESADOS	PROMINENCIA
Gobernación del Magdalena	Crítico
Comunidad de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena)	Crítico
Alcaldía de Puebloviejo	Crítico
Alcaldía de Tasajera	Crítico
Ministerio de Minas y Energía	Peligroso
Departamento Nacional de Planeación	Dominante
Ministerio de Hacienda	Dominante
Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	Dominante
Secretaría de Minas y Energía	Crítico
Interventoría	Crítico
Coorpamag	Dominante
General Electric	Discreto
Wind Turbine Generator	Discreto
Homecenter	Discreto

Tabla 18. Modelo de Prominencia

Prioridad	Categorías		
Baja	1. Inactivo Poder	2. Discrecional Legitimidad	3. Demandante Urgencia
Media	4. Dominante Poder + Legitimidad	5. Peligroso Poder + Urgencia	6. Dependiente Legitimidad + Urgencia
Alta	7. Críticos Poder + Legitimidad + Urgencia		

Tabla 19. Prioridad y categorías

6.2.6.3.2 Cubo de Interesados

En la figura 29, se aprecia la participación de los interesados con predominancia de acuerdo con los niveles de poder, interés y actitud.

En el cubo de interesados se puede evidenciar que un 43% de los interesados son influyentes - activos - partidarios, un 7% son Influyente - Activo – Bloqueador, un 29% son Influyente - Pasivo – Partidario y un 21% son insignificante – pasivo – partidario.



Figura 29. Cubo de interesados

En la siguiente figura se muestra la gestión de los interesados, en la que se debe velar porque se cumplan cada uno de los intereses de estos.



GESTIÓN DE INTERESADOS						
Nº	INVOLUCRADOS	INTERÉS	RESULTADOS			
			MATRIZ DE PODER/ INTERÉS	MATRIZ DE INFLUENCIA / IMPACTO	MODELO DE PROMINENCIA	CUBO DE INTERESADOS
1	Gobernación de Magdalena	Cliente del proyecto que patrocina la energización de los municipios de Pueblo Viejo y Tasajera, mediante la construcción del parque eólico.	Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Trabajar para ellos	Es de prioridad alta y categorizado como crítico con poder, legitimidad y urgencia	Influente activo partidario que tiene un poder, interés y actitud positiva
2	Comunidad de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena)	Mejorar su calidad de vida por medio de la energización de su vivienda. Población que pretende beneficiarse del proyecto a través de la contratación de trabajadores de la zona y desarrollo de su comunidad	Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Trabajar con ellos	Es de prioridad alta y categorizado como crítico con poder, legitimidad y urgencia	Influente activo partidario que tiene un poder, interés y actitud positiva
3	Alcaldía de Pueblo Viejo	Dar cumplimiento con el Plan de Gobierno de las Alcaldías de los municipios de Pueblo Viejo y Tasajera	Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Trabajar para ellos	Es de prioridad alta y categorizado como crítico con poder, legitimidad y urgencia	Influente activo partidario que tiene un poder, interés y actitud positiva
4	Alcaldía de Tasajera		Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Trabajar para ellos	Es de prioridad alta y categorizado como crítico con poder, legitimidad y urgencia	Influente activo partidario que tiene un poder, interés y actitud positiva
5	Ministerio de Minas y Energía	Cumplimiento de las metas gubernamentales	Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Trabajar para ellos	Es de prioridad media y categorizado como peligroso con poder y urgencia	Influente activo bloqueador que tiene un poder e interés positivo y una actitud negativa
6	Departamento Nacional de Planeación	Asegurar la correcta ejecución de los recursos económicos del proyecto, ya que son parte de los recursos económicos nacionales	Mantener Informado	Mantenerlos Informados y Nunca Ignorarlos	Es de prioridad media y categorizado como dominante con poder y legitimidad	Influente pasivo partidario que tiene un poder, interés negativo y actitud positiva
7	Ministerio de Hacienda	Invertir en proyecto que de cumplimiento al Plan de Desarrollo del Magdalena	Mantener Informado	Mantenerlos Informados y Nunca Ignorarlos	Es de prioridad media y categorizado como dominante con poder y legitimidad	Influente pasivo partidario que tiene un poder, un interés negativo y una actitud positiva
8	Unidad de Planeación Minero Energética UPME	Brindar el aval que certifique el cumplimiento de los requisitos técnicos de los diseños electrónicos	Mantener Informado	Mantenerlos Informados y Nunca Ignorarlos	Es de prioridad media y categorizado como dominante con poder y legitimidad	Influente pasivo partidario que tiene un poder, interés negativo y actitud positiva
9	Secretaría de Minas y Energía	Cumplimiento de las metas propuestas en el Plan de Desarrollo Departamental	Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Trabajar para ellos	Es de prioridad alta y categorizado como crítico con poder, legitimidad y urgencia	Influente activo partidario que tiene un poder, interés y actitud positiva
10	Coorpamag	Cumplimiento de las normas ambientales, sin afectar la fauna y flora.	Mantener Informado	Mantenerlos Informados y Nunca Ignorarlos	Es de prioridad media y categorizado como dominante con poder y legitimidad	Influente activo partidario que tiene un poder, interés negativo y actitud positiva
11	Interventoría	Cumplimiento de las especificaciones contractuales y exigencias técnicas, legales, financieras en cada una de las etapas del proyecto	Gestionar atentamente (Oportunidades / Amenazas)	Mantenerlos Informados y Nunca Ignorarlos	Es de prioridad alta y categorizado como crítico con poder, legitimidad y urgencia	Influente activo partidario que tiene un poder, interés y actitud positiva
12	General Electric	El cliente garantice seguridad en la solicitud de sus pedidos, el pago puntual por los productos y brindar materiales de calidad que garanticen el funcionamiento del sistema eólico	Mantener Informado	Mantenerlos informados con mínimo esfuerzo	Es de prioridad baja y categorizado como discrecional con legitimidad	Insignificante activo partidario con un poder negativo, interés y una actitud positiva
13	Wind Turbine Generator		Mantener Informado	Mantenerlos informados con mínimo esfuerzo	Es de prioridad baja y categorizado como discrecional con legitimidad	Insignificante activo partidario con un poder negativo, interés y una actitud positiva
14	Homecenter	El cliente garantice seguridad en la solicitud de sus pedidos, el pago puntual por los productos y brindar las herramientas y equipos que cuenten con 100% de funcionalidad y su respectiva garantía	Mantener Informado	Mantenerlos informados con mínimo esfuerzo	Es de prioridad baja y categorizado como discrecional con legitimidad	Insignificante activo partidario con un poder negativo, interés y una actitud positiva

Figura 30. Gestión de interesados



6.2.6.4 Mapa de interesados, grupos de interés y nivel deseado de participación de los interesados

Interesado	Desprevenido	Resistente	Neutral	Apoyo	Líder
Gobernación del Magdalena					A - D
Comunidad de Pueblo Viejo y Tasajera		A		D	
Alcaldía de Pueblo Viejo				A-D	
Alcaldía de Tasajera				A-D	
Ministerio de Minas y Energía					A-D
Departamento Nacional de Planeación				A-D	
Ministerio de Hacienda				A-D	
Unidad de Planeación Minero-Energética UPME				A-D	
Secretaría de Minas y Energía					A-D
Interventoría			A	D	
Coorpamag				A-D	
General Electric	A-D				
Wind Turbine Generator	A-D				
Homecenter	A-D				

A = Nivel de compromiso D = Nivel de compromiso Deseado

Tabla 20. Mapa de interesados, grupos de interés y nivel deseado de participación de los interesados

6.2.6.5 Estrategias de gestión para los interesados

Interesado	Necesidades de Comunicación	Enfoque	Método / Medio	Tiempo / Frecuencia
Gobernación del Magdalena	Comunicar el plan de dirección del proyecto e informar los avances de la ejecución del proyecto y solicitud de desembolso de los recursos económicos	Mantener informado de manera oportuna	Establecimiento de reuniones y envío de informes a través de correo electrónico	Durante todas las etapas trimestralmente
Comunidad de Pueblo Viejo y Tasajera (Magdalena)	Beneficios, causas, avances del proyecto	Crear motivación y apropiación al proyecto, brindarles oportunidades de trabajo	Capacitaciones con actividades	A partir de la etapa de ejecución trimestralmente
Alcaldía de Pueblo Viejo	Avances del Proyecto	Mantener informado de manera oportuna	Informes entregados de manera física	A partir de la etapa de ejecución trimestralmente
Alcaldía Tasajera	Avances del Proyecto	Mantener informado de manera oportuna	Informes entregados de manera física	A partir de la etapa de ejecución trimestralmente



Ministerio de Minas y Energía	Informar los avances y solicitud de desembolso de los recursos económicos	Mantener informado de manera oportuna y evidenciar el cumplimiento de las metas gubernamentales en energías limpias	Por medio de reuniones y correos electrónicos	Trimestralmente
Departamento Nacional de Planeación	Avances del proyecto	Mantenerlo informado evidenciando el cumplimiento del correcto manejo de los recursos económicos aportados al proyecto	Por medio de reuniones y correos electrónicos	Trimestralmente
Ministerio de Hacienda	Solicitud de recursos económicos	Efectuar los avances en cumplimiento de la programación del proyecto de manera oportuna	Por medio de informes trimestrales	Trimestralmente
Unidad de Planeación Minero -Energética UPME	Informar los diseños eléctricos	Informar de todos los diseños eléctricos dando cumplimiento a las normativas eléctricas colombianas	Correo electrónico y reuniones físicas	En la etapa inicial, trimestralmente
Secretaría de Minas y Energía	Avances del proyecto	Evidenciar el avance de las obras, cumpliendo con los objetivos y plazos programados.	Por medio de reuniones al inicio, de la ejecución, informes mensuales de avance de obras y al cierre del proyecto	Durante todas las etapas trimestralmente
Coorpamag	Solicitudes de Permisos	Cumplir las normas ambientales, sin afectar la fauna y flora	Por medio de reuniones y correos electrónicos	En la etapa inicial, trimestralmente
Interventoría	Avances del proyecto	Efectuar el avance de las obras, cumpliendo con los objetivos y plazos programados	Por medio de informes trimestrales enviados por correo electrónico	Trimestralmente
General Electric	Solicitudes de pedidos y pagos	Cumplir con las fechas de pago acordadas y la solicitud de pedidos	Cotizaciones y órdenes de compra	Durante la etapa de adquisiciones



Wind Turbine Generator	Solicitudes de pedidos y pagos	Cumplir con las fechas de pago acordadas y la solicitud de pedidos	Cotizaciones y órdenes de compra	Durante la etapa de adquisiciones
Homecenter	Solicitudes de pedidos y pagos	Cumplir con las fechas de pago acordadas y la solicitud de pedidos	Cotizaciones y órdenes de compra	Durante la etapa de adquisiciones

Tabla 21. Estrategia de gestión con los interesados

6.2.6.6 Seguimiento a estrategias y mejora continua

Las estrategias implementadas, nos permiten avanzar de forma eficiente en el desarrollo del proyecto, por efectos de calidad, es necesario hacerle seguimiento y validar si se debe realizar un cambio o se continúa en la misma línea de ejecución, por ello, se van a realizar auditorías periódicas (mensuales) para verificar que se estén cumpliendo los objetivos especificados del plan y que se estén realizando las acciones de comunicación indicadas. De igual manera se van a medir las desviaciones existentes y analizarlas, con el fin de proponer medidas correctivas que consigan que el plan de gestión de los interesados se ajuste a la realidad para evitar que se presenten situaciones similares en el futuro.

Además, se realizarán actividades que permitan conocer el feedback de los interesados (encuestas, entrevistas, reuniones, etc.), para determinar si las comunicaciones realizadas están siendo lo suficientemente efectivas y si la información se está difundiendo correctamente (al público objetivo adecuado, a través de los canales correctos, información necesaria, etc.).

6.2.7 Plan de gestión comunicaciones

Este plan da a conocer la manera como se ejecuta la interacción de comunicación entre las partes interesadas y la organización, así mismo los requerimientos de comunicaciones y cómo será distribuida la información para asegurar el éxito del proyecto, en el que se puede visualizar los diferentes ítems de flujo de comunicaciones, los elementos, políticas y consideraciones de estos, la matriz de comunicación, los directorios de equipos y el contenido del plan de comunicación.

6.2.7.1 Flujo de Comunicaciones

En la figura 31, se muestra el diagrama del flujo de comunicaciones que establece cómo fluye la información entre los diferentes interesados del proyecto.

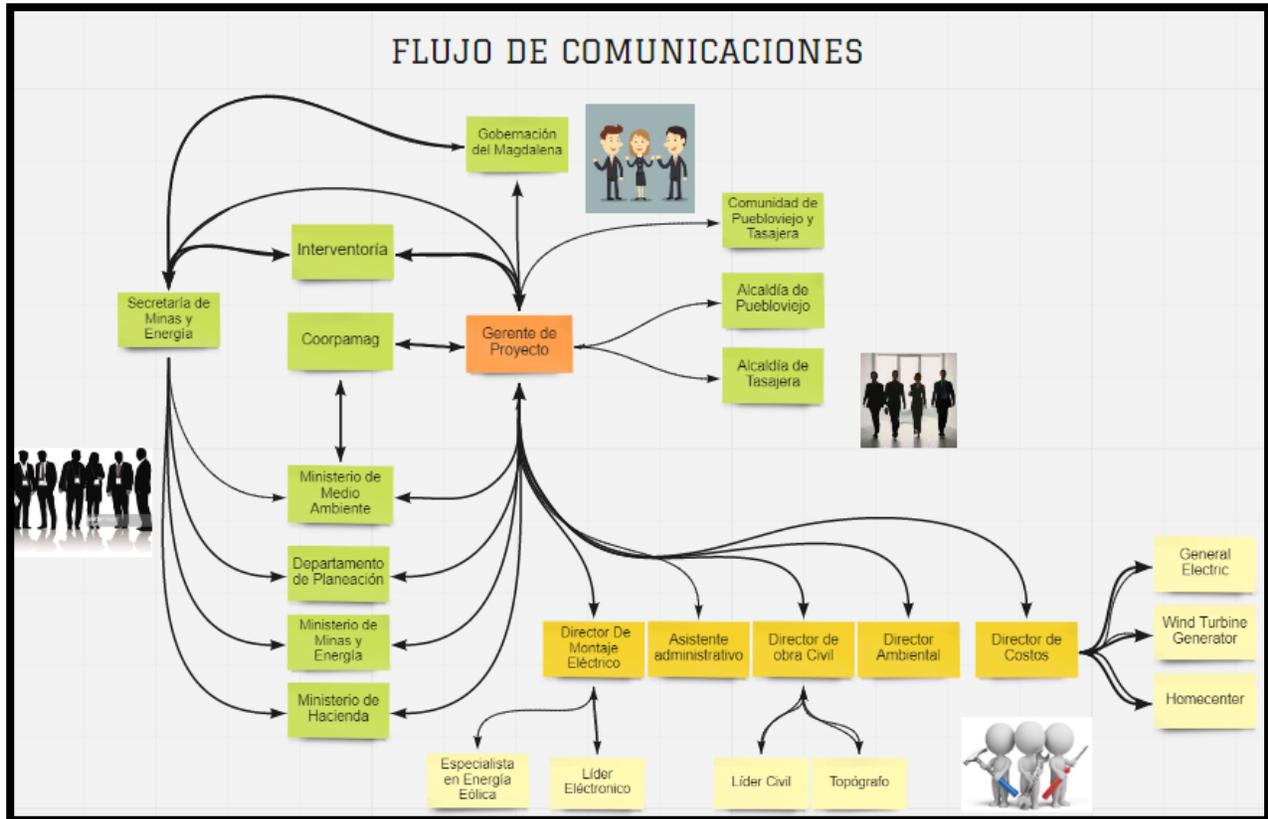


Figura 31. Flujo de comunicaciones con los interesados

6.2.7.2 Matriz de Comunicaciones

A continuación, se presenta la matriz de comunicaciones del proyecto:



MATRIZ DE COMUNICACIÓN							
QUE COMUNICAR	CUANDO COMUNICAR	A QUIEN COMUNICAR	COMO COMUNICAR	QUIEN COMUNICA	TIPO		REGISTRO
					INTERNA	EXTERNA	
Acta de Constitución del Proyecto	En la etapa de formulación del proyecto	Gobernación del Magdalena, Secretaría de Minas y Energía, Ministerio de Hacienda	Reunión presencial de inicio	Gerente General		x	Documento Acta de Constitución
Plan de Dirección del Proyecto	Durante la etapa de formulación del proyecto	Gerente General	Reunión presencial	Gerente de Proyecto	x		Informe del Plan de Dirección del Proyecto
	Durante la etapa de formulación del proyecto, luego de ser aprobado por el Gerente General de ENERGYWIND	Gobernación del Magdalena, Secretaría de Minas y Energía	Mediante correo electrónico e informe	Gerente de Proyecto		x	
Matriz de aspectos e impactos ambientales	Al inicio del proyecto	Líder de Gestión Ambiental, Coopomag y Ministerio de medio ambiente	Mediante correo electrónico e informe	Ingeniero ambiental	x	x	Matriz de impactos ambientales del proyecto
Requisitos legales y reglamentarios aplicables	Al inicio y durante la formulación del proyecto	Líder de Gestión Ambiental, Gerente del proyecto, Coopomag y Ministerio de medio ambiente	A través de reuniones, correos electrónicos y comunicaciones al equipo encargado del proyecto	Gerente General	x	x	Matriz de requisitos legales y ambientales
Informe de gestión de los RCD	Durante la ejecución del proyecto	Gerente del proyecto y personal encargado	Mediante correo electrónico e informe	Supervisor de Producción	x		Se realizarán informes trimestrales
Informe de SST de la obra	Durante la ejecución del proyecto	Gerente del Proyecto e Interventoría	Mediante correo electrónico e informe	Ingeniero Civil	x	x	Informe mensual de SST
Diseño geotécnico	Etapa inicial (estudios de viabilidad) del proyecto	Gerente de Proyecto, Ingeniero Civil	Mediante correo electrónico e informe	Geotecnista	x		Informe de estudio de suelos
Levantamiento Topográfico	Etapa inicial (estudios de viabilidad) del proyecto	Gerente de Proyecto, Ingeniero Civil	Mediante correo electrónico e informe	Topógrafo	x		Informe y Planos Topográficos
Planos Estructurales	Etapa inicial previa a la ejecución del proyecto	Gerente de Proyecto, Curaduría	Mediante correo electrónico e informe	Ingeniero Civil	x	x	Planos estructurales
Diseños eléctricos	Etapa de inicial previa a la ejecución del proyecto luego de obtener los planos estructurales	Gerente de Proyecto, Unidad de Planeación Minero Energética, UPME	Mediante correo electrónico e informe	Ingeniero eléctrico	x	x	Planos eléctricos
Diseños Técnicos	Etapa de ejecución del proyecto luego de obtener los planos estructurales y eléctricos	Gerente de Proyecto, Unidad de Planeación Minero Energética, UPME	Mediante correo electrónico e informe	Ingeniero eléctrico/ Ingeniero Civil	x	x	Planos y diseños técnicos
Tramites de Licencias	Etapa inicial previa a la ejecución del proyecto	A los servidores publicos externos relacionados a la empresa con el proyecto	Mediante correo electrónico e informe	Asesor Legal	x	x	Documentaciones Tramitadas
Solicitud de materiales, herramientas, maquinarias, insumos de oficina.	Durante la ejecución del proyecto al presentarse la necesidad de un insumo para el desarrollo de una actividad específica	Asistente de Gerencia	Mediante entrega física de documentos de solicitud	Ingeniero Civil, Ingeniero eléctrico, Ingeniero Electrónico, Ingeniero Ambiental, Ing. Energía Eólica, Ing. HSEQ	x		Documentos aprobados por Gerente de Proyecto: - Solicitud de insumos de oficina - Solicitud de materiales, herramientas, equipos y maquinarias
Adquisición de materiales, herramientas, maquinarias, insumos de oficina y cafetería	Una vez se encuentre registrado y disponible en inventario el insumo de oficina y cafetería, de los materiales, herramientas, equipos y maquinarias solicitados	Ingeniero Civil, Ingeniero eléctrico, Ingeniero electrónico, Ingeniero Ambiental, Ing. Energía Eólica, Ing. HSEQ	Comunicación verbal al solicitante del insumo o por correo electrónico	Asistente de gerencia, Almacenista	x		Documentos de registro: Orden de Compra Control de Inventario Entrada de almacén Salida de Almacén
Reporte diario de obra	Cada día de ejecución de obra del proyecto	Gerente de Proyecto	Mediante correo electrónico	Ingeniero Civil, Ingeniero eléctrico	x		Bitácora de Obra
Reporte de Avance de obra	Trimestralmente durante la etapa de ejecución	Secretaría de Minas y energía, Interventoría	Mediante correo electrónico e informe	Gerente del Proyecto		x	Informe Avance de Obra
Matriz de riesgos y oportunidades	Cuando se requiera y en la revisión por la dirección	Todos los miembros del equipo de trabajo	Comunicación verbal, reuniones, charlas y conferencias	Gerencia	x		Formato de matriz de riesgos
Capacitaciones, Talleres, Seminarios	Durante etapa de ejecución de proyecto	Todos los miembros del equipo de trabajo	Mediante reuniones con miembros del equipo, con la comunidad	Gerente del Proyecto	x		Bitácora de Capacitación
Gestión de cambios del proyecto	Durante todo el proyecto	Comité de Cambios	Reunión de comité	Gerente de Proyecto	x		Formato de Solicitud de Cambio
Lecciones aprendidas	Antes del cierre del proyecto	Equipo de trabajo de Energywind	Reunión general	Gerente de Proyecto	x		Bitácora de lecciones aprendidas
Cierre del Proyecto	Al finalizar el Proyecto	Gobernación del Magdalena, comunidad beneficia y equipo de trabajo	Mediante Informe de cierre de Proyecto	Gerente General	x	x	Acta de Cierre de Proyecto

Figura 32. Matriz de comunicaciones



6.2.7.3 Directorio de equipo del proyecto para las comunicaciones

A continuación, se muestra el directorio del equipo del proyecto para las comunicaciones entre los interesados:

Rol	Nombre	Cargo	Organización	Información de contacto
Gerenciar el proyecto	Rosa María López Zambrano	Gerente de Proyecto	EnergyWind	Rosalopezmz@unimagdalena.edu.co
Líder de proyecto y gestor de costos	Katherine Afanador Riobo	Ingeniera de Costos	EnergyWind	katerineafanadorr@unimagdalena.edu.co
Líder de Proyecto y gestor electrónico	Edinson De las Salas Montaña	Director de obras eléctricas	EnergyWind	edinsonsalasjm@unimagdalena.edu.co
Líder de proyecto y gestor de obras civiles	Roiner Jaramillo Coa	Director Civil	EnergyWind	rjaramillo@unimagdalena.edu.co
Patrocinador	Carlos Caicedo	Gobernador del Magdalena	Gobernación del Magdalena	despacho@magdalena.gov.co
Beneficiarios	Población de los municipios de Puebloviejo y Tasajera	NA	NA	-
Velar por el cumplimiento del plan de gobierno de las alcaldías	Fabian Obispo Borja	Alcalde de Puebloviejo	Alcaldía de Puebloviejo	contactenos@puebloviejo-magdalena.gov.co
Velar por el cumplimiento de las metas gubernamentales encaminadas a las energías limpias	Diego Mesa Puyo	Ministro de Minas y energía	Ministerio de Minas y Energía	(57) +1 220 0300

Rol	Nombre	Cargo	Organización	Información de contacto
-----	--------	-------	--------------	-------------------------



Asegurar la correcta ejecución de los recursos económicos Nacionales	Luis Alberto Rodríguez	Director del DNP	Departamento Nacional de Planeación (DNP)	notificacionesjudiciales@dn.gov.co
Inversores	José Manuel Restrepo	Ministro de hacienda	Ministerio de Hacienda	atencioncliente@minhacienda.gov.co
Avalar diseños electrónicos	Christian Jaramillo	Director de UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	correspondencia@upme.gov.co
Ratificar el cumplimiento del plan de desarrollo departamental	Wadi Romano Jacome	Secretario de Minas y Energía	Secretaría de Minas y Energía	-
Custodiar los materiales, herramientas, equipos y maquinarias de almacén	NA	Almacenista	EnergyWind	-
Supervisar las adecuaciones y construcción de la obra	NA	Supervisor de Producción	EnergyWind	-
Supervisar las instalaciones eléctricas y su correcto funcionamiento	NA	Supervisor Eléctrico	EnergyWind	-
Supervisar las estructuras de los paneles y el almacenamiento materiales, herramientas, equipos y máquinas	NA	Supervisor de área	EnergyWind	-
Implementar el Plan de SST del proyecto	NA	Coordinador SISO	EnergyWind	-



Proveedor	Denis Tischler	Gerente de ventas de Wind turbine generator	Wind turbine generator	tischler@wind-turbine.com
Proveedor	Susana Sanjuán	Gerente de ventas de General Electric	General Electric	ssanjuan@kreab.com
Proveedor	Luis Prieto Archidona	Gerente Comercial	Homecenter	320 88 999 33

Tabla 22. Directorio de equipo del proyecto

6.2.8 Plan de gestión de calidad

6.2.8.1 Organización para la gestión y control de calidad

A continuación, se muestran los objetivos, las funciones, el nivel de autoridad y requisitos básicos de cada rol para el control, aseguramiento y monitoreo de la calidad.

<i>Roles para la Gestión de calidad.</i>	
<i>Gerente del Proyecto</i>	<i>Objetivos del rol:</i> Planificar, ejecutar y controlar todas las actividades del proyecto para asegurar el cumplimiento del contrato y los estándares de calidad del proyecto
	<i>Funciones del rol:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Manejar los recursos físicos, financieros, humanos y su asignación a las tareas. • Administrar la calidad del proyecto según los estándares de desempeño definidos. • Hacer seguimiento y control oportuno.
	<i>Nivel de autoridad:</i> Exigir cumplimiento de entregables al equipo de proyecto



	<p>Reporta a: Patrocinador</p>
	<p>Supervisa a: Todo el equipo del proyecto</p>
	<p>Requisitos de conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocimientos técnicos• Manejo de técnicas y herramientas que se consideran estándares en la practica• Conocimientos en gerencia de proyectos
	<p>Requisitos de habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Liderazgo• Comunicación• Trabajo en equipo• Empatía• Solución de problemas y conflictos• Pensamiento crítico
	<p>Requisitos de experiencia: Mínimo 5 años de experiencia en gerencia de proyectos</p>
Ingeniero HSEQ	<p>Objetivos del rol: Controlar y monitorear la calidad de las actividades y procesos llevados a cabo en la etapa de ejecución, además de diseñar y estructurar un programa de seguridad y medio ambiente.</p>
	<p>Funciones del rol:</p> <ul style="list-style-type: none">• Llevar a cabo auditorías de seguridad y crear conciencia en los empleados en relación con las obligaciones de seguridad.



	<ul style="list-style-type: none">• Asegurarse de que haya el personal adecuado y capacitar al personal de HSEQ sobre el mismo para brindar apoyo en el proyecto.• Realizar reuniones de seguridad y salud en el trabajo cada tres meses, para analizar el desempeño y tomar decisiones basadas en las actividades realizadas y los resultados de la gestión en HSEQ presentados.• Supervisar y controlar el cumplimiento de las actividades establecidas en el alcance del proyecto, de acuerdo con los estándares de calidad.
	<p>Nivel de autoridad: Solicitar el cumplimiento legal HSEQ a todo el equipo del proyecto acorde a lo dispuesto en cada uno de los procesos.</p>
	<p>Reporta a: Gerente del proyecto</p>
	<p>Supervisa a: Ingeniero civil, maestros de obra civil e inspectores HSEQ.</p>
	<p>Requisitos de conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocer la legislación aplicada a calidad, medio ambiente, la prevención de riesgos laborales en los ámbitos nacional e internacional.• Experiencia profesional HSEQ en desarrollar planes para prevenir riesgos negativos.
	<p>Requisitos de habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Comunicación• Empatía• Solución de problemas y conflictos• Pensamiento crítico
	<p>Requisitos de experiencia: Mínimo 4 años de experiencia en el cargo.</p>
	<p>Objetivos del rol: Encargarse de las adquisiciones, supervisión de la instalación, prueba, puesta en marcha y control de la calidad de los aerogeneradores.</p>



Especialista en energía eólica	Funciones del rol: <ul style="list-style-type: none">• Brindar asesoría en lo relacionado a la instalación de la central Eolo-eléctrica.• Supervisar y controlar la ejecución de las obras eléctricas y su correcto funcionamiento.• Realizar pruebas de efectividad de los aerogeneradores• Supervisar la generación de energía eléctrica a las viviendas
	Nivel de autoridad: Exigir el cumplimiento de los estándares de calidad en la instalación y puesta en marcha de los aerogeneradores.
	Reporta a: Gerente del proyecto
	Supervisa a: Ingeniero eléctrico, electrónico y técnicos electricistas.
	Requisitos de conocimiento: Conocimientos en transformación de energía eólica en energía eléctrica.
	Requisitos de habilidades: <ul style="list-style-type: none">• Comunicación asertiva• Efectividad• Negociación• Solución de problemas y conflictos• Pensamiento crítico
	Requisitos de experiencia: Mínimo 4 años de experiencia en proyectos de energía eólica



6.2.8.2 Estándares, normas, especificaciones técnicas de calidad a utilizar en el proyecto.

A continuación, se muestran los criterios de aceptación de calidad del proyecto, donde se detallan los factores y objetivos de calidad, la métrica a utilizar, la frecuencia y el momento en el que se va a realizar la medición.

<i>Línea base de calidad del proyecto.</i>			
<i>Factor de calidad</i>	<i>Objetivos de calidad</i>	<i>Métrica a utilizar</i>	<i>Frecuencia y momento de medición</i>
<i>Desempeño en cronograma (SPI)</i>	10% < SPI > 20%	SPI=EV/PV	Mensual, al final del día 30 de cada mes
<i>Desempeño en costos (CPI)</i>	15% < CPI > 15%	CPI=EV/AC	Mensual, al final del día 30 de cada mes
<i>Hitos a cumplir</i>	-Resultados de Estudios Meteorológicos -Compra de los Aerogeneradores -Equipos de izaje de carga para la instalación de los Aerogeneradores -Llegada de Aerogeneradores a la planta.	Cronograma	Trimestral, al final de cada entrega
<i>Grado de satisfacción del cliente</i>	90% - 100%	Nivel de satisfacción	Frecuencia trimestral, en la etapa final del proyecto
<i>Grado de satisfacción del sponsor</i>	100%	Nivel de satisfacción	Frecuencia trimestral, en la etapa final del proyecto



Generación de energía eléctrica a las viviendas	10% < Voltaje > 10%	Cantidad de Voltaje que llega a cada vivienda	Se realiza diariamente durante un mes, en la etapa final del proyecto
Frecuencia de generación del fluido eléctrico	Hz=60	Frecuencia de generación medido en el cuarto de control eléctrico	Se realiza diariamente durante un mes, en la etapa final del proyecto
Eficiencia de los aerogeneradores	EF > 40%	Ley de Betz	Frecuencia mensual, al final del día 30 de cada mes durante la etapa de ejecución del proyecto

Factor de Calidad:

Este proyecto consta de 6 aerogeneradores, una subestación eléctrica y un cuarto de operaciones; para su ejecución se tendrán en cuenta las siguientes características: el índice de desempeño del cronograma, el índice de desempeño en costos, el grado de satisfacción del cliente, el grado de satisfacción del sponsor y la eficiencia de los aerogeneradores, la implementación de estos controles contribuirá a la ejecución satisfactoria de este proyecto alcanzando los objetivos propuestos.

Definición del factor de calidad:

Índice de desempeño del cronograma: El objetivo es mantener el desempeño entre el 10 % y el 20% del tiempo establecido de tal forma que la ejecución del proyecto coincida con las fechas de entregas planificadas.

Índice de desempeño en costos: Se establece como medida de control un porcentaje de variación de los costos que oscila en un 15%, este puede ser superior o inferior al valor establecido.



Grado de satisfacción del cliente: El grado de satisfacción se establece como un parámetro de aceptación que oscila entre el 90% y el 100%, esto contribuye con el crecimiento del mercado, ya que se pueden mantener los usuarios existentes e ingresar nuevos usuarios al ciclo comercial.

Grado de satisfacción del sponsor: El grado de satisfacción se establece como un parámetro de aceptación del 100%, esto es fundamental para la continuidad del proyecto en el tiempo.

Eficiencia de los aerogeneradores: Basados en la ley de Betz que establece la relación de convertir energía cinética del viento en energía mecánica para mover el rotor de la turbina, el parámetro establecido es del 40%, esto garantiza que el equipo esta funcionando a satisfacción.

Propósito de la métrica:

Las métricas de calidad se desarrollan para medir el desempeño de algún aspecto del proyecto y poder monitorear un producto y/o servicio, con el fin de determinar su nivel de calidad. Además de verificar que esos niveles de calidad se estén ejecutando correctamente de acuerdo con lo planeado en el alcance del proyecto.

Definición operacional:

Índice de desempeño del cronograma: El director de proyectos es la persona encargada de velar por el cumplimiento de este índice, con una periodicidad mensual y tomada el día 30 de cada mes.

Índice de desempeño en costos: El director de proyectos es la persona encargada de velar por el cumplimiento de este índice, con una periodicidad mensual y tomada el día 30 de cada mes, el análisis se establece con el resultado de los costos proyectados vs costos reales.

Grado de satisfacción del cliente: Su ejecución se realizará con una frecuencia trimestral, en la fase final del proyecto, el muestreo se realiza con las gestoras de valor social.

Grado de satisfacción del sponsor: Su ejecución se realizará con una frecuencia trimestral, en la fase final del proyecto, el muestreo se realiza con los profesionales de HSEQ.

Eficiencia de los aerogeneradores: El director de proyecto y el especialista en energía eólica son las personas encargadas de velar por el cumplimiento de este índice, con una periodicidad mensual y tomada el día 30 de cada mes.

Métodos de medición:

Índice de desempeño del cronograma: La medición se realiza contrastando las fechas programadas para la ejecución de las actividades con las fechas reales en las que se desarrollan, esto permite ajustar las desviaciones encontradas.



Índice de desempeño en costos: La medición se realiza contrastando los costos proyectados con los costos reales de ejecución, esto permite ajustar las desviaciones encontradas para lograr darle continuidad al proyecto.

Grado de satisfacción del cliente: La medición se realiza mediante encuestas aleatorias a los clientes finales, con el fin de dar claridad al grado de satisfacción que tienen frente a los servicios prestados.

Grado de satisfacción del sponsor: La medición se realiza mediante encuestas dirigidas al sponsor y son de suma importancia porque nos da una claridad del cumplimiento de las expectativas del sponsor hacia el proyecto, permitiendo esto atraer nuevos sponsors.

Eficiencia de los aerogeneradores: La medición correspondiente se llevará a cabo teniendo en cuenta la ley de Betz, que indica que, para calcular la máxima potencia mecánica, derivamos e igualamos a cero, la máxima potencia ocurre cuando $a = 1/3$, por tanto: Este valor, es el máximo valor de la potencia contenida en el tipo de corriente del aire que es capaz de extraer el rotor de un aerogenerador.

6.2.8.3 Plan de gestión de la calidad del proyecto

POLÍTICA DE CALIDAD DEL PROYECTO

La Calidad, la Conservación y la Protección del Medio Ambiente es un objetivo permanente en todas las actividades que se llevan a cabo para la ejecución del proyecto de la construcción del parque eólico en Pueblo Viejo Magdalena.

De igual manera, la dirección de proyecto se compromete a establecer, implantar y mantener actualizada la Política de Calidad y Medio Ambiente, que apoye a la dirección estratégica, mediante un Sistema de Calidad y Medio Ambiente conforme a la Ley 1715 del 2014, 143 del 1994 y reglamentos técnicos de instalaciones eléctricas (RETIE), como herramienta para conseguir:

- Cumplimiento de los requisitos y expectativas de nuestro cliente.
- Cumplimiento de los requisitos legales, reglamentarios y normativos de aplicación a nuestra actividad.
- Facilitar el nivel de formación necesario para el eficiente desempeño de las funciones y tareas de nuestros trabajadores.
- Mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad y Medio Ambiente, para la mejora del desempeño ambiental y el desempeño de nuestras actividades.
- Prevención de la contaminación y minimización del impacto medioambiental de nuestras actividades, así como un uso sostenible de recursos.



Esta Política es la base de nuestro Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Medio Ambiente, el cual se desarrollará estableciendo unos objetivos medibles, que se revisarán periódicamente según lo establecido en el propio sistema, de forma que se pueda evidenciar una mejora continua.

Para ello, la dirección proveerá a la organización de los recursos técnicos, económicos y humanos necesarios para la consecución de su política, siendo revisada trimestralmente, con el fin de verificar si es apropiada para el cumplimiento de los objetivos marcados y para el contexto y propósito del proyecto.

La Política de Calidad y Medio Ambiente se hace pública para el personal que trabaje en el proyecto, poniendo los medios necesarios para que sea entendida, comprendida e implantada. Así mismo, estará a disposiciones de todas las partes interesadas.

Herramientas de Calidad a utilizar

Hojas de chequeo y Diagrama de control o de desempeño

Se realizarán mediciones con lista de chequeos que incluirán:

- Fecha y hora
- Dirección
- Barrio
- Fecha de la última medición
- Voltaje de la última medición
- Nombre del técnico
- voltaje de línea

El resultado se tabula mediante un diagrama de control de desempeño, que establece el límite superior e inferior del voltaje que llega a cada vivienda.

Se realizarán mediciones con lista de chequeos que incluirán:



<p><i>Hojas de chequeo y Diagrama de control o de desempeño</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• Fecha y hora• Frecuencia de Generación• Fecha de la última medición• Valor de la frecuencia (Hz) de la última medición <p>El resultado se tabula mediante un diagrama de control de desempeño, que establece el límite superior e inferior de frecuencia generado en el cuarto de control eléctrico.</p>
<p><i>Diagrama de causa y efecto</i></p>	<p>En este diagrama se agregarán las actividades a ejecutar dentro del proyecto, los costos de cada uno de ellas y las causas y efectos que tienen. Esto con el fin de:</p> <ul style="list-style-type: none">• Analizar y evidenciar las relaciones entre las características de la calidad como sus efectos y causas.• Conocer las causas principales y secundarias del problema (efecto).• Para ampliar la visión de las posibles causas de un problema, viéndolo de manera más sistémica y completa.• Para identificar soluciones, levantando los recursos disponibles por la empresa.• Para generar mejoras en los procesos.• Para controlar la calidad del cronograma o costos de una manera más rápida.• Disminuir los riesgos en la ejecución de las actividades.
<p><i>Histogramas</i></p>	<p>Se implementarán en histogramas los resultados de las encuestas de satisfacción realizadas trimestralmente al cliente y sponsor, con el fin de ordenar, analizar y comprender de manera más detallada los resultados</p>

	obtenidos para tomar las decisiones que sean necesarias referentes a la calidad del proyecto.
--	---

6.2.9 Plan de gestión de riesgos

6.2.9.1 Plan de gestión de riesgos

Gestionar adecuadamente los riesgos permite vislumbrar un panorama importante para la administración del proyecto al estar preparados proactivamente para enfrentar las amenazas que afecten el resultado final del mismo, teniendo en cuenta que el propósito principal es proteger los intereses de la empresa y de los clientes.

El plan de gestión de riesgo le permite a ENERGYWIND contar con una serie de herramientas para documentar y controlar los riesgos a los que está expuesto en el desarrollo del proyecto del parque eólico, mejorando la comunicación con los responsables de los planes de acción y verificando la efectividad en las acciones tomadas, considerando desde medidas preventivas hasta las acciones correctivas a implementar, posterior a la ocurrencia de los riesgos. Y de esta manera ver resultados tangibles en la reducción de la probabilidad de ocurrencia de eventos negativos que afecten el costo, tiempo o calidad del proyecto. El plan también permite identificar y estar preparados para lo que puede suceder, tomar acciones destinadas a eludir y reducir la exposición a los costos u otros efectos de aquellos eventos que ocurran, en lugar de reaccionar después de que un evento ya ha ocurrido e incurrir en los costos que implican recuperar una situación.

El riesgo tiene su origen en la incertidumbre, que está presente en todos los proyectos. Los Riesgos que pueden ser identificados representan riesgos potenciales que de manera anticipada se prevén y que en caso de manifestarse pueden tener un efecto perjudicial en el desarrollo del proyecto, y para los cuales se va a estar preparado a través de un plan de respuesta. Los Riesgos no identificados representan aquellos que se surgen inesperadamente, y que no pueden preverse ni administrarse de forma proactiva. Por tanto, para los riesgos identificados tempranamente o aquellos que surgen de modo inesperado se aplica el plan de gestión de riesgos, que incluye todos los procesos relacionados con la planeación de la gestión, la identificación y registro, la evaluación cualitativa y cuantitativa, la planeación de la respuesta a los riesgos y su seguimiento y control.

6.2.9.2 Matriz de Valoración Probabilidad e Impacto

La matriz de impacto está formada por una tabla con la probabilidad de ocurrencia en el eje vertical y el impacto sobre el proyecto en el eje horizontal, ambas cuantificadas del 1 al 10, de tal forma que los riesgos se distribuyen en base a estas dos variables. Un riesgo se considera importante cuando tiene una probabilidad o un impacto elevado, lo que permite delimitar diferentes áreas dentro de esta matriz.



- **Área en verde:** Los riesgos en esta área son los de menor importancia; por ello no fueron considerados en los siguientes pasos. Esto no implica que los eliminamos de la lista, ya que a medida que avance el proyecto puede variar su importancia, sino que simplemente no definimos acciones para ellos.
- **Área en amarillo:** Los riesgos en esta área corresponden a un nivel de importancia medio, por ello se planificaron los planes de contingencia si se presenta alguno de estos riesgos.
- **Área en rojo:** Los riesgos en esta área corresponden a un nivel de importancia alto y por tanto son los que tratamos de forma más urgente.

Para la elaboración de la matriz de probabilidad e impacto se tuvo en cuenta la definición de averso, donde consideramos que la empresa es no averso, debido a que el proyecto se le entregará al patrocinador para que él decida quién va a estar a cargo de la operación del parque eólico, además de que se van a contratar varias contratistas encargadas en su mayoría de la etapa de ejecución del proyecto, los cuales van a entregar reportes de avances mensuales.

En la siguiente tabla se muestra que la empresa es 60% no averso (color verde), 30% averso (color rojo) y el 10% restante se considera en Stop (color amarillo).

MATRIZ DE PROBABILIDAD - IMPACTO										
Probabilidad	Impacto									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1.0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0.9	9%	18%	27%	36%	45%	54%	63%	72%	81%	90%
0.8	8%	16%	24%	32%	40%	48%	56%	64%	72%	80%
0.7	7%	14%	21%	28%	35%	42%	49%	56%	63%	70%
0.6	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	54%	60%
0.5	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
0.4	4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%
0.3	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%
0.2	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
0.1	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
	Severidad									

Tabla 23. Matriz de probabilidad e impacto

6.2.9.3 Identificación de los escenarios de riesgo

Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. Este proceso involucra a todo el equipo del proyecto de modo que se pueda desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociadas.

El objetivo de este proceso es generar una lista de riesgos con base en aquellos eventos que podrían impactar el logro de los objetivos del proyecto de tiempo, costo y calidad. Como punto de partida para llevar a cabo el proceso de identificación de riesgos, se realizó una lista de 10 categorías las cuales son:



1. Social
2. Político
3. Económico
4. Tecnológico
5. Técnico
6. Tiempo
7. Recursos Humanos
8. Ambiental
9. Adquisiciones y logística
10. Legal

Al tener las 10 categorías en la tabla, se procedió a incluir 10 escenarios de riesgos o eventos que, si ocurrieran, afectarían los objetivos del proyecto de forma negativa (amenaza) o positiva (oportunidades) por cada categoría, dando como resultado 100 escenarios de riesgos, estos escenarios se escribieron en su mayoría en forma neutral, evitando expresarlos en forma negativa.

La tabla 25, representa un ejemplo de los escenarios de riesgos agregados en cada categoría, es importante aclarar que algunas de las categorías tienen menos de 10 escenarios, por lo tanto, en las categorías restantes se adicionaron más escenarios, a fin de completar los 100 escenarios de riesgos establecidos.

IDENTIFICACIÓN		
Nº	Categorías	Escenarios de Riesgos
1	Social	Aceptación del proyecto por parte de la comunidad relacionada
		Toma de rehenes a directivos o empleados
		Enfermedad común
		Contagio de Covid de alguno de los miembros del equipo
		Extralimitación de funciones por parte de los jefes
		La información no se transmite oportunamente a la comunidad relacionada
		Expectativas inexactas por parte de los interesados
2	Político	Cambio de relaciones internacionales
		Paro por parte de las centrales obreras
		Cambio en los tratados de libre comercio
		Cambio en las leyes de contratación
		Inestabilidad de la democracia
		Aumento de regulación en el sector de la construcción
		Delincuencia y corrupción en el gobierno regional
		Cambio de gobierno por finalización de periodo
		Aceptación del proyecto por los dirigentes políticos locales

Tabla 24. Ejemplo de los escenarios de riesgos agregados para las categorías social y político.

6.2.9.4 Cualificación de riesgos

Este proceso consiste en priorizar los riesgos para el análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos. El beneficio clave de este proceso es que permite al director del proyecto del parque eólico reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad.

El análisis cualitativo de riesgos se aplica a la lista de los 100 escenarios de riesgos creados en el proceso de identificar los riesgos. Los riesgos que se evalúan como de alta prioridad serán un foco importante en el proceso planificar la respuesta de riesgos.

Se evaluó la probabilidad de que cada riesgo ocurriría y el impacto de cada uno de estos sobre los objetivos del proyecto. Por ello, se asignan valores a la probabilidad de que cada riesgo se presente en una escala de 1-100%, siendo 1-60% probabilidad muy baja de que ocurra, 60-70% probabilidad moderada que puede ocurrir, 70-100% probabilidad alta de ocurrencia. Así mismo se determina el impacto de cada riesgo en el éxito del proyecto (definido por el tiempo, costo y calidad) en una escala de 1-100%, teniendo en cuenta los mismos criterios de la probabilidad.

El resultado del riesgo se deriva de la multiplicación del valor asignado del impacto por el valor asignado de la probabilidad, registrando la información en la columna “Severidad” de la plantilla de Matriz y categorías de riesgos (Anexo 13), dónde se pondera y jerarquiza los riesgos identificados y analizados para dar lugar a su priorización como bajo, moderado o alto.

Al finalizar este proceso se contaron los riesgos de priorización bajo, medio y alto, de los cuales se evidencia que 84 fueron de color verde (bajo), 13 de color amarillo (media) y 3 rojos (alta), como se muestra en la siguiente figura.

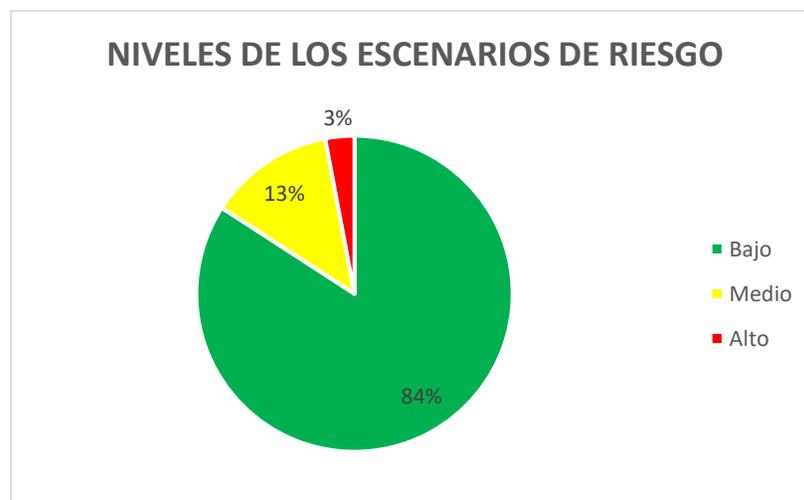


Figura 33. Niveles bajo, medio y alto de los escenarios de riesgos identificados



6.2.9.5 Cuantificación de los escenarios de riesgo

En este proceso se analizan numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto, se genera información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto.

El análisis cuantitativo consiste en valorar cada riesgo en términos de impacto económico y atraso sobre el proyecto, de tal forma que sea posible determinar unos márgenes razonables para proteger el proyecto contra estos riesgos. El valor monetario esperado (VME) se define como el producto del impacto del riesgo (sobrecoste o atraso) por la probabilidad de ocurrencia (en porcentaje).

Este análisis se aplica a los riesgos priorizados mediante el proceso anterior de análisis cualitativo de riesgos. Donde a los de severidad media y alta se le asigna un impacto en pesos que generaría la ocurrencia de cada riesgo. Se realizó una investigativa exhaustiva para determinar el valor del impacto en cada uno de los riesgos.

N°	Categorías	IDENTIFICACIÓN	CUALIFICACIÓN			CUANTIFICACIÓN	
		Escenarios de Riesgos	Probabilidad	Impacto	Severidad	Impacto (\$)	VME
1	Social	Aceptación del proyecto por parte de la comunidad relacionada	50%	80%	40%		\$ -
		Toma de rehenes a directivos o empleados	60%	70%	42%		\$ -
		Enfermedad común	50%	60%	30%		\$ -
		Contagio de Covid de alguno de los miembros del equipo	80%	80%	64%	\$ 6,400,000	\$ 5,120,000
		Extralimitación de funciones por parte de los jefes	40%	50%	20%		\$ -
		La información no se transmite oportunamente a la comunidad relacionada	60%	90%	54%		\$ -
		Expectativas inexactas por parte de los interesados	70%	90%	63%	\$ 15,000,000	\$ 10,500,000
2	Político	Cambio de relaciones internacionales	20%	60%	12%		\$ -
		Paro por parte de las centrales obreras	30%	90%	27%		\$ -
		Cambio en los tratados de libre comercio	30%	50%	15%		\$ -
		Cambio en las leyes de contratación	30%	40%	12%		\$ -
		Inestabilidad de la democracia	20%	40%	8%		\$ -
		Aumento de regulación en el sector de la construcción	30%	70%	21%		\$ -
		Delincuencia y corrupción en el gobierno regional	60%	60%	36%		\$ -
		Cambio de gobierno por finalización de periodo	70%	80%	56%		\$ -
		Aceptación del proyecto por los dirigentes políticos locales	60%	90%	54%		\$ -

Tabla 25. Ejemplo de análisis cuantitativo para los escenarios de riesgos considerados medio y alto de ocurrencia en las categorías social y político.

6.2.9.6 Respuesta a los riesgos

Mediante este proceso se desarrollan las opciones y acciones para reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Se abordan los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades.

La Respuesta al riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Las estrategias para dar respuesta a los riesgos identificados de acuerdo al resultado de la evaluación son evitar, transferir, mitigar o aceptar para los riesgos negativos.



- **Evitar:** Consiste en hacer que el riesgo deje de afectar al proyecto, normalmente modificando alguna de las restricciones básicas del proyecto.
- **Traspasar:** Consiste en hacer que una tercera persona asuma total o parcialmente el riesgo.
- **Mitigar:** Consiste en reducir o limitar el impacto del riesgo sobre el proyecto, normalmente a cambio de una contrapartida económica o trabajo adicional.
- **Aceptar:** Cuando no es posible aplicar ninguna de las estrategias anteriores, solo podemos aceptar el riesgo, lo que implica incluirlo en los márgenes del cronograma y coste para poder proteger el proyecto frente a él.

Para cada escenario de media y alta severidad (color amarillo y rojo) se establecen las respuestas escogiendo una de las mencionadas anteriormente, se documenta el plan de acción para una de las respuestas como, por ejemplo, adquirir las vacunas para inmunizar a todo el equipo de trabajo con el fin de mitigar el riesgo por contagio de Covid a los miembros del equipo. En el documento de matriz y categorías de riesgos se detalla las respuestas, el plan de acción y el costo de la respuesta para cada uno de los escenarios de media y alta severidad.

6.2.9.7 Plan de acción

Dependiendo de la respuesta determinada para cada uno de los escenarios de riesgos, se documentan las decisiones a enfrentar, incluyendo las decisiones de llevar el plan de acción al cronograma o llevar el Valor Monetario esperado a la reserva de contingencia.

Esto se clasifica teniendo en cuenta que:

- Si el Costo Acción > Valor Monetario Esperado lleve el VME a la Reserva de Contingencia
- Si el Costo Acción < Valor Monetario Esperado lleve la acción al cronograma y el costo al modelo de costos.

Al tener el listado de los escenarios de riesgos que van a la reserva de contingencia se suman los valores de los impactos en pesos de cada uno de los riesgos y el total corresponde al valor reservado para contingencia, como se muestra en la tabla 27.

ÍTEM DE LOS ESCENARIOS DIRIGIDOS A LA RESERVA DE CONTINGENCIA	VALOR (IMPACTO \$)
1	\$ 15,000,000
2	\$ 300,000,000



3	\$ 4,908,526
4	\$ 4,908,526
5	\$ 3,000,000
6	\$ 35,000,000
7	\$ 10,000,000
8	\$ 400,000,000
TOTAL	\$ 772,817,052
RESERVA DE CONTINGENCIA EQUIVALE AL 2% DEL TOTAL DEL PROYECTO	

Tabla 26. Valores de la reserva de contingencia

La reserva de contingencia equivale al 2% del total del proyecto, lo que evidencia que el proyecto efectivamente es de bajo riesgo.

El valor total de la reserva de contingencia se suma al costo del proyecto, dando como resultado la línea base de costos, adicional a esto, se suma la reserva de gerencia que corresponde al 2% del costo del proyecto, que da como consecuencia un presupuesto total de \$41,953,083,344. En la siguiente tabla se detallan estos valores.

COSTOS FINALES DEL PROYECTO INCLUIDO RIESGOS		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Costo del proyecto	\$ 40,372,810,090
2	Reserva de Contingencia	\$ 772,817,052
3	Línea base de costos	\$ 41,145,627,142
4	Reserva de Gerencia	\$ 807,456,202
PRESUPUESTO TOTAL DE LOS COSTOS		\$ 41,953,083,344

Tabla 27. Costos finales del proyecto

Por último, en la matriz de impacto realizada al inicio, se adicionan los escenarios de riesgos de media y alta severidad que van direccionados a la reserva de contingencia, donde se incluyen las flechas que implican cambios en los análisis previos, evidenciando que los escenarios 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8 se dirige la flecha hacia arriba indicando que al implementar la respuesta al riesgo este disminuye su probabilidad de ocurrencia. Por el contrario, en el escenario 5, a pesar de que se implementa una respuesta, el riesgo se mantiene.



Matriz de Probabilidad e Impacto											Reserva	Cambios analisis
Probabilidad	Impacto											
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0		
1.0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		1
0.9	9%	18%	27%	36%	45%	54%	63%	72%	81%	90%		2
0.8	8%	16%	24%	32%	40%	48%	56%	64%	72%	80%		3
0.7	7%	14%	21%	28%	35%	42%	49%	56%	63%	70%		4
0.6	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	54%	60%		5
0.5	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%		6
0.4	4%	8%	12%	16%	20%	24%	28%	32%	36%	40%		7
0.3	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%		8
0.2	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%		
0.1	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%		
	Severidad											

Tabla 28. Matriz de probabilidad e impacto con los ítems de reserva de contingencia.

6.2.9.8 ROLES Y RESPONSABILIDADES en LA GESTIÓN DE RIESGOS

Los roles y responsabilidades definidos para la gestión de riesgos en el proyecto del parque eólico comprenden desde el Gerente del proyecto, Ingeniero de Calidad, Ingeniero de áreas, expertos y equipo del proyecto, los cuales se describen a continuación:

Gerente del Proyecto:

- Validar e implementar la estrategia definida para la Gestión de Riesgos.
- Realizar seguimientos y control a los riesgos.
- Actualizar los riesgos al finalizar cada etapa del proyecto.
- Autorizar y dar seguimiento al plan de riesgos.

Ingeniero de área:

- Apoyar en todos los procesos de Gestión de riesgos, especialmente en los planes de respuesta donde sean responsables.

Expertos y Equipo del proyecto:

- Personal con alto conocimiento y experiencia en el campo de acción del proyecto a analizar.
- Apoyar en todos los procesos de Gestión de riesgos, especialmente en los planes de respuesta donde sean responsables.

Ingeniero de Calidad (HSEQ y Especialista en energía eólica)

- Mantener actualizada la estrategia de Gestión de Riesgos
- Seguimiento continuo a los procesos de gestión de riesgos mediante las reuniones establecidas de inicio a fin de los proyectos para verificar la ejecución efectiva de las mismas.



-
- Análisis de riesgos recurrentes y lecciones aprendidas al finalizar el proyecto para iniciar planes de acción.

6.2.9.9 Seguimiento y control de los riesgos

Mediante el proceso de monitoreo y control se implementan los planes de respuesta a los riesgos y se da seguimiento a los riesgos identificados, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

- Semanalmente en el seguimiento a la ejecución del proyecto se incluye la revisión del estado de la gestión de riesgos, se presenta el informe de los riesgos mitigados, los que han impactado al proyecto, los nuevos riesgos identificados y la gestión realizada según el plan de acción definido.
- Al finalizar la etapa de ejecución se realiza nuevamente el análisis de riesgos en la reunión de avance donde se liberan los entregables a manufactura, los nuevos riesgos identificados se documentarán en la plantilla de matriz de riesgos.

Es importante resaltar que para dar inicio y durante el proceso de implementación del plan de gestión de Riesgos se llevarán a cabo actividades para el fomento de la cultura preventiva en la Gestión de Proyectos mediante la aplicación del Modelo de Gestión de Riesgos, tales como capacitaciones sobre la teoría de gestión de riesgos, capacitaciones sobre la matriz de riesgos y sesiones con el gerente del proyecto para la aplicación de gestión de riesgos en el proyecto.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo para la gestión de riesgos en el proyecto de construcción del parque eólico.



Figura 34. Diagrama de flujo de la gestión de riesgos del proyecto.

6.2.10 Plan de control de la ejecución

El seguimiento y control del proyecto tiene como objetivo fundamental la vigilancia de todas las actividades del parque eólico. Es una de las labores más importantes en todo el desarrollo del proyecto, ya que un adecuado control hace posible evitar desviaciones en los costos y cronogramas, o al menos detectarlas a tiempo para evitar que tengo afectaciones en el éxito del proyecto

Para poder ejercer un correcto seguimiento y control del proyecto es necesario que el director del proyecto dedique todo el tiempo que sea necesario a vigilar el estado de cada una de las tareas que se están desarrollando, prestando especial interés a aquellas que están sufriendo algún retraso. En el momento en que se detecta cualquier desviación se analizan las causas para poder efectuar las correcciones oportunas y recuperar el tiempo perdido.



El plan de control de la ejecución se detalla en el **Anexo 14. Gestión de Control.**

6.2.11 Plan de gestión de las adquisiciones

6.2.11.1 Tipos de contratos y modalidades de selección a utilizar en el proyecto.

La selección de proveedores es una actividad de vital importancia dentro del proyecto de la construcción del parque eólico, ya que una mala selección de proveedores afecta la calidad del producto, el prestigio de la empresa y retrasa las entregas, por ello para las adquisiciones y contratos se tiene en cuenta la experiencia comprobada en el tema, el costo del producto y su especificación técnica.

Con el fin de mitigar y/o transferir los riesgos al proveedor, se implementa un plan de gestión de adquisiciones, el cual se divide para cada contrato por su forma de pago como lo son contratos de precio fijo o suma global, contratos de costos reembolsables y contratos por tiempo y materiales. En el **Anexo 15. Estrategia y programa de adquisiciones** se evidencia con mayor detalle la forma de pago para cada contrato.

El equipo de Dirección del Proyecto necesita de la participación y el apoyo de especialistas en las disciplinas de compras y contratación, por ello se contrata un PMC.

6.2.11.2 Estrategia de adquisiciones

Se realizó una estrategia de adquisiciones para identificar las actividades, materiales y equipos que el proyecto necesita, y cuáles de estos recursos tiene la empresa o si se debe hacer las adquisiciones y subcontrataciones fuera de ella. Con esta estrategia se identificaron que las actividades de diseño y estudios, gestión predial, licencias y permisos, adquisición de equipos de construcción y aerogeneradores, construcción de obra civil y montaje eléctrico serán llevadas a cabo por diversos contratistas.



ETAPA	COMPONENTES			
	Adecuación del terreno	Aerogeneradores	Subestación Eléctrica y Central Eoloeléctrica	Distribución viviendas
Gerencia propietario	EW			
Gerencia apoyo (PMC)	PMC			
Estudios y diseños	CS1			
Ingeniería Detallada	EW		PMC	NA
Gestión predial	CS2	NA		
Licencias/ Tramites	CS2			
Adquisiciones	EW	PC	PMC	EW
Admon Construcción	PMC			
Admon Eléctrica	NA	PC		NA
Construcción civil	C1			NA
Montaje eléctrico	NA	PC	EW	
Interventoría	INT			
Puesta en operación	NA	PC	EW	
Entrega final	EW			

Tabla 29. Estrategia de adquisiciones.

Mediante esta estrategia se determinaron los métodos de entrega como son el Project Management Consultants para el PMC, Ingeniería para CS1, Construcción y Montaje para C1, Servicios para CS2, INT (Interventoría) y PC (especialista en energía eólica). También se identificaron el tipo de acuerdo por forma de pago (precio fijo, costo reembolsable y tiempo y materiales), EC el método de selección de proveedores y los documentos de las adquisiciones del proyecto que se utilizan para solicitar propuestas a posibles proveedores. Para más información revisar el **Anexo 15. Estrategia y programa de adquisiciones.**

6.2.11.3 Plan de contratación y compras

Para el desarrollo del proyecto se requiere una sucesión de compras (adquisición de materiales y equipos especializados) y contratos, para lo cual, se realizarán compras como transformadores, postes eléctricos, materiales e insumos de redes eléctricas, camioneta, generador eléctrico, equipos de oficinas y herramientas generales.

Además, se realizará una serie de contratos para el personal requerido de acuerdo con las necesidades y los servicios prestados como son para el PMC, el C1, el especialista en energía eólica (PC), interventor y a dos contratistas de servicios (CS). La selección y criterios de adquisiciones de las compras y los contratos están basados en los cumplimientos de las normas técnicas, en precios y en la experiencia del personal a contratar, los documentos de licitaciones se determinan por las solicitudes de cotizaciones y propuestas.

La descripción del plan de contratación y compras se describe de una manera más detallada en el **Anexo 16. Plan de gestión adquisiciones.**

En el **Anexo 17. CWBS Parque Eólico Pueblo Viejo**, se presenta la CWBS del proyecto.



7 FACTORES CLAVES DE ÉXITO DEL PROYECTO

Los factores claves para el éxito del proyecto son:

1. Contar con las condiciones climáticas necesarias.
2. Adquirir las licencias ambientales a tiempo.
3. Tener los recursos económicos suficientes.
4. Conseguir los equipos (aerogeneradores) de buena calidad y bajo precio.
5. Aceptación de la propuesta del proyecto por parte de comunidad beneficiada.
6. Contar con un personal idóneo y capacitado para ejecutar el proyecto.

8 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO Y ACUERDO ÉTICOS

Acta de constitución del equipo de trabajo y acuerdos éticos del proyecto de Ingeniería por ENERGYWIND

Proyecto	Diseño y construcción de un parque eólico para la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena).
Área responsable	Gestión de Proyectos
Dirigido a:	Gobernación del Magdalena, beneficiarios, miembros del proyecto.

Historia del documento

Versión del documento	Fecha	Autor	Descripción
1.0	25/04/2021	EnergyWind	Versión original

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

NOMBRE

Diseño y construcción de un parque eólico para la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena).

DESCRIPCIÓN GENERAL

En Santa Marta el día 25 de abril del presente año 2021, se firma el acta de constitución del equipo de trabajo y acuerdos éticos del proyecto, que consiste en diseñar e implementar un parque eólico en la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena) para generar energía eléctrica aprovechando el potencial eólico de la zona costera del municipio de Puebloviejo, mediante la instalación de un sistema de aerogeneradores que transformen la energía cinética del viento en energía eléctrica, para ello se emplearan un conjunto de 6 aerogeneradores capaces de generar 540.000KWh/mes suficiente para abastecer cerca de 3.600 viviendas, con el fin de brindarle a los habitantes del municipio un mejor



servicio de energía eléctrica que contribuya al desarrollo de nuevas oportunidades laborales, educación de calidad, mejorando así el nivel de vida de los habitantes del municipio.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Diseñar y construir un parque eólico en la cabecera municipal de Puebloviejo y el corregimiento de Tasajera (Magdalena) para el suministro de energía eléctrica, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

LUGAR DE TRABAJO

Puebloviejo y Tasajera Magdalena

FECHAS DE INICIO Y FIN:

Inicia el 2 de febrero de 2022 y finaliza el 15 de julio de 2025

PRESUPUESTO DEL PROYECTO:

A continuación, se presenta el presupuesto para la instalación del parque eólico en la cabecera municipal de Puebloviejo y Tasajera (Magdalena).

ÍTEM	ACTIVIDAD	TOTAL
1	AEROGENERADORES	\$ 18.389.457.600
2	OBRA CIVIL	\$ 7.301.866.090
3	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	\$ 14.000.000.000
4	PROYECTO TÉCNICO Y PERMISO	\$ 540.866.400
5	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 33.820.000
6	ACTIVOS	\$ 56.800.000
7	COSTOS DE EJECUCIÓN	\$ 50.000.000
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	\$ 40.372.810.090

EQUIPO DE PROYECTO

NOMBRE	CARGO	FUNCIONES
Rosa María Lopez Zambrano	Gerente De Proyecto	Dirigir, gestionar, planificar, coordinar, supervisar y controlar cada una de las actividades y recursos del proyecto. Además, puede intervenir en los procesos de contratación y asignación de roles a equipos de trabajo y gestionar modificaciones en el presupuesto o el cronograma ante la junta directiva y los inversionistas.



Edinson De las Salas Montaño	Director de obras eléctricas	Liderar y controlar la ejecución de las obras eléctricas desde los siguientes aspectos: costos, programación de los trabajos, montajes eléctricos, calidad, seguridad y salud en la obra.
Roiner Jaramillo Coa	Director Civil	Planifica, coordina y supervisa la ejecución de las obras civiles establecidas para la construcción del parque eólico. Además, debe velar por el cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a la construcción y la seguridad de los empleados.
Katerine Afanador Riobo	Ingeniera de Costos	Apoyar la planeación inicial del proyecto a nivel de presupuesto y recursos, generando la información base y estratégica del proyecto, logrando la eficiencia y eficacia en los procesos del proyecto. Realizar seguimiento a los costos del proyecto en la etapa de ejecución.

LISTA DE INTERESADOS CLAVE

A continuación, se presenta el listado de los interesados claves del proyecto.

Rol	Nombre	Cargo	Organización
Gerente del proyecto	Rosa María López	Estudiante de la Especialización en gerencia de proyectos de ingeniería.	Universidad del Magdalena
Equipo de trabajo	Katerine Afanador, Edinson de las Salas, Roiner Jaramillo	Estudiante de la Especialización en gerencia de proyectos de ingeniería.	Universidad del Magdalena
Patrocinador	Carlos Caicedo	Gobernador del Magdalena	Gobernación del Magdalena
Usuarios	Comunidad de Pueblo Viejo y Tasajera	NA	NA
Lider social	Aquilino Montaño	Lider social	NA
	Marín Ayala		NA
Competencia	Zohe Ditta Berdugo	Gerente de AIR-e	AIR-e
Alcalde	Fabian Obispo Borja	Alcalde de Pueblo Viejo	Alcaldía de Pueblo Viejo
Ente regulador	Diego Mesa Puyo	Ministro de Minas y energía	Ministerio de Minas y energía
Ambientalista	Carlos Francisco Diazgranado	Director de Coopamag	Coopamag
	Carlos Eduardo Correa	Ministro de Medio Ambiente	Ministerio de Medio Ambiente
Prensa	Alfonso Vives Campo	Director del informador	El informador
	Ulilo Acevedo Silva	Director del diario el Magdalena	Diario el Magdalena
Proveedores	Susana Sanjuán	Gerente de ventas de General Electric	General Electric
	Francisco Calderón	Gerente de ventas de General Electric	
	Denis Tischler	Gerente de ventas de Wind turbine generator	Wind turbine generator
Trabajadores	Ingeniero Civil Ingeniero Especialista en energía eólica	Ingenieros encargados de la obra	

PROPÓSITOS ÉTICOS

El propósito de este documento es generar confianza en nuestros colaboradores y que se sientan respaldados por nuestra empresa, como una gran familia.



El código de ética se aplica para los miembros de la junta directiva, trabajadores de EnergyWind y todas las personas que tengan relación con este.

Valores y Principios:

- **Responsabilidad:** Es la cualidad que tiene aquel individuo que cumple sus obligaciones o promesas y asume las consecuencias de sus actos.
- **Compromiso:** Capacidad que tiene el ser humano para tomar conciencia de la importancia que tiene cumplir con el desarrollo de su trabajo.
- **Respeto:** Es un valor que permite al ser humano reconocer, aceptar, apreciar y valorar las cualidades del prójimo.
- **Compromiso con la vida:** Son las acciones de autocuidado dentro y fuera del trabajo, aplicando las reglas de higiene, seguridad y medio ambiente que nos señala Energy Wind, para mantener la vida y una buena salud.
- **Sostenibilidad ambiental:** Nuestro compromiso es con el medio ambiente, tenemos un solo planeta y debemos cuidarlo, ENERGYWIND, promueve el uso de energías renovables que mitigan el impacto sobre la capa de ozono.
- **Compromiso con el desarrollo económico de nuestra región:** Para nosotros es muy importante ser parte del crecimiento económico de nuestra región, construyendo un ecosistema de turismo y desarrollo alrededor del Parque Eólico, con ello buscamos darle paso a mejorar la calidad de vida de nuestros usuarios.

Conductas prohibidas:

- Se considera terminantemente prohibido ingresar bajo los efectos de alcohol y drogas, o el consumo de estas dentro de las instalaciones del Parque Eólico, este tipo de conductas se consideran causal de retiro inmediato de nuestras instalaciones, el control se llevará a cabo mediante pruebas de alcoholemia.
- Se prohíbe recibir regalos por parte de nuestros contratista o clientes, de forma individual, con el fin de favorecer la entrega de licitaciones, que afectan el desarrollo de nuestra actividad económica.
- Se tiene prohibido acciones de amenaza y violencia física o verbal entre el personal de trabajo.
- No está permitido las relaciones amorosas dentro de la compañía.
- Está prohibido la divulgación de información y documentos confidenciales de la empresa. Si esto ocurre se sancionará económicamente con 5 salarios mínimos legales vigentes.
- Se prohíbe y rechaza cualquier tipo de discriminación ya sea de raza, edad, origen étnico, religión, genero, discapacidad u orientación sexual, y es considerado causal de despido a quien incurra en este tipo de conducta.



Conductas deseables:

- Se debe promover un ambiente de colaboración y mantener una comunicación asertiva con el equipo de trabajo.
- El manejo de los recursos y la disposición final del material desechado debe ser consecuente con la responsabilidad ambiental de la empresa.
- Nuestra prioridad es con nuestros colaboradores y sus familias para ello, se considera de vital importancia tener como primer objetivo la salud y seguridad, es obligatorio el uso de los EPP, y se considera imperativo suspender las actividades que se consideren afecten la integridad física y mental.
- Acatar las directrices de las instrucciones específicas de los jefes directos.

FIRMAS APROBACIÓN ACTA

<p>Firma: Nombre: Rosa María Lopez Zambrano Cedula: 1.083.005.351 Cargo: Gerente de Proyecto Fecha: 25/04/2021 Teléfono: 3106204076 Email: rosalopezmz@unimagdalena.edu.co Dirección: Santa Marta (Magdalena)</p>	<p>Firma: Nombre: Edinson De las Salas Montaña Cedula: 72 335 391 Cargo: Director de obras eléctricas Fecha: 25/04/2021 Teléfono: 3017734671 Email: edinsonsalasjm@unimagdalena.edu.co Dirección: Santa Marta (Magdalena)</p>
<p>Firma: Nombre: Roiner Jaramillo Coa Cedula: 9102003 Cargo: Director Civil Fecha: 25/04/2021 Teléfono: 3016611211 Email: rjaramillo@unimagdalena.edu.co Dirección: Santa Marta (Magdalena)</p>	<p>Firma: Nombre: Katerine Afanador Riobo Cedula: 1.004.373.089 Cargo: Ingeniera de Costos Fecha: 25/04/2021 Teléfono: 3003431246 Email: katerineafanadorr@unimagdalena.edu.co Dirección: Santa Marta (Magdalena)</p>



9 DE ASIGNATURA ELECTIVA

La Gobernación del Magdalena en su necesidad de ejecutar una obra pública que mejore el fluido eléctrico en las viviendas de Pueblo Viejo Magdalena, presenta un pliego de condiciones y estudios previos para licitar el proyecto: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE PUEBLOVIEJO Y TASAJERA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA”, para ello procederá a contratar una empresa especializada en el desarrollo de proyectos de parques eólicos cuyo objeto social le permita suscribir dicho contrato que cumplan con la capacidad jurídica, financiera, administrativa, condiciones técnicas y operativas. La descripción de las obras requeridas con sus especificaciones técnicas son las previstas en el **Anexo 18. Estudios previos** y **Anexo 19. Pliego de condiciones del proyecto**.

Por esta razón la empresa ENERGYWIND considerando que cumple con los requisitos solicitados por el contratante, presenta una propuesta para participar en la licitación del proyecto, dicha propuesta se detalla en el **Anexo 20. Propuesta para el diseño y construcción del parque eólico Pueblo Viejo**.



10 ANEXOS

- 10.1 ANEXO 1. VIABILIDAD ECONÓMICA
- 10.2 ANEXO 2. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
- 10.3 ANEXO 3. PROGRAMAS DE MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES
- 10.4 ANEXO 4. MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES
- 10.5 ANEXO 5. EDT PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO
- 10.6 ANEXO 6. DICCIONARIO DEL EDT PARQUE EÓLICO
- 10.7 ANEXO 7. CRONOGRAMA DEL PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO
- 10.8 ANEXO 8. ESTIMACIÓN DE COSTOS PARQUE EÓLICO
- 10.9 ANEXO 9. MATRIZ RACI PARQUE EÓLICO
- 10.10 ANEXO 10. ROLES, PERFIL Y RESPONSABILIDADES DEFINIDOS
- 10.11 ANEXO 11. CALENDARIO DE RECURSOS
- 10.12 ANEXO 12. DESGLOSE DE RECURSOS
- 10.13 ANEXO 13. MATRIZ Y CATEGORÍAS DE RIESGOS
- 10.14 ANEXO 14. PLAN DE GESTIÓN DE CONTROL
- 10.15 ANEXO 15. ESTRATEGIA Y PROGRAMA DE ADQUISICIONES
- 10.16 ANEXO 16. PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES
- 10.17 ANEXO 17. CWBS PARQUE EÓLICO PUEBLOVIEJO
- 10.18 ANEXO 18. ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO
- 10.19 ANEXO 19. PLIEGO DE CONDICIONES DEL PROYECTO
- 10.20 ANEXO 20. PROPUESTA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE EOLICO PUEBLOVIEJO.



11 REFERENCIAS

- Caicedo, C. (2019). *Plan de Gobierno Carlos Caicedo*. Recuperado el 06 de 10 de 2020, de <https://carloscaicedo.com.co/wp-content/uploads/Plan-de-Gobierno-Carlos-Caicedo.pdf>
- Electria Wind. (2020). *Electria Wind*. Obtenido de http://electriawind.com/fichatecnica/150_castellano.pdf
- EPM. (17 de 09 de 2020). *EPM*. Recuperado el 29 de 09 de 2020, de EPM: <https://www.epm.com.co/site/home/nuestra-empresa/nuestras-plantas/energia/parque-eolico>
- IDEAM . (2020). *ATLAS DE LOS VIENTOS IDEAM*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019813/Capitulo4.pdf>
- IDEAM. (2020). *Atlas de vientos de Colombia*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>
- López, A. (23 de Julio de 2019). *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/magdalena-medio-el-nuevo-foco-para-las-fuentes-de-energia-solar-531844>
- Semana, R. (07 de 06 de 2020). *Semana*. Recuperado el 29 de 09 de 2020, de Semana: <https://www.semana.com/tasajera-la-bomba-social-detras-de-la-exposion/684572/>
- Weather Spark. (2020). *Weather Spark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/23468/Clima-promedio-en-Puebloviejo-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- ENERGIA LIMPIA XXI. (28 de 05 de 2019). *ENERGIA LIMPIA XXI*. Obtenido de <https://energialimpiaparatodos.com/2019/05/28/colombia-con-mas-inversion-eolica-y-solar-y-ya-tiene-70-de-generacion-con-energia-renovable-hoy/>



ACEPTACIÓN DEL PATROCINADOR

Aprobado por el Patrocinador del Proyecto:

GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA

Fecha: 14 de agosto 2021

<Patrocinador del Proyecto>

<Título / cargo del patrocinador>