

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (RESUMEN)



| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 5 |
| 3.1. | LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO5 | |
| 3.2. | CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO | 6 |
| 3.2.1. | Infraestructura existente | 7 |
| 3.2.1.1. | Tipos y clasificación de vías, carreteras y líneas férreas existentes en la zona de estudio | 7 |
| 3.2.1.2. | Características de los Puertos Marítimos propuestos para uso | 14 |
| 3.2.1.3. | Infraestructura social y/o productiva asociada al área del proyecto | 15 |
| 3.2.2. | Fases y actividades del proyecto | 19 |
| 3.2.3. | Diseño del Proyecto | 29 |
| 3.2.3.1. | Criterios de Diseño | 29 |
| 3.2.3.2. | Criterios de ubicación de cada aerogenerador y requerimientos de áreas de construcción37 | |
| 3.2.4. | Características técnicas..... | 38 |
| 3.2.4.1. | Adecuación y construcción de vías..... | 38 |
| 3.2.4.1.1. | Vías de acceso existentes | 38 |
| 3.2.4.1.2. | Vías de acceso a construir..... | 39 |
| 3.2.4.1.3. | Infraestructura Civil – Drenajes y cruces con cuerpos de agua..... | 44 |
| 3.2.4.1.4. | Infraestructura Civil – Redes Eléctricas | 44 |
| 3.2.4.1.5. | Infraestructura de generación de energía | 45 |
| 3.2.4.1.6. | Sistemas constructivos asociados al proyecto de generación..... | 56 |
| 3.2.4.1.7. | Consideraciones generales para la fase de construcción | 58 |
| 3.2.4.2. | Operación y mantenimiento | 59 |
| 3.2.4.2.1. | Esquema de operación del parque eólico | 59 |
| 3.2.4.2.2. | Procesos de energización de la línea de conexión y operación | 60 |
| 3.2.4.2.3. | Potencia por instalar y energía esperada..... | 60 |
| 3.2.4.2.4. | Actividades y procesos por ejecutar durante la etapa de operación..... | 61 |
| 3.2.4.2.5. | Mantenimiento de equipos..... | 61 |

| | | | |
|--------------|---|-----------------------|---------------|
| aes Colombia | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3.2.4.2.6. | Consideraciones generales para la fase de operación..... | 63 |
| 3.2.4.3. | Infraestructura asociada al proyecto | 64 |
| 3.2.4.3.1. | Campamentos, taller y otras áreas conexas | 64 |
| 3.2.4.3.2. | ZODME | 66 |
| 3.2.4.3.3. | Fuentes de Materiales | 67 |
| 3.2.4.3.4. | Planta de concreto..... | 68 |
| 3.2.4.3.5. | Derivaciones y cruces con la carretera Uribia-Puerto, Bolívar | 69 |
| 3.2.4.3.6. | Cruces eléctricos a la carretera Uribia-Puerto. Bolívar y red ferroviaria del Cerrejón | 72 |
| 3.2.4.3.7. | Cruces de nuevas vías internas con cauces de agua | 73 |
| 3.2.5. | Insumos del Proyecto | 75 |
| 3.2.6. | Desmantelamiento del Parque..... | 79 |
| 3.2.7. | Cronograma | 80 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 3-1 | Comunidades ubicadas en el área de influencia | 15 |
| Tabla 3-2 | Distribución poblacional de las comunidades del área de rancherías..... | 17 |
| Tabla 3-3 | Cuantificación de infraestructura según comunidades wayuu del área de influencia | 18 |
| Tabla 3-4 | Descripción de actividades – Fases del proyecto..... | 20 |
| Tabla 3-5 | Distancias de restricción a elementos de infraestructura civil del proyecto | 31 |
| Tabla 3-6 | Criterios de separación entre el centro del aerogenerador y elementos del territorio | 31 |
| Tabla 3-7 | Requerimientos de diseño – vías nuevas..... | 32 |
| Tabla 3-8 | Magnitud de obra para vías – Parque Eólico Casa Eléctrica..... | 43 |
| Tabla 3-9 | Configuraciones adaptadas para evaluación de impactos..... | 49 |
| Tabla 3-10 | Características técnicas de aerogeneradores | 49 |
| Tabla 3-11 | Coordenadas de ubicación de los generadores | 51 |
| Tabla 3-12 | Dimensiones de las superficies de ocupación para cada aerogenerador | 52 |
| Tabla 3-13 | Dimensiones de las áreas de zonas de trabajo generales | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|---|
| Figura 3-1 | Localización del parque eólico Casa Eléctrica, en el contexto nacional, departamental y municipal | 6 |
| Figura 3-2 | Red vial existente | 8 |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| | |
|--|----|
| Figura 3-3 Identificación de elementos área de estudio | 33 |
| Figura 3-4 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores | 34 |
| Figura 3-5 Mapa de restricciones para la ubicación de vías y otra infraestructura civil..... | 35 |
| Figura 3-6 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores | 36 |
| Figura 3-7 Disposición de vías internas del parque eólico | 40 |
| Figura 3-8 Secciones Típicas de las vías a ser construidas..... | 43 |
| Figura 3-9 Esquema Típico de cruce con cuerpo de agua..... | 44 |
| Figura 3-10 Esquema Típico de cruce entre zanjas eléctricas y cuerpos de agua o vías. | 45 |
| Figura 3-11 <i>Configuración general típica de un aerogenerador</i> | 48 |
| Figura 3-12 Implantación general de las unidades aerogeneradores..... | 50 |
| Figura 3-13 Disposición superficies para fundación y plataformas de montaje - aerogenerador | 52 |
| Figura 3-14 Imagen simplificada de la conexión del Parque eólico Casa Eléctrica al SIN | 55 |
| Figura 3-15 Sección de zanjas según número de circuitos | 56 |
| Figura 3-16 Sección típica de bancos de ductos para uso eléctrico..... | 58 |
| Figura 3-17 Ubicación de áreas temporales de campamento y Subestación eléctrica | 65 |
| Figura 3-18 Sector Sur del Parque Eólico y ubicación de áreas..... | 67 |
| Figura 3-19 Ubicación de Planta de concreto | 69 |
| Figura 3-20 Ubicación general de las derivaciones propuestas de la carretera Uribia-Puerto Bolívar | 70 |
| Figura 3-21 Derivación típica propuesta a la carretera Uribia-Puerto Bolívar | 71 |
| Figura 3-22 Esquema simplificado del hincado horizontal..... | 72 |
| Figura 3-23 Identificación de cruces de redes subterráneas con vías principales existentes | 73 |
| Figura 3-24 Disposición típica de cables en tubería hincada..... | 73 |
| Figura 3-25 Opciones para la colocación de alcantarillas en planta..... | 74 |
| Figura 3-26 Ubicación de cruces de vías internas del parque con cauces de agua | 75 |
| Figura 3-27 Naturaleza del Material de los Aerogeneradores | 79 |

ÍNDICE DE FOTOS

| | |
|--|----|
| Foto 3-1 Fotografías de la Carretera Uribia-Puerto Bolívar | 10 |
| Foto 3-2 Vía terciaria al interior del área del proyecto | 11 |
| Foto 3-3 Vía transitable en tiempo seco..... | 12 |
| Foto 3-4 Carreteable..... | 12 |
| Foto 3-5 Eje ferroviario del Cerrejón | 13 |
| Foto 3-6 Foto aérea del Puerto Bolívar | 14 |
| Foto 3-7 Ejemplo de tanque y dique | 77 |
| Foto 3-8 Modelo de área de almacenamiento de sustancias peligrosas | 78 |

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO

El proyecto del Parque Eólico Casa Eléctrica se desarrolla en el departamento de La Guajira – Colombia, municipio de Uribia en la región de la Alta Guajira, vertiente Caribe, Zona hidrográfica 15 Caribe – Guajira, Subzona hidrográfica – 1507 Directos Caribe - arroyo Sharimahana.

El terreno propuesto para el Parque Eólico Casa Eléctrica se encuentra en el municipio de Uribia, a ambos lados de la Carretera Uribia-Puerto Bolívar, estando el lindero Suroeste ubicado a aproximadamente 52 km al Este de la población de Uribia; y el lindero Noreste a aproximadamente 10,8 km al Oeste de Puerto Bolívar (Ver Figura 3-1).

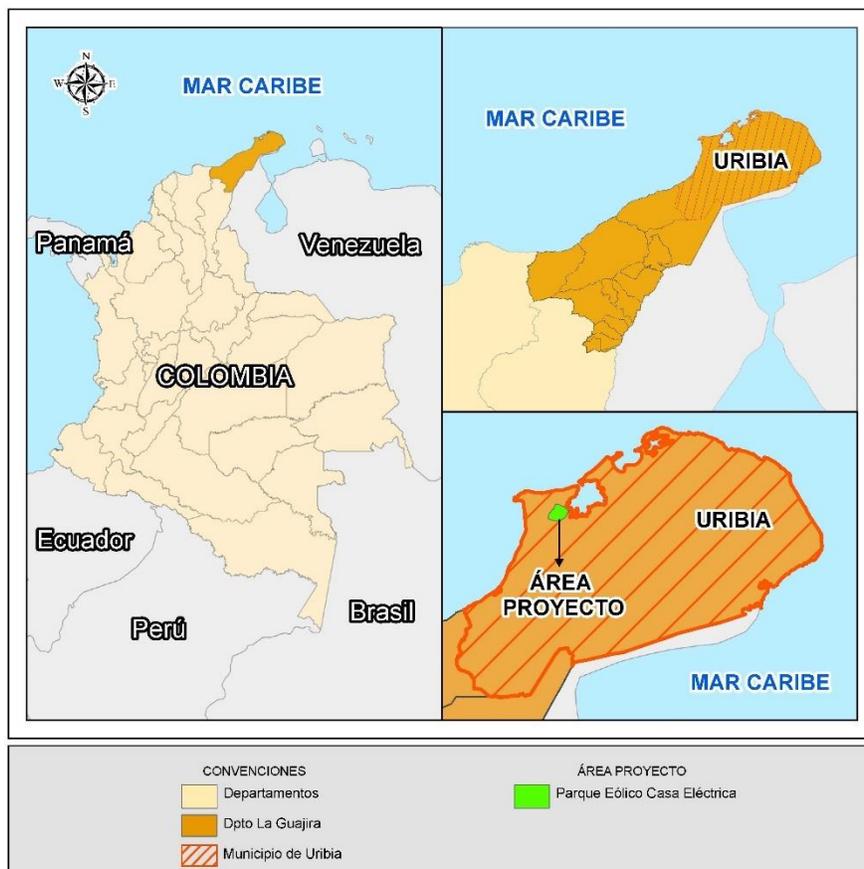
El municipio de Uribia limita al norte con el mar Caribe, al sur con Venezuela, al suroccidente con el municipio de Maicao y al occidente con el municipio de Manaure. La mayoría de su población hace parte del pueblo Wayuú que es reconocido como propietario colectivo del resguardo indígena de la Alta y Media Guajira, que se extiende por el área rural¹.

El municipio de Uribia tiene predominio de población indígena, especialmente de la etnia Wayuu, situación que se evidencia, según censo DANE 2018, al tener solo un 3.62% de población no étnica, quienes son residentes del casco urbano. De allí que sea denominado como la capital indígena de Colombia.

¹ Alcaldía de Uribia, 2021. Sitio Web: www.uribia-laguajira.gov.co

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Figura 3-1 Localización del parque eólico Casa Eléctrica, en el contexto nacional, departamental y municipal



Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto incluye las instalaciones previstas para la implantación del Parque Eólico Casa Eléctrica, cuya potencia máxima alcanzará los 347,2 MW, constituido por hasta cincuenta y seis (56) aerogeneradores de capacidades entre 3,0 y 6,2 MW de potencia unitaria para la generación de energía eléctrica de origen eólico y renovable.

Considerando la localización de los aerogeneradores y las condiciones de la red vial local, se hace necesario construir unas vías de acceso. Estas vías tendrán características especiales para cumplir las exigencias dictadas por las dimensiones de las unidades de generación, las obras de drenaje, afección a los cuerpos de agua existentes, y las obras de excavación y relleno de las redes eléctricas asociadas.

Adicionalmente, dentro del área de ocupación se dejará un punto de conexión para una futura subestación eléctrica, destinada a elevar el voltaje de las redes internas del Parque Eólico hasta el nivel de tensión de la línea eléctrica de evacuación hacia el Sistema

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Interconectado Nacional (STN). Tanto la subestación como la línea eléctrica de evacuación en alta tensión asociada serán objeto de un proyecto independiente, por lo que el presente estudio únicamente cubre el parque de generación eólico.

3.2.1. Infraestructura existente

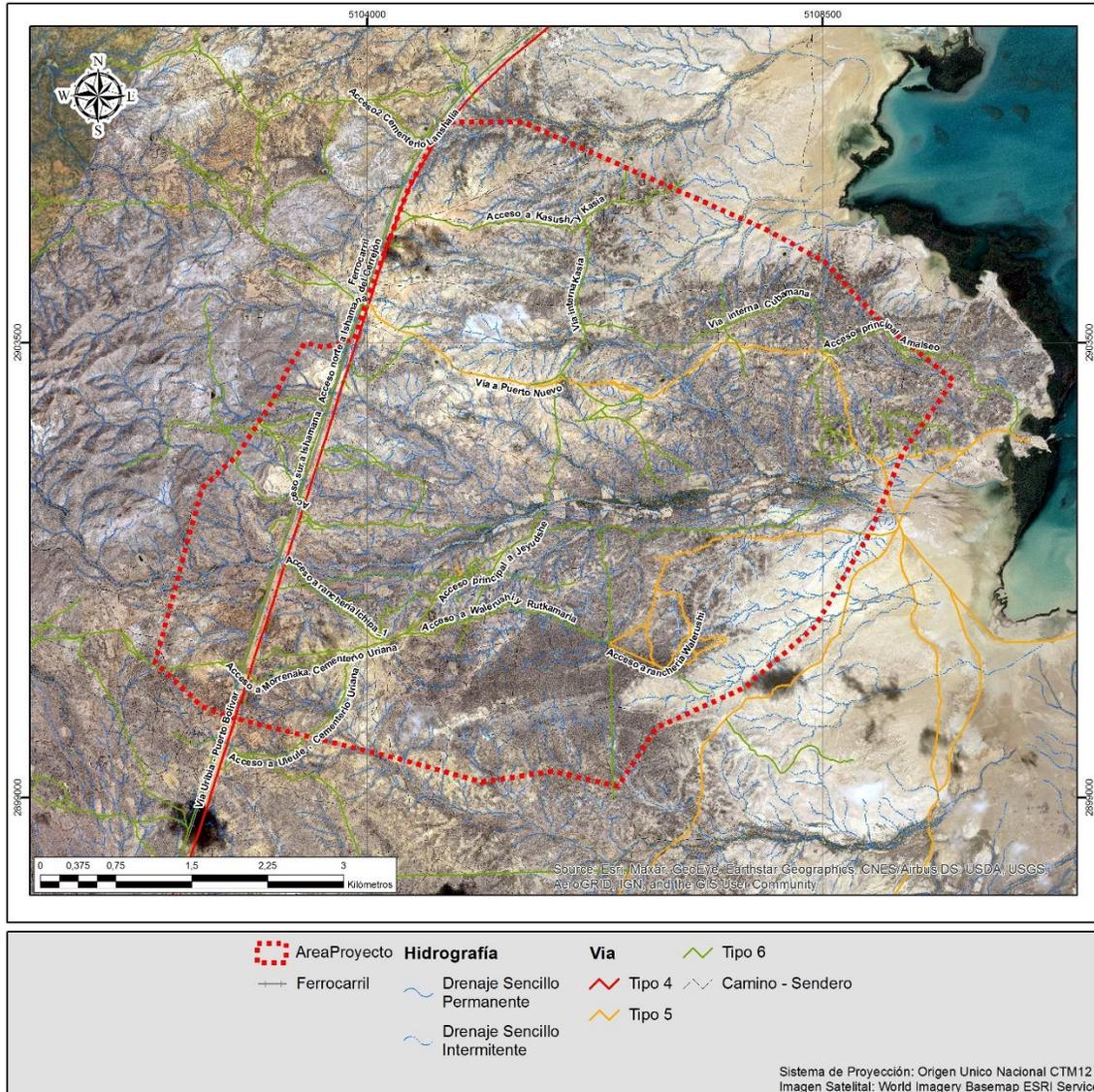
En el área de ocupación del proyecto se identifica como infraestructuras existentes la carretera Uribí – Puerto Bolívar y vías de acceso locales, la vía férrea del Cerrejón que conduce hasta Puerto Bolívar. También se identifican los elementos sociales y culturales que hacen parte de las 22 comunidades indígenas Wayuú que pertenecen al área de influencia (viviendas, rancherías principales, iglesias, centros educativos, canchas deportivas, cementerios, jagüeyes, rozas).

3.2.1.1. Tipos y clasificación de vías, carreteras y líneas férreas existentes en la zona de estudio

En la zona existe una red de vías de distinta categoría que sirve de medio de transporte a las comunidades y para el acceso a Puerto Bolívar.

En la siguiente imagen se incluye una vista fotográfica global del área de implantación del parque eólico con las distintas vías y carreteras que se presentan dentro del área de ocupación del proyecto:

Figura 3-2 Red vial existente



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

Respecto a la categorización de la red vial, el IGAC tiene una clasificación de seis niveles de acuerdo con las características de las carreteras. De acuerdo con este sistema, la Uribia-Puerto Bolívar es Tipo 4 y el resto son 5 y 6.

Por otra parte, de acuerdo con el Instituto Nacional de Vías, las carreteras se clasifican según su funcionalidad (Resolución número 0744 del 4 de marzo del 2009). En este contexto se tienen tres (3) niveles en el área de estudio:

Primarias: Vías troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

del país y de éste con los demás países. Pueden ser de calzadas divididas y deben funcionar pavimentadas.

Secundarias: Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Estas carreteras pueden estar pavimentadas o en afirmado.

Terciarias: Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Estas carreteras deben funcionar en afirmado.

Bajo esta consideración, en las siguientes líneas se describe la infraestructura vial en el área del proyecto:

Carretera de la Red Departamental Uribia-Puerto Bolívar

La vía más importante y que cruza por el área del proyecto es la carretera Uribia - Puerto Bolívar, perteneciente a la red secundaria y terciaria, la cual tiene un recorrido total de 70,1 Km. Esta vía presenta 6,6 Km de recorrido en el costado occidental dentro del área del parque eólico proyectado. En específico, la carretera incursiona al parque por el Sur, aproximadamente en el kilómetro 52, medido desde Uribia, hasta salir del área de ocupación por el lindero Norte, en el kilómetro 58,6. El lindero Norte se encuentra a una distancia estimada de 11 km de Puerto Bolívar, que reviste importancia por ser la población de mayor envergadura más cercana al parque. Se tendrán aerogeneradores a ambos lados de la vía, cincuenta y dos (52) al occidente y los cuatro (4) restantes hacia el lado oriental de la misma.

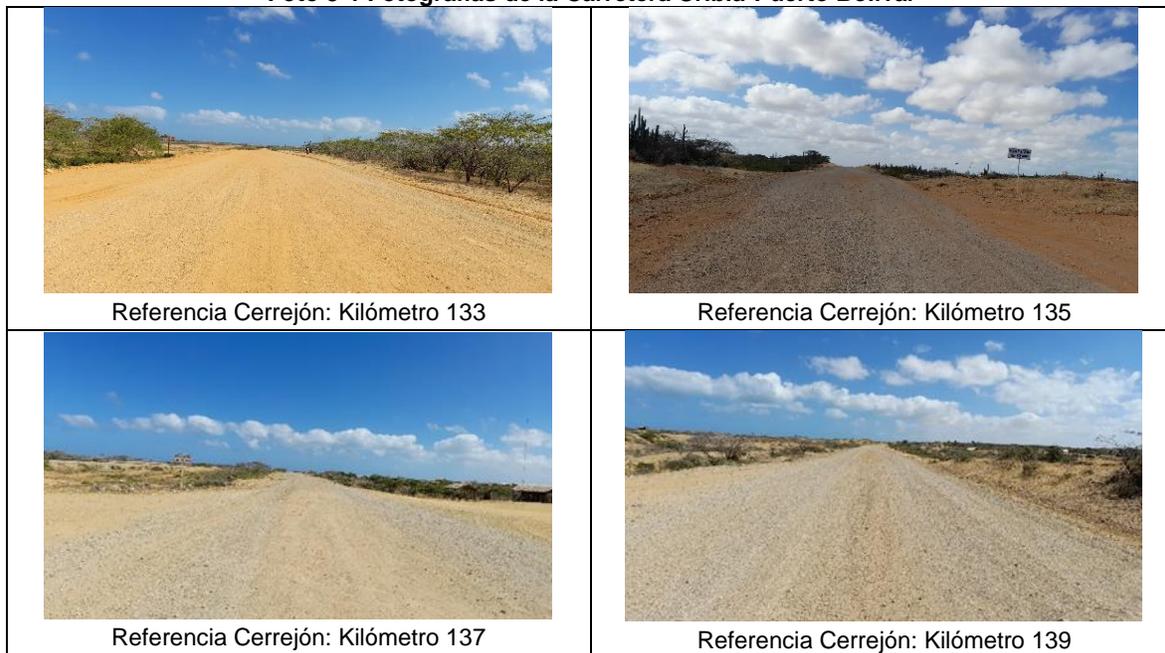
La vía presenta dos carriles de circulación con un ancho entre 8 y 12 metros² en buenas condiciones con tramos asfaltados y provisiones para su asfaltado progresivo; pero los tramos sin pavimentación se encuentran compactados, por lo que se considera adecuada para el tránsito de carros, motocicletas y vehículos de carga (Ver Foto 3-1). Su drenaje es superficial presentando terraplenes de poca elevación a ambos lados de esta. En todo el tramo que cruza por el área del proyecto Casa Eléctrica, la vía se encuentra sin pavimentar.

Esta vía será utilizada como acceso de los equipos, vehículos de carga y vehículos de construcción, teniendo en cuenta que conecta con Puerto Bolívar y a través de Uribia conecta con las otras opciones de puerto como Puerto Brisa. Las adecuaciones a esta carretera para el desarrollo eólico de toda La Guajira hacen parte de la agenda interinstitucional. Debe anotarse que como parte del proyecto Casa Eléctrica no se prevén adecuaciones específicas a este corredor vial.

² Por la clasificación de esta vía (secundaria-terciaria) su ancho efectivo de calzada debería ser de 6 metros. Sin embargo, esta vía cuenta con un ancho de calzada física mayor al no estar delimitada y por el tipo de uso diario que le dan los vehículos que transitan esta vía.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Foto 3-1 Fotografías de la Carretera Uribia-Puerto Bolívar



Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Vías Rurales Existentes

Las vías rurales, carreteables, senderos y trochas de tierra existentes que sirven a la colectividad para su traslado. Son de baja densidad de uso, usadas principalmente por motocicletas y camionetas. Las mismas carecen de terraplén y son uso limitado en épocas de lluvia.

De acuerdo con la clasificación de las carreteras establecidas por INVIAS, al interior del área del proyecto Casa Eléctrica, la red vial es terciaria.

En este contexto y teniendo en cuenta condiciones particulares de estas vías, se diferencian tres categorías:

- Carretera sin pavimentar: con anchos que varían entre 2 y 5 metros no pavimentados, por donde transitan vehículos rústicos, camionetas y motocicletas. Admite su uso en épocas de lluvia solamente para vehículos de doble tracción y motocicletas, debido a no disponer de terraplén. (Ver Foto 3-2)
- Carretera transitable en tiempo seco: sin pavimento ni capa de rodamiento constituida. Presenta anchos no mayores de 4 metros. Usadas para motocicletas y camionetas principalmente en épocas secas ya que dada la falta de drenajes y nivelación natural suele acumular agua y generar sectores de poca consistencia que impiden la

| | | | |
|--------------|---|-----------------------|---------------|
| aes Colombia | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

circulación, salvo vehículos de doble tracción y los especialmente provistos para vías rurales. (Foto 3-3)

- Trochas y caminos: Representan caminos vecinales estrechos sólo utilizados para circulación de motocicletas, animales y personas. Suelen ser caminos de escaso ancho (menor a 3 metros) que no han requerido deforestación ya que su curso se define mayoritariamente a lo largo de claros entre la vegetación existente, y por tanto tampoco se realiza poda periódica. (Foto 3-4). Son caminos intermitentes que pueden ser abandonados y sustituidos por otros nuevos en función de las necesidades de movilidad de la comunidad.

Foto 3-2 Vía terciaria al interior del área del proyecto



Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Foto 3-3 Vía transitable en tiempo seco

Fuente: Jemeiwaa Ka'í-AES Colombia, 2020.

Foto 3-4 Carreteable

Fuente: Jemeiwaa Ka'í-AES Colombia, 2020.

Línea Férrea del Cerrejón

La línea férrea se origina en la mina de carbón del Cerrejón y llega a Puerto Bolívar, en un recorrido aproximado de 150 kilómetros. A su paso por el municipio de Uribia la línea férrea tiene una trayectoria paralela al de la Carretera Uribia-Puerto Bolívar, a una separación aproximada de 150 metros, primero por el oriente y luego por el costado occidental. Este

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'l |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

cambio de lado se da a unos tres kilómetros al sur del área del proyecto Casa Eléctrica. El corredor está construido sobre un terraplén de aproximadamente 3 metros de altura y dispone de una vía férrea (Ver Foto 3-5). El recorrido al interior del área del proyecto Casa Eléctrica es de aproximadamente 6 kilómetros.

Foto 3-5 Eje ferroviario del Cerrejón



Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

3.2.1.2. Características de los Puertos Marítimos propuestos para uso

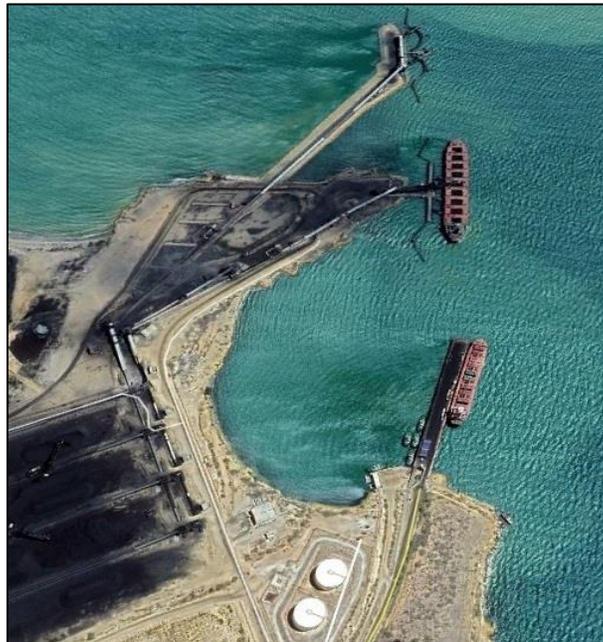
Se tienen previsto dos opciones de uso de puerto para la descarga de los buques que trasladarán los aerogeneradores y sus componentes desde fuentes internacionales:

- Puerto Brisa S.A.
- Puerto Bolívar

Puerto Bolívar, localizado en bahía Portete, se considera como óptimo punto de entrega marino de los equipos y materiales mayores que serán importados para la construcción del Parque Eólico Casa Eléctrica.

El puerto posee capacidades adecuadas para los buques requeridos para el traslado de los equipos, principalmente los aerogeneradores, disponiendo de una capacidad de recibir buques de 300 m de eslora y 45 m de manga, con calado máximo de cargue de 17m, y 215m de longitud máxima de área de carga. Por tal razón, no se tiene prevista modificación alguna a la infraestructura existente del puerto.

Foto 3-6 Foto aérea del Puerto Bolívar



Fuente: Google Earth Pro

Puerto Bolívar presenta uso frecuente asociado a la carga de carbón. Es por ello, que se han considerado opciones adicionales cercanas que brinden flexibilidad de descarga de acuerdo con las fechas requeridas por el proyecto y prever disponibilidad de uso del puerto. Es por ello, que se ha considerado como alternativa de puerto para la llegada de suministros del exterior es Puerto Brisa. Desde este sitio se accederá a la carretera Uribía – Puerto Bolívar por vías de orden nacional.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Las validaciones acerca del uso de uno o ambos puertos para el proyecto serán resultado de la coordinación de fechas de uso, disponibilidad, ruta de acceso de los buques y otros aspectos de índole técnico-logístico.

Respecto a Puerto Brisas S.A., se trata de un puerto multipropósito de uso privado con uso preferencial destinado a la carga de carbón. Posee capacidad adecuada para los buques requeridos para el traslado de los equipos del proyecto eólico, principalmente los aerogeneradores, con un muelle de 380 metros y dos muelles de atraque, capaz de recibir buques de 17 metros de calado y licencia hasta 21 metros.

Toda gestión logística para uso de este puerto se coordinará con los operadores y las autoridades competentes, una vez se definan las fechas programadas de llegada y las dimensiones de los buques asociados.

Dicho puerto se encuentra al Suroeste del área de influencia del proyecto a un recorrido vial aproximado 172 kilómetros entre el puerto y el lindero suroeste del Parque Eólico:

Para ello se deben establecer los siguientes recorridos viales hasta incursionar al polígono del proyecto:

- Tramo 01: Puerto Brisas S.A hasta vía Mingueo-Riohacha (5,9 km)
- Tramo 02: Vía Mingueo-Riohacha (70,8 km)
- Tramo 03: Vía Riohacha-Maicao hasta intersección con Vía Maicao-Albania (58,2 km)
- Tramo 04: Vía Maicao-Albania hasta Uribia (36,6 km)
- Tramo 05: Uribia-Lindero Suroeste Parque Eólico (52,7 km)

Es importante señalar que los accesos desde los puertos y la red nacional central serán también utilizados por otros proyectos, de tal manera que las adecuaciones que sean necesarias tanto en el (los) puerto(s) como en las vías del orden nacional y departamental hacen parte de proceso de mejoramiento de infraestructura para la Guajira, analizado en las mesas de trabajo con el Gobierno Nacional. Por lo tanto, dichas adecuaciones hacen parte de un alcance distinto al del licenciamiento ambiental del parque eólico Casa Eléctrica.

3.2.1.3. Infraestructura social y/o productiva asociada al área del proyecto

- Comunidades Wayuu en el área de estudio

En el área de influencia del proyecto Casa Eléctrica se encuentran 22 comunidades pertenecientes a la etnia Wayuu, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3-1 Comunidades ubicadas en el área de influencia

| No | Comunidad |
|----|----------------|
| 1 | Amaiseo |
| 2 | Ashulamana |
| 3 | Casa eléctrica |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| No | Comunidad |
|----|------------------------------|
| 4 | Chinchorrito - Shurcubaimana |
| 5 | Cubamana |
| 6 | Ichichon |
| 7 | Ichipa |
| 8 | Iperrain |
| 9 | Isashika |
| 10 | Ishamana |
| 11 | Jeyutshe |
| 12 | Juliarance |
| 13 | Kasia |
| 14 | Kasuschi |
| 15 | Mieshi |
| 16 | Morrenaka |
| 17 | Puchecherraput |
| 18 | Rutkamaría |
| 19 | Suhüna |
| 20 | Uleule |
| 21 | Ullaransen |
| 22 | Walerushi |

Fuente: Certificación 0216 de 2019 del Ministerio del Interior

- Estructura social del área del proyecto

El proyecto se encuentra emplazado en el Resguardo Indígena de la Alta y Media Guajira, territorio colectivo de la etnia wayuu, que fue creado por la Resolución 015 de 1984 y ampliado por la Resolución 28 de 1994 del INCORA, con un área total de 1.071.180 hectáreas. Está ubicado en jurisdicción de los municipios de Riohacha, Maicao, Uribia y Manaure. Se excluyen del mismo, las áreas urbanas que de acuerdo con los terrenos que eran de propiedad privada o de uso público al momento de la asignación del resguardo, corresponden a las áreas de ensanchamiento que van desde los 2,5 hasta los 10 kilómetros, como lo aclara en la resolución de ampliación³.

En el área de influencia del proyecto Casa Eléctrica, se identificaron, como ya se dijo, 22 comunidades de las más de 2500 reconocidas por el Ministerio del Interior como pertenecientes al resguardo de la Alta y Media Guajira.⁴

Dentro de las costumbres de la comunidad Wayuu, su lugar de residencia está conformada por diferentes elementos que, a pesar de encontrarse en el mismo sitio, no están en una sola construcción.

³ La resolución excluyó los terrenos considerados como de propiedad privada, las porciones reservadas por el INCORA a favor de CARBOCOL para servicio público, la concesión dadas al Banco de la República para explotación de sal y la reserva a favor del IFI para la explotación del árbol Dividivi y, las playas marítimas que son bienes de uso público.

⁴ Ministerio del Interior. Dirección de consulta previa. Resguardos y comunidades del país registradas en la dirección de asuntos indígenas, ROM y minorías a febrero de 2017

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

- Distribución de rancherías y población del área de influencia

En el área del proyecto se encuentran rancherías, que son asentamientos conformados por 4 o 5 construcciones, en las cuales sus residentes comparten derechos y recursos en común como las Rozas, Corrales, Cementerios entre otros.

Las comunidades Wayuu del área de influencia se encuentran organizadas por rancherías, las cuales están conformadas por varias enramadas de una misma familia. Se encuentran distantes una de otra a lo largo de sus territorios, por lo cual la condición de la población es dispersa y su ubicación se relaciona con los cambios climáticos, ya que de acuerdo con las condiciones y necesidades se van desplazando en su territorio.

Solo tres comunidades tienen un patrón de asentamiento de carácter nucleado, y corresponden a Chinchorrito, Ichipa y Morrenaka, especialmente por la presencia de infraestructura vial y férrea dentro de su territorio.

Tabla 3-2 Distribución poblacional de las comunidades del área de rancherías

| No | Comunidad | Patrón de asentamiento | Hogares / Familias | Total personas |
|----|--------------------------|---|--------------------|----------------|
| 1 | Amaiseo | Dispersa | 30 | 90 |
| 2 | Ashulamana | Dispersa | 23 | 129 |
| 3 | Casa Eléctrica | Dispersa | 18 | 57 |
| 4 | Chinchorrito / Shulimana | Nucleado en torno al corredor vial Uribia - Puerto Nuevo. Las otras viviendas se encuentran dispersas | 21 | 102 |
| 5 | Cubamana | Dispersa | 31 | 76 |
| 6 | Ichichon | Dispersa | 422 | 82 |
| 7 | Ichipa | Nucleada | 45 | 163 |
| 8 | Iperrain | Dispersa | 19 | 71 |
| 9 | Isashika | Dispersa | 19 | 55 |
| 10 | Ishamana | Dispersa | 20 | 80 |
| 11 | Jeyutshe | Dispersa | 46 | 209 |
| 12 | Juliarance | Dispersa | 9 | 42 |
| 13 | Kasia | Dispersa | 20 | 31 |
| 14 | Kasuschi | Dispersa | 54 | 169 |
| 15 | Mieshi | Dispersa | 23 | 98 |
| 16 | Morrenaka | Nucleada | 5 | 9 |
| 17 | Puchecherraput | Dispersa | 4 | 19 |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'l |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| No | Comunidad | Patrón de asentamiento | Hogares / Familias | Total personas |
|--------------|------------|------------------------|--------------------|----------------|
| 18 | Rutkamaría | Dispersa | 20 | 61 |
| 19 | Suhüna | Dispersa | 12 | 29 |
| 20 | Uleule | Dispersa | 53 | 147 |
| 21 | Ullaransen | Dispersa | 433 | 141 |
| 22 | Walerushi | Dispersa | 34 | 154 |
| Total | | | 561 | 2000 |

Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

- Zonas de restricción

Para el Wayuu su territorio es un todo que no tiene fronteras, en el cual prima el linaje materno, donde uno de elementos relevantes de pertenencia a un sitio particular lo establecen los cementerios, en donde se encuentran sus antepasados por línea materna, de allí que sea la infraestructura relevante en su espiritualidad y usos culturales.

En el área del proyecto se identificaron como infraestructuras sociales Escuelas, UCA (Unidades Comunitarias de Atención), rozas, iglesias, canchas deportivas, jagüey, cementerios, los cuales son de uso comunitario y en el caso de los sitios de residencia y enramada son compartidas con familiares.

En la siguiente tabla se describe la infraestructura identificada en cada una de las comunidades del área de influencia.

Tabla 3-3 Cuantificación de infraestructura según comunidades wayuu del área de influencia

| No | Comunidad | Viviendas | Roza | Escuela | UCA | Iglesia | Cancha deportiva | Jagüey | Cementerios | Total |
|----|--------------------------|-----------|------|---------|-----|---------|------------------|--------|-------------|-------|
| 1 | Amaiseo | 30 | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | 35 |
| 2 | Ashulamana | 25 | | | | | | | 1 | 26 |
| 3 | Casa Eléctrica | 18 | | 1 | | | | 2 | | 21 |
| 4 | Chinchorrito / Shulimana | 21 | 1 | | 1 | 1 | | 3 | 1 | 28 |
| 5 | Cubamana | 31 | 1 | | | | 1 | 3 | 1 | 37 |
| 6 | Ichichon | 22 | | | | | | 1 | | 23 |
| 7 | Ichipa | 45 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 51 |
| 8 | Iperrain | 16 | 1 | 1 | | | | 1 | | 19 |
| 9 | Isashika | 19 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 23 |
| 10 | Ishamana | 20 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 24 |
| 11 | Jeyutshe | 46 | 1 | | | | | 1 | | 48 |
| 12 | Juliarance | 9 | | | | | | | | 9 |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'l |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| No | Comunidad | Viviendas | Roza | Escuela | UCA | Iglesia | Cancha deportiva | Jagüey | Cementerios | Total |
|--------------|----------------|------------|-----------|----------|----------|----------|------------------|-----------|-------------|------------|
| 13 | Kasia | 20 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 25 |
| 14 | Kasuschi | 54 | 1 | | 1 | | | | 1 | 57 |
| 15 | Mieshi | 21 | 2 | 1 | | | | 1 | | 25 |
| 16 | Morrenaka | 6 | | | | | | 1 | | 7 |
| 17 | Puchecherraput | 5 | 1 | | | | | 1 | | 7 |
| 18 | Rutkamaría | 20 | | | | | | | | 20 |
| 19 | Suhüna | 20 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 26 |
| 20 | Uleule | 48 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 53 |
| 21 | Ullaransen | 33 | 1 | | | | | | | 34 |
| 22 | Walerushi | 34 | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | 39 |
| Total | | 563 | 17 | 6 | 3 | 8 | 5 | 24 | 11 | 637 |

Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

3.2.2. Fases y actividades del proyecto

Esta sección se basó en los requerimientos de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto ambiental del Parque Eólico Casa Eléctrica.

Las fases que componen el proyecto Parque Eólico son: reconocimiento, prefactibilidad, preconstrucción, construcción, operación y cierre. En la tabla siguiente se relacionan las diferentes actividades para cada una de las fases.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Tabla 3-4 Descripción de actividades – Fases del proyecto

| Actividades | Descripción |
|---|--|
| Fase de Reconocimiento y prefactibilidad/Preconstrucción (Estudios previos y Proyecto) | |
| Procesos de información, participación y Consulta Previa con las comunidades | <p>Se establece la identificación de las comunidades indígenas ubicadas en el área de influencia y las certificaciones para establecer las gestiones de consulta y acercamiento requerido para las gestiones de información a la comunidad y permisos de acceso.</p> <p>Con la definición de la implantación propuesta para el parque eólico, se realiza la Consulta Previa con las comunidades presentes en el área de influencia, para asegurar que los impactos del proyecto sean debidamente socializados a la población, y que se cumplan las acciones definidas por los organismos rectores.</p> <p>También se realiza un proceso de información y participación del proyecto a las autoridades municipales y locales.</p> |
| Estudios Previos | <p>Estudios Ambientales</p> <p>Comprende las siguientes actividades: solicitud de permisos ambientales, visitas de reconocimiento, levantamiento de información primaria y secundaria, elaboración del EIA de acuerdo con la normativa vigente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las condiciones Geológicas, topográficas. • Toma de muestras, monitorización investigación para la caracterización de los medios. • Talleres socioeconómicos y talleres de valoración económica de los impactos. |
| | <p>Mediciones del recurso eólico.</p> <p>Se refiere a la instalación de dos torres con equipamiento para el muestreo de vientos en la zona autorizada, utilizando las vías existentes y previa socialización a las comunidades de la zona.</p> <p>En el contexto de este proyecto fue necesario realizar un proceso de Consulta Previa con el Ministerio del Interior para obtener el permiso de medición en la comunidad presente en la zona de estudio.</p> |
| | <p>Diseño de Ingeniería del Proyecto.</p> <p>En esta fase se desarrollaron los diseños del proyecto y se estableció la prefactibilidad con base en la previsión del recurso eólico (basado en datos de mesoscala y mediciones realizadas), rendimiento esperado y estudios viales, civiles, topográficos, geológicos, hidráulicos y ambientales requeridos para la definición a nivel de Ingeniería básica del Proyecto y de cara a evaluar los costes y plazos para solicitar los permisos requeridos para proceder a su ejecución y futura operación.</p> |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|---|--|
| | <p>Con base en la implantación del proyecto y las estimaciones de material y maquinaria se seleccionarán zonas para uso en la construcción cuya área será identificada y su uso acordado con los propietarios del predio.</p> <p>Se harán los preparativos para adecuar topológicamente las áreas de acopio que serán requeridas para desarrollar la obra en su totalidad. Cada terreno seleccionado, será tramitado para disponer de los permisos y derechos de uso que se requieran.</p> |
| Fase de Construcción | |
| Contratación de mano de obra y bienes y servicios. | <p>Selección y vinculación de personal calificado y no calificado para la construcción de las obras del Parque Eólico y los bienes y servicios necesarios.</p> <p>Se priorizará la contratación local de acuerdo con lo protocolizado en Consulta Previa.</p> |
| Movilización del personal y equipos a los centros de operación de la obra. | <p>Para la construcción del Parque Eólico será necesario el transporte del personal, maquinaria, materiales y equipos menores para las diferentes actividades del proyecto.</p> |
| Remoción de vegetación y descapote | <p>Consiste en la remoción de la superficie arbustiva y de la capa superficial del suelo. Esta actividad será necesaria para toda la infraestructura del proyecto. El material removido será almacenado en forma provisional para su eventual reutilización al concluir las obras o para ser entregado a las comunidades para que puedan darle algún uso.</p> <p>Aplica a la primera fase de construcción de los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas temporales (Campamentos, Planta de concreto, zonas de taller, etc.) • Vías nuevas del proyecto. • Plataformas para obra de los aerogeneradores <p>Estas obras se ejecutarán con maquinaria de uso convencional para movimientos de tierra como, por ejemplo, bulldozers, retro excavadora, cargadores, camiones de plataforma y camiones de volteo.</p> |
| Excavaciones y movimientos de tierra | <p>Corresponde a los trabajos generales sobre los terrenos a intervenir con el objeto de adecuar la topología de estos para las obras que sobre él se implantarán, acorde con el proyecto. Actividad que será ejecutada durante el desarrollo de la obra según los requerimientos y el programa de trabajo, siendo en primera instancia la adecuación de los terrenos de las áreas temporales. Aplica a la primera fase de construcción de los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas temporales (Campamentos, Planta de concreto, zonas de taller, etc.) • Vías nuevas del proyecto. • Plataformas para obra de los aerogeneradores: |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Plataformas permanentes: cimentación del aerogenerador y plataforma de montaje, operación y mantenimiento. • Plataformas temporales: zona de trabajo para cimentación, zona de acopio de palas y acopio de equipos (nacelle, torre, etc.). Son zonas que se podrán utilizar en operación en el caso de requerir un mantenimiento mayor que implique el cambio de elementos como palas, buje, entre otros. • Zona libre de obstáculos: zona para el armado de la grúa con adecuaciones menores para la instalación de los apoyos. Se adecuarán entre 4 y 6 puntos de apoyo para la base de las grúas principales y auxiliares. Es una zona que se podrá utilizar en operación en el caso de requerir un mantenimiento mayor que implique el cambio de elementos como palas, buje, entre otros. |
| <p>Construcción de obras temporales, campamento, instalación de apoyo operativo y plantas de concreto.</p> | <p>Incluye actividad de compactación: utilizando tierra proveniente de excavaciones o tierra proveniente de canteras o proveedores autorizados, se ejecutarán rellenos de los terrenos para disponer de los niveles topológicos propuestos en la ingeniería, donde aplique. Este material se regará sobre los terrenos y se compactará en forma mecánica a fin de brindar la consistencia exigido en las normas de construcción no menor de 90% proctor modificado, o la que exija el proyecto).</p> <p>También incluyen las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalación y Montaje de los contenedores provisionales acondicionados para oficinas, comedores y casa de cambio (vestier). • Instalación de baños portátiles en los frentes de trabajo, servicios (Plantas eléctricas, tanques de agua, drenajes). • Instalación de planta de concreto <p>Una vez liberado el derecho de uso, se desarrollan las labores de los movimientos de tierra, tales como desmonte, nivelación del terreno, drenajes y servicios que den condiciones de uso, de acuerdo con los proyectos.</p> <p>Las obras mayores asociados a campamentos, oficinas, planta de concreto, que incluyen los servicios de electricidad, agua, manejos de residuos humanos y cerramientos permitirán disponer de las condiciones de operación.</p> <p>El alojamiento del personal será preferentemente en el campamento del Parque Eólico y/o en los centros poblados más cercanos al lugar de la obra.</p> <p>Adecuación de un área menor que comprende una instalación de apoyo operativo. Su ubicación está definida en la zona de campamento y será de carácter permanente e incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacén de equipos menores • Taller de mantenimiento básico • Oficina • Puesto de vigilancia |
| <p>Operación de obras temporales, campamentos, almacén y taller.</p> | <p>Comprende las siguientes actividades:</p> |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Campamentos: funcionamiento de oficinas y actividades administrativas, suministro de alimentación, alojamiento de personal, servicio de baños portátiles. • Almacén: almacenamiento de productos químicos y combustibles. • Taller: donde se llevarán a cabo reparaciones menores de equipos y vehículos. |
| Operación de la planta de concreto | Comprende el almacenamiento de material, producción de concreto y el funcionamiento de laboratorio. |
| Construcción y conformación de vías internas del proyecto | <p>Respecto a las vías internas proyectadas en el Parque Eólico para cada punto de implantación de cada aerogenerador, se desarrollarán las obras según el trazado, pendiente, terraplenes, drenajes establecidos en el proyecto.</p> <p>Una vez preparado el trazado dentro de las actividades de movimiento de tierra, y disponiendo de las pendientes y conformado la superficie de subbase, se colocará una capa superior de material granular, debidamente compactada que servirá de «firme» y superficie de rodamiento.</p> <p>Se incluyen obras complementarias como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obras de drenaje vial. • Ocupaciones de cauce: obras hidráulicas para cruces de drenajes con vías e Instalación de señalización de seguridad industrial y de tipo ambiental. Si es el caso, construcción de obras de protección geotécnica para estabilización de taludes. • Obras de cruce de redes eléctricas a las vías (estas se deben ejecutar antes del relleno de la vía y conformado de la superficie de esta) • Acabado de la superficie. <p>Compactación: utilizando tierra proveniente de excavaciones o tierra proveniente de canteras o proveedores autorizados, se ejecutarán rellenos de los terrenos para disponer de los niveles topológicos propuestos en la ingeniería, donde aplique. Este material se regará sobre los terrenos y se compactará en forma mecánica a fin de brindar la consistencia exigido en las normas de construcción no menor de 90% proctor modificado, o la que exija el proyecto).</p> <p>El diseño geométrico de las vías tiene en cuenta las dimensiones y especificaciones que requieren los vehículos que transportarán los diferentes componentes de los aerogeneradores. Incluye las derivaciones desde la vía Uribia-Puerto Bolívar hacia la red vial del Parque Eólico, deberá requerir rampas de salida que permita las operaciones de los vehículos de carga pesada (esto se ejecuta previa autorización de las autoridades viales).</p> |
| Adecuación de cada área de implantación de aerogenerador | En cada sitio de instalación de aerogeneradores se implantará su diseño con las dimensiones y orientación de los distintos componentes de la obra (cimentación, plataforma permanente, plataformas |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|---|---|
| | <p>provisionales para obra, áreas de maniobra de vehículos y campamento). Mediante maquinaria pesada se realizará la explanación y nivelación necesarias para la construcción de la base y su cimentación. Habiéndose realizado las obras de preparación de las plataformas, se dispondrá de áreas para la colocación y posterior ensamblaje de las grúas requeridas para el izado y ensamblaje de los generadores, así como los sitios de descarga y almacenamiento temporal de la torre y las palas.</p> |
| <p>Construcción de fundaciones de aerogeneradores.</p> | <p>Para la cimentación de un aerogenerador se debe disponer ya de vías internas operativas hasta el punto de construcción y deben estar concluidos los movimientos de tierra de las plataformas temporales y permanentes asociadas al aerogenerador. Las actividades involucran lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excavación del pozo de la fundación mediante uso de excavadores mecánicos • Armado de la grilla de acero interno, colocación de tuberías para acceso de cables y servicios. • Vaciado de concreto, y colocación de la jaula de fijación de los aerogeneradores, acorde con las condiciones de diseño. <p>Todos los trabajos serán ejecutados con control topográfico permanente.</p> <p>Una vez concluidas las obras, se deberán movilizar los excedentes de las excavaciones y los escombros y sobrantes de concreto hacia los puntos de almacenamiento, quedando el terreno limpio y listo para las etapas siguientes.</p> |
| <p>Traslado de aerogeneradores y equipos mayores.</p> | <p>Para la construcción del Parque Eólico será necesario el transporte de las diversas partes de los aerogeneradores como palas, rotores, nacelle, etc.</p> <p>Las características y dimensiones específicas de las partes del aerogenerador, así como tipo de maquinaria requerida para su transporte e instalación, será definido cuando se haga la contratación final con el tecnólogo. De igual forma y, previo a la construcción, se realizará una ingeniería de detalle con el propósito de optimizar al máximo los diseños.</p> <p>Habiéndose realizado las obras de preparación de las plataformas, se disponen de áreas para la colocación y posterior ensamblaje de las grúas requeridas para el izado y ensamblaje de los generadores, así como los sitios de descarga de las torres y palas. Ello permite trasladar, usando la vía del proyecto, hasta cada punto de implantación los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes de las grúas de izado. • Componentes de las torres, nacelle y palas de los generadores. • Herramientas y equipos menores de construcción. |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|---|--|
| Montaje de la grúa | <p>Para el montaje de la grúa se requieren zonas libres de obstáculos las cuales se requiere la remoción de vegetación y adecuaciones para los apoyos.</p> <p>En esta zona se adecuarán entre 4 y 6 zonas de apoyo para las grúas principales y auxiliares.</p> |
| izado y ensamblaje de aerogeneradores. | <p>Una vez finalizada la descarga de las unidades y ensamblado la grúa, se procederá al armado y ensamblaje de los aerogeneradores, incluyendo ensamblaje y fijación de las torres de cada unidad, colocación de sistemas de balizaje aéreo fijación de las góndolas, colocación y ajuste de las palas.</p> <p>Una vez asegurado el preciso alineamiento vertical y correcto ensamblaje de todos los componentes se desarrollará el conexionado interno de los componentes, eléctricos y mecánicos del sistema en su totalidad.</p> <p>Estas actividades dejarán a los generadores listos para la conexión externa.</p> |
| Construcción de zanjas y tendido de cables de potencia, control, comunicaciones y puesta a tierra. | <p>El conexionado eléctrico que incluye redes de media tensión, red de comunicaciones y red de tierra tendrán un recorrido, principalmente siguiendo las vías de acceso. Las zanjas serán para instalación de cables directamente enterrados, por lo que la secuencia constructiva debe incluir lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remoción y almacenamiento de capa vegetal. • Excavación de zanja. • Relleno de arena hasta nivel de cables. • Colocación de cables. • Relleno con arena, tierra, Balizas. • Reposición de superficie vegetal, donde aplique. • Colocación de hitos de señalización superficial. <p>Durante el cableado, se incluye el tendido de cables a través de las canalizaciones requeridas para cruzamientos con vías y cuerpos de agua, y cuyas obras civiles preceden el inicio de esta serie de actividades.</p> |
| Disposición del material sobrante de excavación. | <p>Adecuación de la zona definida para las ZODMES.</p> <p>Los sobrantes de excavación que no sean utilizados en obra serán acopiados de forma permanente en los depósitos de materiales también llamados ZODME - Zonas de Depósito de Materiales de Excavación.</p> |
| Mantenimiento de maquinaria y equipo durante la construcción | <p>Comprende los mantenimientos menores a los diferentes equipos y vehículos que participan en la construcción. Incluyen cambios menores de piezas, cambio de aceite, entre otros.</p> |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|--|--|
| Desmante de instalaciones provisionales y retiro de material sobrante | <p>El desmante de todas las instalaciones provisionales utilizadas en la fase de construcción del proyecto como almacenes, oficinas, baños portátiles, campamento, sistemas de tratamiento de aguas, planta de concreto. Además, el retiro de materiales, equipos y maquinaria pesada utilizada en la obra.</p> <p>Todo el material disponible en las zonas de acopio, una vez culminada la obra, será retirado por transportistas certificados para su retiro de la zona de trabajo y vertido en zonas legalmente establecidas para recibirlos.</p> <p>De la misma manera, todos los equipos y maquinaria, no previstas para labores de mantenimiento, serán retirados de la obra hacia los depósitos de los contratistas.</p> <p>Reconformación paisajística de las áreas temporales intervenidas.</p> |
| Conexión y pruebas de aerogeneradores | <p>El cableado, una vez tendido dentro del sistema del Parque eléctrico debe ser conectado en los extremos; por un lado, en cada unidad de generación y por otro lado en las subestaciones o centro de operación.</p> <p>Esto involucra cables de potencia, cables de control, cables de comunicaciones y cables de tierra.</p> <p>Toda conexión deberá ser verificada, incluyendo mediciones y pruebas de funcionamiento, continuidad e integridad de los distintos sistemas.</p> <p>Se realizarán todas las pruebas de puesta en servicio para cada una de las partes del proyecto y sus equipos, como lo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aerogeneradores. • Equipos de media tensión en cada aerogenerador. • Certificación de valores nominales y cumplimiento de regulación. |
| Fase: Operación y Mantenimiento | |
| Operación del Parque eólico y generación de energía | <p>Una vez realizada el completo ensamblaje, verificación y pruebas de cada generador y sus conexiones externas, se dispone de un sistema listo para operar. Ello involucra el manejo y ajuste de los elementos de control disponibles en cada aerogenerador y en el centro principal de control general.</p> <p>Adicionalmente, se considera la instalación de apoyo operativo ubicada en la zona de campamentos, descrita en la fase de construcción.</p> <p>La operación podrá realizarse de forma remota en sala de operaciones que puede estar ubicada en una instalación de otro proyecto que</p> |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|--|---|
| | <p>desarrolla compañía y que será objeto de otro licenciamiento independiente.</p> <p>La operación conlleva, supervisión del estado operativo, accionamiento en caso de eventos detectados según el sistema centralizado de alarmas, registro continuo de la energía transportada y exportada al centro de conexión con el sistema nacional.</p> <p>Esta fase de operación involucra poca a ninguna acción de tipo Civil o mecánico, siendo principalmente el manejo de los sistemas de control, sean estos manuales o automatizados durante la etapa de vida del Parque eólico. Involucra la presencia de operadores certificados en los centros de control y supervisión remota a través de los sistemas de comunicación integral.</p> |
| Transporte interno personal operativo | <p>Durante la fase de operación del parque eólico se hará presente personal técnico de cantidad reducida para la operación de los centros de control y personal de mantenimiento que desarrollarán recorridos a lo largo de la red vial interna para la inspección visual de las instalaciones. Los recorridos se realizarán en camionetas o vehículos.</p> |
| Mantenimiento de vías | <p>El sistema vial interno será conservado durante la vida útil del Parque Eólico. Para ello se realizarán mantenimientos a las obras de drenaje, cunetas y un mantenimiento de las condiciones geométricas.</p> |
| Calibración, revisión y mantenimiento periódico de unidades generadoras y equipos | <p>Estas actividades de mantenimiento se dividen principalmente en dos partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: se realizan actividades de inspección en la torre, la cimentación, elementos en la parte baja del aerogenerador, las palas, el rotor, el eje principal, el sistema de orientación de palas (pitch), el rodamiento principal, la multiplicadora (si la tiene), y el generador. Generalmente, se realizan cada 6 meses o un año (dependiendo del tipo de máquina) <ul style="list-style-type: none"> ○ Dentro del plan de mantenimiento preventivo también se realizan revisiones semestrales por medio de las cuales se realiza una inspección del aerogenerador que puede incluir la generación de ruidos, colmataciones de filtros, estado de los sistemas de frenado, rodamientos, acoplamientos, entre otros. ○ El plan de mantenimiento preventivo se realizará de acuerdo con las instrucciones y requerimientos del fabricante para el aerogenerador que finalmente se instale en el proyecto. • Mantenimiento correctivo: se realizan labores de este tipo cada vez que se presente una falla en alguno(s) de los componentes de los aerogeneradores. <p>Para este tipo de mantenimientos se requieren equipos conformados por un número estimado de 2 a 5 personas por frente de trabajo. A su</p> |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|--|---|
| | <p>vez, se necesitará un equipo de supervisión que incluye como mínimo: cinco (5) personas del área administrativa del equipo operativo.</p> <p>Los requisitos mínimos para llevar a cabo unas actividades adecuadas de mantenimiento son: vías de acceso adecuadas, conexión de banda ancha permanente, disponer de conexión a la red o en su ausencia utilizar las instalaciones de alimentación auxiliar disponibles, proveer seguridad para el parque y mantener la infraestructura del Edificio de Control.</p> <p>Aquellos equipos de mantenimiento, equipos auxiliares, instalaciones temporales y materiales sobrantes resultado de las labores de mantenimiento, serán retirados y/o dispuestos de acuerdo con su clasificación.</p> <p>Se ha incluido el apartado: 3.2.4.2.7 en este documento donde se detallan las actividades individuales típicas del mantenimiento a realizar.</p> |
| Fase de Desmantelamiento, restauración, cierre y clausura | |
| <p>Al concluir la vida de operación del parque Eólico, se podrá repotenciar el parque para que siga prestando el servicio de generación de energía, utilizando la infraestructura básica existente (vías, zanjas, etc.). Se tendrán en cuenta las consideraciones de la normativa vigentes para este propósito.</p> <p>Se podrá optar por el desmantelamiento del parque eólico, y para efectos de este análisis se considerarán las siguientes actividades:</p> | |
| Adecuación de instalaciones temporales para el desmantelamiento del parque eólico | Adecuación de las instalaciones temporales para las labores de desmantelamiento. Serán ubicadas dentro de la misma zona de campamentos de la fase de construcción. |
| Tránsito de maquinaria y vehículos | <p>Para la fase de desmantelamiento se deberá disponer de equipos y maquinarias de mayor dimensión a las requeridas para el mantenimiento, ya que se requerirán grúas telescópicas, equipos de carga y vehículos de transporte y plataforma. La circulación de vehículos se llevará a cabo a través de las vías internas construidas para el proyecto en su accionar hacia cada uno de los aerogeneradores</p> <p>Las vías no serán desmanteladas, quedando las mismas para uso de la comunidad, a menos que las mismas presenten impedimentos para obras propias de la comunidad y que hayan sido identificadas en los convenios.</p> |
| Desmantelamiento de aerogeneradores, y torres, incluyendo equipos internos. | Cada uno de los aerogeneradores y torres de medición, una vez concluida la etapa operativa del parque eólico, será desmantelado, utilizando grúas y retirados del parque hacia sitios de almacenaje permanente fuera del área de influencia, propiedad del promotor. Se |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Actividades | Descripción |
|---|---|
| | <p>incluyen todos los componentes internos, gabinetes, válvulas, medidores y sistemas eléctricos</p> <p>La estructura de concreto de la cimentación de los aerogeneradores quedará a nivel de suelo y se realizarán actividades de reconformación paisajística.</p> |
| Desmantelamiento de instalaciones temporales e instalaciones operativas. | Desmantelamiento de todas las instalaciones temporales utilizadas para la operación y el desmantelamiento del Parque Eólico. |
| Retiro de cables subterráneos, relleno de las zanjas y conformación de la superficie | Una vez desactivada la red eléctrica se retirarán los cables de las zanjas. Los cables serán retirados del área hacia almacenes del promotor. Las excavaciones de las zanjas para acceder a los cables serán objeto de una restauración geomorfológica. |
| Reconformación paisajística de áreas intervenidas | Una vez retirados los equipos, instalaciones y cables, y otros elementos relativos al parque eólico como señalización y avisos, la zona se reconformará paisajísticamente, libre de obstáculos y conservará un aspecto visual en consonancia con el resto del territorio. |

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Como se ha indicado en numerales precedentes, el proyecto incluye la implantación del conjunto de aerogeneradores, las vías requeridas, drenajes, redes eléctricas, movimientos de tierra y en general todos los sistemas requeridos para la completa instalación del parque eólico. La subestación elevadora, así como la línea eléctrica de evacuación en alta tensión correspondiente, serán objeto de un proyecto independiente, por lo que este documento se refiere únicamente al parque de generación.

3.2.3. Diseño del Proyecto

Para el desarrollo de los trabajos de diseño del parque Eólico Casa Eléctrica, fue necesario establecer los criterios detallados para los distintos componentes de este. Esto involucró lo siguiente:

- Criterios de diseños aplicables.
- Ubicación de cada unidad y requerimientos de áreas de construcción.
- Requerimientos de zonas de almacenaje.

3.2.3.1. Criterios de Diseño

La ubicación de las unidades aerogeneradores resulta del análisis de la distribución de los vientos en la zona del proyecto y la optimización de ubicación según los estudios previos. La ubicación y disposición de los aerogeneradores se ha elegido en función de siete criterios

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

que en su conjunto permiten establecer una ubicación final del conjunto de aerogeneradores.

Es importante indicar que la operación de los aerogeneradores obedece a una función integral que considera su ubicación frente a los elementos sociales y ambientales presentes en el área de estudio. Es por ello, que se deben considerar las ubicaciones propuestas como finales, habiéndose realizado análisis exhaustivos referidos a los efectos de cada implantación sobre las edificaciones presentes y considerando las condiciones eólicas del área.

A continuación, se presenta la descripción general de los criterios utilizados para el diseño del proyecto Casa Eléctrica:

- Recurso eólico: en función de la dirección predominante del viento, del efecto de estela que define la reducción del flujo del viento sobre las unidades ubicadas “viento abajo” entre unidades vecinas o próximas. así como del recurso eólico disponible en la zona.
- Distancias entre unidades aerogeneradores: Las distancias se definieron considerando una separación de al menos dos veces el diámetro del rotor en el eje transversal en la dirección predominante del viento y cinco veces la longitud del rotor entre ejes o alineaciones de unidades sobre el eje predominante del viento. En cualquier caso, la distribución obedece siempre a respetar las restricciones ambientales y sociales establecidas, así como minimizar el efecto estela que se genera entre las turbinas de manera que se llegue a una implantación compatible ambientalmente con la maximización de generación.
- Distancias entre unidades e infraestructuras: estas separaciones se definieron en función de las distancias mínimas establecidas en la reglamentación a otros elementos como carreteras y carretables existentes, edificaciones, además de las propias distancias entre las turbinas, que viene determinado por el fabricante de estas.
- Servicios existentes: Se aplicaron criterios en función de evitar en lo posible cruces o acercamientos con infraestructura como vías o redes eléctricas.
- Geográfico: en función de la disponibilidad del terreno y de la orografía de la zona, considerando también la facilidad para llevar a cabo las obras necesarias, incluyendo accesos y logística.
- Social y Cultural: Se consideró la existencia de patrimonio histórico en las inmediaciones del terreno afectado y de elementos culturales de importancia para la etnia Wayuu. Así mismo, se tuvo en cuenta la ubicación de elementos como viviendas, escuelas, cementerios, iglesias y jagüeyes.
- Técnicos: en lo relativo a la propuesta de los ejes viales nuevos se consideró la pendiente máxima admitida por las dimensiones de los vehículos de carga y de los equipos a transportar, los radios de curvatura admisibles según las recomendaciones de los fabricantes de los equipos de transporte, la minimización

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

de cruces a cauces naturales y el cumplimiento de las separaciones mínimas a los elementos de infraestructura existentes. También se consideró la orientación de las líneas eléctricas de evacuación hacia el punto de conexión a la futura subestación de evacuación al sistema de transmisión nacional.

En las Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 se presentan las consideraciones técnicas y criterios de restricción utilizadas para la ubicación de la infraestructura del proyecto Casa Eléctrica. Es oportuno señalar que no se tiene normatividad para esta definición y las referencias internacionales son escasas y disímiles. Así, para la definición de las restricciones se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Criterios normativos: Se consideró lo definido en el Código de Recursos Naturales y el Decreto 1076 de 2015, para distancias a cuerpos de agua.
- Criterios de Ingeniería: Se considera como distancia a edificaciones y viviendas la sumatoria de altura de torre más altura de pala. Para el caso de estructuras eléctricas se consideró el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- Criterios Preventivos: Se establecieron distancias mínimas para no interferir con elementos de significancia para las comunidades, como cementerios, enramadas y patrimonio arqueológico. En este caso se consideró que no se generarán daños a los elementos que conforman estos elementos.
- Criterios de riesgos: se adopta como criterio de seguridad la altura total del aerogenerador (210m que corresponde a la suma de torre más pala) mas 5 metros de margen de seguridad adicional.

Tabla 3-5 Distancias de restricción a elementos de infraestructura civil del proyecto

| Identificación de elemento de restrictivo | Separación requerida (m) |
|---|--|
| Arroyos | 30 m a cada lado del eje (solo se hará intervención en sitios de ocupación de cauce por el cruce de vías y zanjas) |
| Jagueyes | 30 m a lo largo del perímetro de ocupación |
| Rozas | 15 m a lo largo del perímetro de ocupación |
| Rancherías, viviendas y edificaciones | 15 m de separación a lo largo del perímetro |
| Cementerios y sus enramadas | 20 m de separación a lo largo del perímetro |
| Exclusión arqueológica | 15 m de separación a lo largo del perímetro |

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Tabla 3-6 Criterios de separación entre el centro del aerogenerador y elementos del territorio

| Identificación de elemento de restrictivo | Separación requerida (m) |
|---|--|
| Edificaciones, viviendas y rancherías | 215 (medida desde los elementos más externos de las agrupaciones de edificaciones) |
| Cementerios | 215 (medida desde el cerramiento de las tumbas) |
| Enramadas cementerios | 200 (medida desde los elementos más externos del grupo de enramadas que rodean el cementerio) |
| Rozas y jagueyes | 50 m (medida aplicada al contorno de cada elemento) |
| Arroyos | 30 m a cada lado del eje (solo se hará intervención en sitios de ocupación de cauce por el cruce de vías y zanjas) |
| Vía Férrea | 215 (medida respecto al eje de la vía) |
| Línea Eléctrica 110 kV | 105 (medida al eje de la línea) |
| Exclusión arqueológica | 50 (medida aplicada al contorno del elemento) |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Tabla 3-7 Requerimientos de diseño – vías nuevas

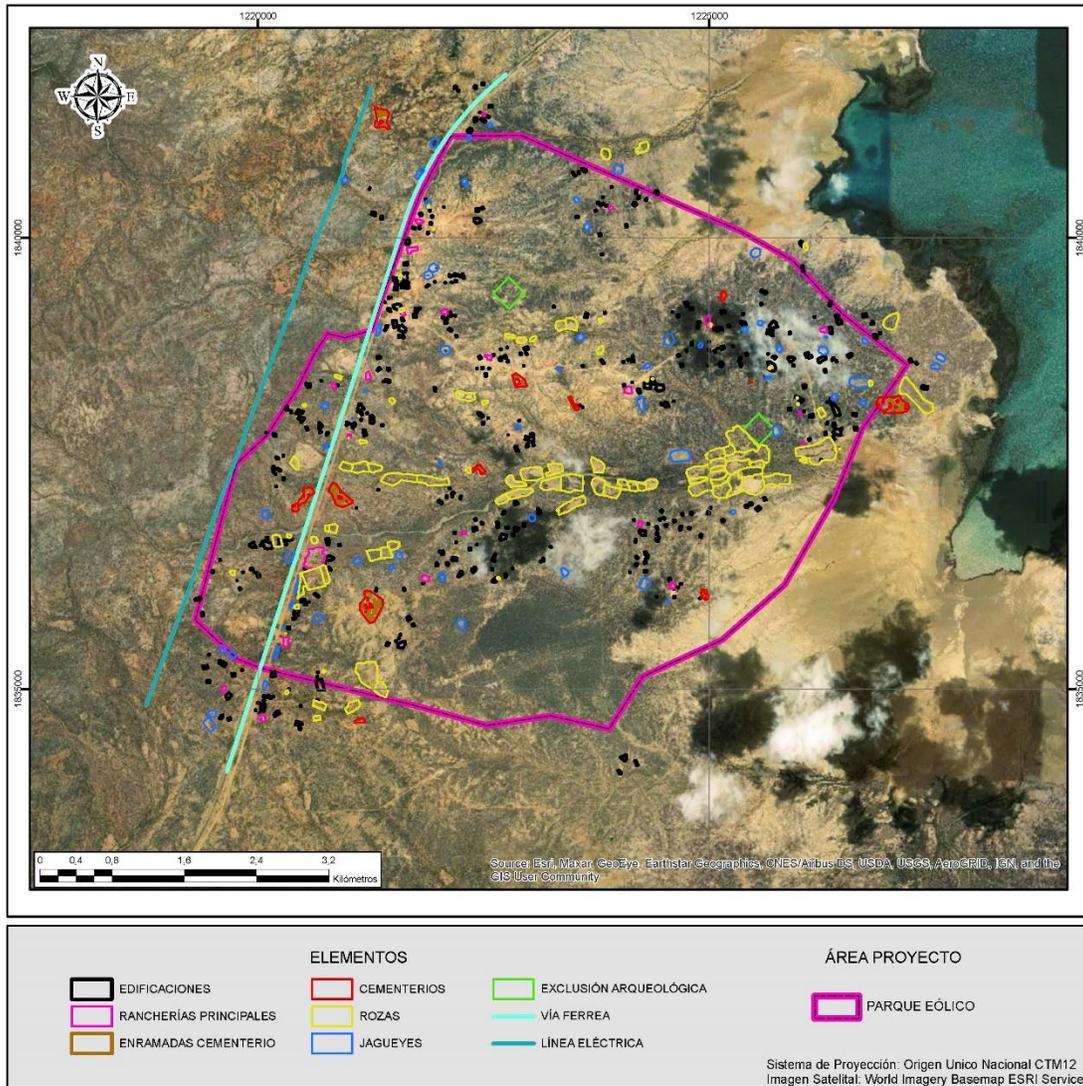
| Identificación de elemento | Requerimiento mínimo |
|----------------------------------|--|
| Ancho de vía | 13 m (superficie de rodamiento) (Sobreecho por relleno o corte lateral (Varia entre 0,5 m y 6 m, sobreecho total según requerimientos del movimiento de tierras) |
| Radio de curvatura mínimo | 50 m |
| Pendiente máxima | +/- 5 % |
| Disposición de terraplén lateral | 3H:2V |
| Composición de drenajes | Cuneta natural de desagüe de 1m de ancho y 0,5 m de profundidad |

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Con base en lo anterior, para el diseño del proyecto eólico se tuvieron en cuenta criterios técnicos, ambientales y sociales con el propósito de proteger a las comunidades indígenas que viven en el área de influencia, así como sus viviendas y elementos ambientales y culturales pertenecientes al resguardo indígena Wayuú de la media y la Alta Guajira.

En la siguiente figura se pueden observar los elementos identificados en el territorio, a partir de la fotointerpretación de la ortofotografía y de los recorridos de campo realizados con objeto de este EIA.

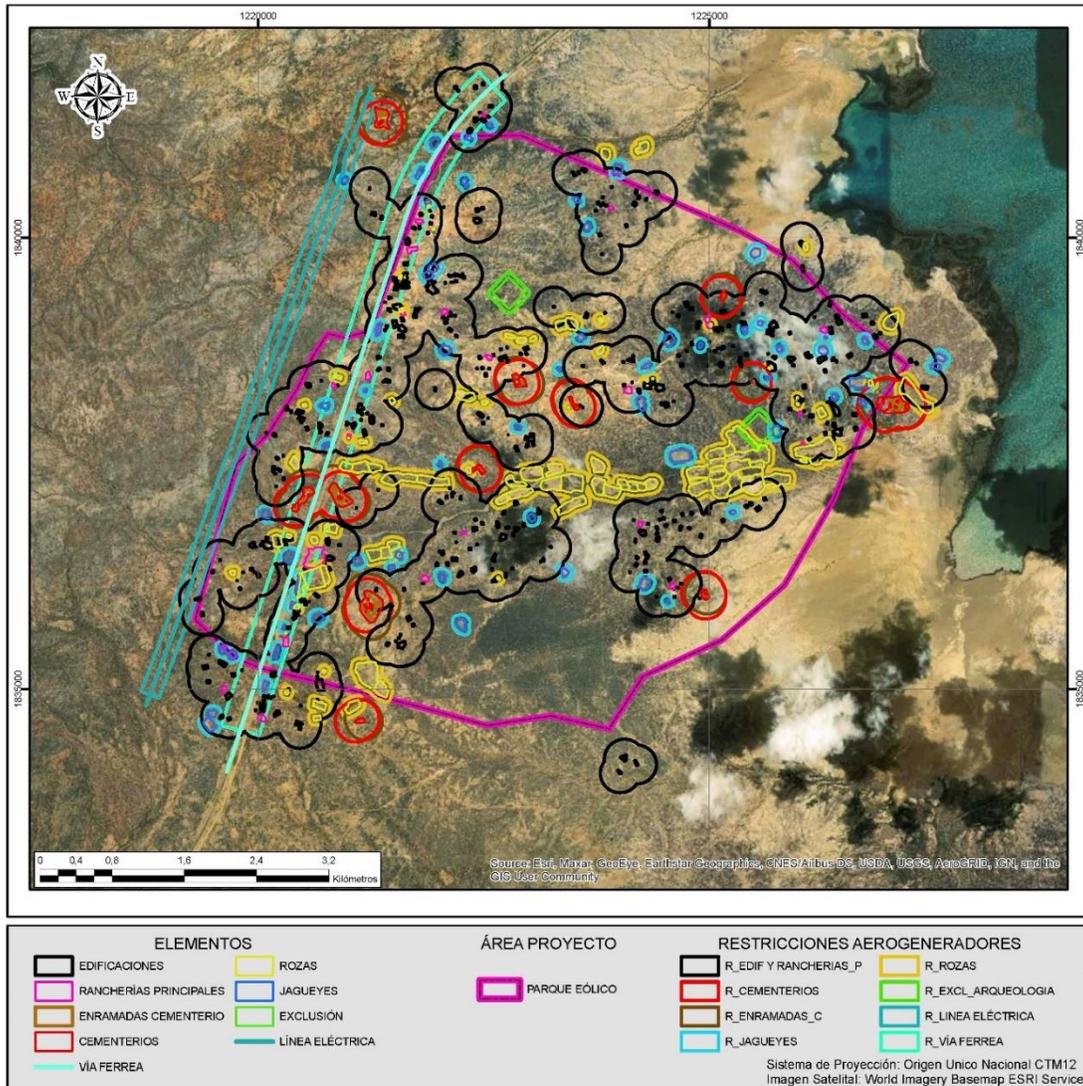
Figura 3-3 Identificación de elementos área de estudio



Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

Teniendo en cuenta la identificación de estos elementos, se generó el mapa de restricciones con base en los criterios definidos en la Tabla 3-5, de modo que se pudieran identificar las zonas disponibles para la ubicación de los aerogeneradores como se observa en la siguiente figura.

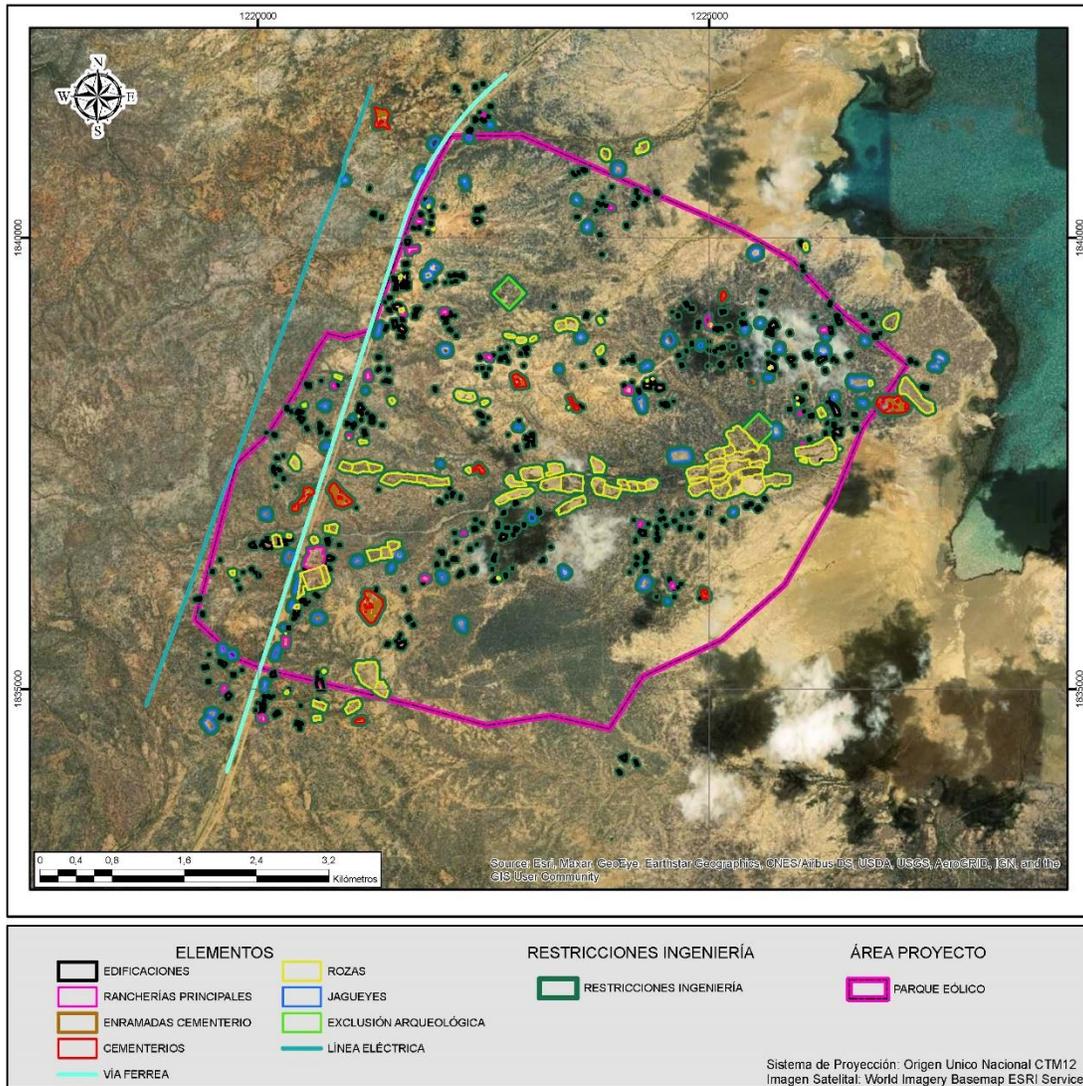
Figura 3-4 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores



Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

De forma similar, se generó el mapa de restricciones con base en los criterios definidos en las Tabla 3-6 para poder identificar las zonas disponibles para el trazado de las vías y otra infraestructura civil, como se observa en la siguiente figura.

Figura 3-5 Mapa de restricciones para la ubicación de vías y otra infraestructura civil



Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Con base en las restricciones definidas se llevó a cabo un proceso iterativo para la definición del "Layout" de aerogeneradores.

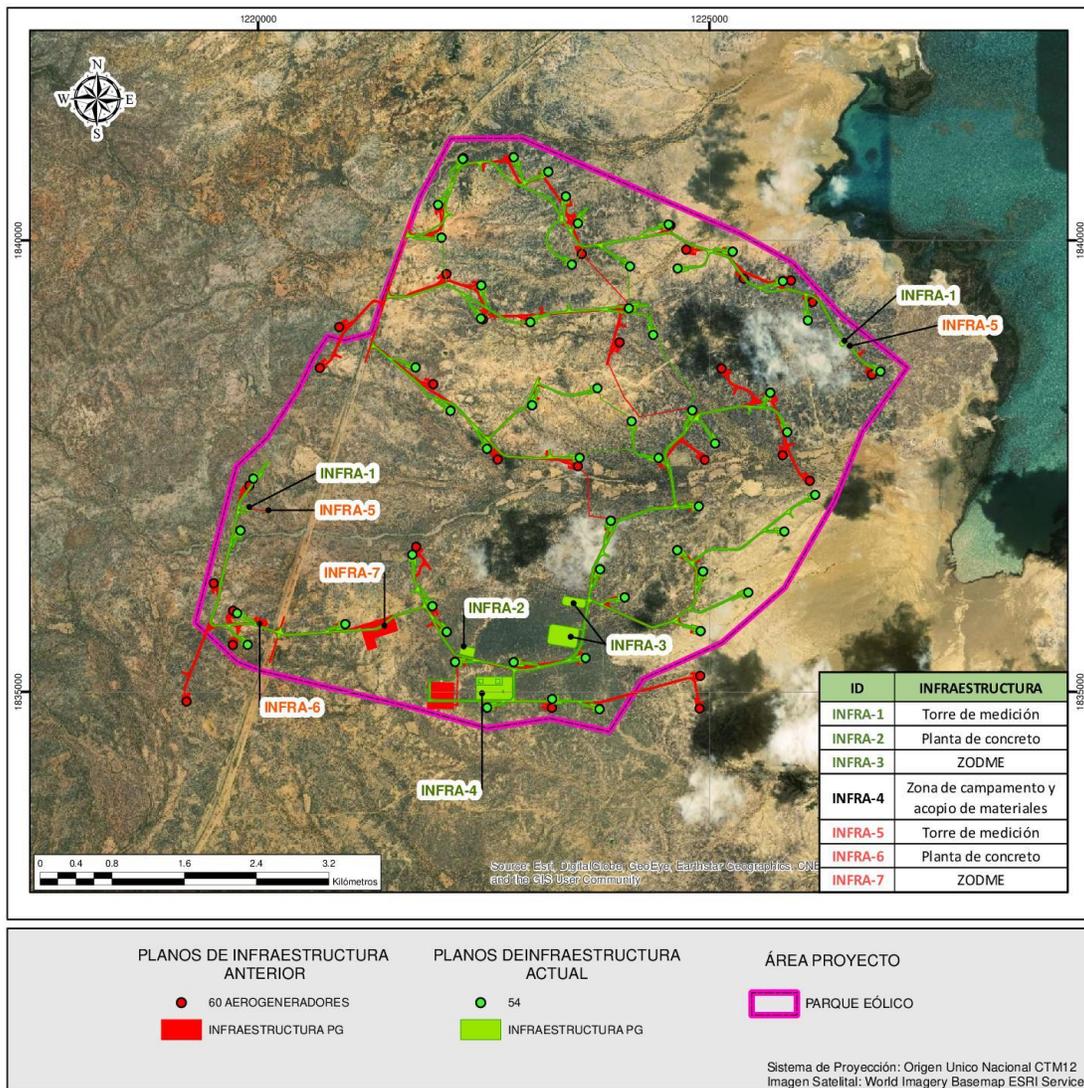
Además, teniendo en cuenta el trabajo de campo y fotointerpretación, se evidenciaron especialmente arroyos intermitentes y cauces efímeros presentes en el área del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó una redistribución de los aerogeneradores de modo que las cimentaciones y plataformas, no estuvieran en la zona restrictiva delimitada por 30m a lado y lado de los arroyos, independientemente de contar o no con evidencias geomorfológicas asociadas al cauce.

El anterior ejercicio sumado a las otras restricciones descritas anteriormente permitió llegar a una configuración final de la implantación del proyecto.

En la siguiente figura, se observa el “layout” previo y el actual después de considerar todas las restricciones, ambientales y sociales. Así, se pasó de un “layout” de 60 aerogeneradores a uno de 54.

Figura 3-6 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores



Fuente: Jemeiwaa Ka'í-AES Colombia, 2020.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

3.2.3.2. Criterios de ubicación de cada aerogenerador y requerimientos de áreas de construcción

La ubicación de las unidades aerogeneradores resultaron del análisis de la distribución de los vientos en la zona del proyecto y la optimización de la ubicación según los estudios previos. Las áreas de ocupación a la vez debieron cumplir los siguientes criterios:

- **Áreas de ocupación:** Cada aerogenerador está soportado por una cimentación cuya área de ocupación está definida por una superficie cilíndrica de diámetro no mayor de 30 metros. No obstante, existen requerimientos adicionales que son necesarios para llevar a cabo la construcción y ensamblado de cada unidad. Estas deben tener pendiente mínima con terrenos conformados mediante movimientos de tierra con taludes 3H:2V.
 - ❖ Perímetro para trabajo de fundación (temporal) que consiste un área rectangular de 40 m x 30 m, dentro de la cual se incluye el área permanente de la fundación
 - ❖ Plataforma (permanente) de montaje, operación y mantenimiento de 60 m x 40 m
 - ❖ Zona de acopio de trabajo (temporal) para descargue y acopio de nacelle, torres, etc. (60 m x 20 m).
 - ❖ Zona de acopio temporal de palas (palas) de 111,5 m x 20 m
 - ❖ Zona libre de obstáculos para armado de grúa (130 m x 13 m).
- **Separaciones mínimas:** las unidades y las áreas de ocupación, permanentes y temporales deben cumplir los criterios de separación formulados en las Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 que tienen en cuenta criterios ambientales, sociales y técnicos.
- **Altura:** La altura total, considerando la torre y la máxima altura alcanzada por las palas en su pase por el eje vertical, será de 210 m.
- **Geología:** Los puntos de implantación deberán ubicarse en zonas de geología estable con capacidades adecuadas para las cargas esperadas.
- **Orientación:** Las unidades deben estar orientadas de manera de facilitar la accesibilidad y descargue de los elementos que la componen, asegurando que las plataformas de trabajo no interfieran con cauces de agua ni otros obstáculos en la vecindad.
- **Separación entre unidades:** las unidades deberán presentar una separación en función de la dirección predominante del viento, del efecto de “estela” que puede producir la pérdida de capacidad de generación debido a la presencia cercana de unidades vecinas en el sentido de la dirección de llegada del viento predominante, y en función de las magnitudes esperadas del recurso eólico disponible en la zona. La reducción de potencia debido al efecto estela es resultado de análisis numéricos

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

que consideran las variables técnicas involucradas y han definido una separación mínima de 315 metros entre unidades sucesivas en alineamientos vecinas.

Un aspecto de interés que puede tener efecto sobre la comunidad es el efecto “flicker”. Al igual que cualquier estructura elevada, proyectará una sombra en las áreas vecinas cuando el sol cruza las palas. Al estar las palas en movimiento, causan un efecto de parpadeo. En latitudes altas esto es un criterio importante dada la altura del sol y los tipos de vivienda. Las condiciones de La Guajira son distintas en ambos sentidos y, por lo tanto, este no se consideró un criterio de ubicación.

3.2.4. Características técnicas

3.2.4.1. Adecuación y construcción de vías

3.2.4.1.1. Vías de acceso existentes

Para el proyecto se cuenta principalmente con un corredor principal de acceso existente requerido para el transporte de los equipos, materiales, equipos y personal que laborará y operará el proyecto. Es la vía Uribia-Puerto Bolívar, mencionada en esta sección, única vía regional que recorre los terrenos del parque eólico. Existen, además, como ya se detallaron, vías terciarias y menores que forman parte de las vías rurales del tipo no formal. En esta sección se presentan las intervenciones propuestas a las vías principales y secundarias que poseen incidencia en el proyecto.

- Carretera Uribia-Puerto Bolívar

La Carretera Departamental Uribia-Puerto Bolívar constituye la vía principal de acceso carretable al área del proyecto y se usará para el traslado de los equipos a ser desembarcados en Puerto Bolívar o Puerto Brisa, así como los demás insumos provenientes de distintas partes del país.

No se prevén obras de modificación a esta vía por el desarrollo del proyecto Casa Eléctrica. No obstante, en caso de socavación u otros daños en la vía, se llevarán a cabo acciones de reparación de ser necesario. Igualmente, y dado las grandes dimensiones de los aerogeneradores y grúas, podrá requerirse el retiro provisional de avisos, guardavías u otros elementos que puedan afectar el paso. La movilización será coordinada con las autoridades de tránsito, contando con adecuados elementos de advertencia, restricción de velocidad y control de circulación vial.

La vía posee dos carriles de circulación, con superficie sin pavimento en el área de ocupación del proyecto, con tramos de terreno firmemente compactados.

Puerto Bolívar se localiza a aproximadamente a 17.4 km hasta el lindero Sur del Parque Eólico Casa Eléctrica y a unos 10,8 Km del límite norte. Para acceder a las distintas vías

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

nuevas a ser construidas dentro del Parque Eólico Casa Eléctrica, se han propuesto cuatro (4) derivaciones desde la carretera departamental Uribia-Puerto Bolívar.

Con relación a las condiciones de tránsito de la vía se destaca lo siguiente: es una vía de baja pendiente, no pavimentada y con tráfico mixto público.

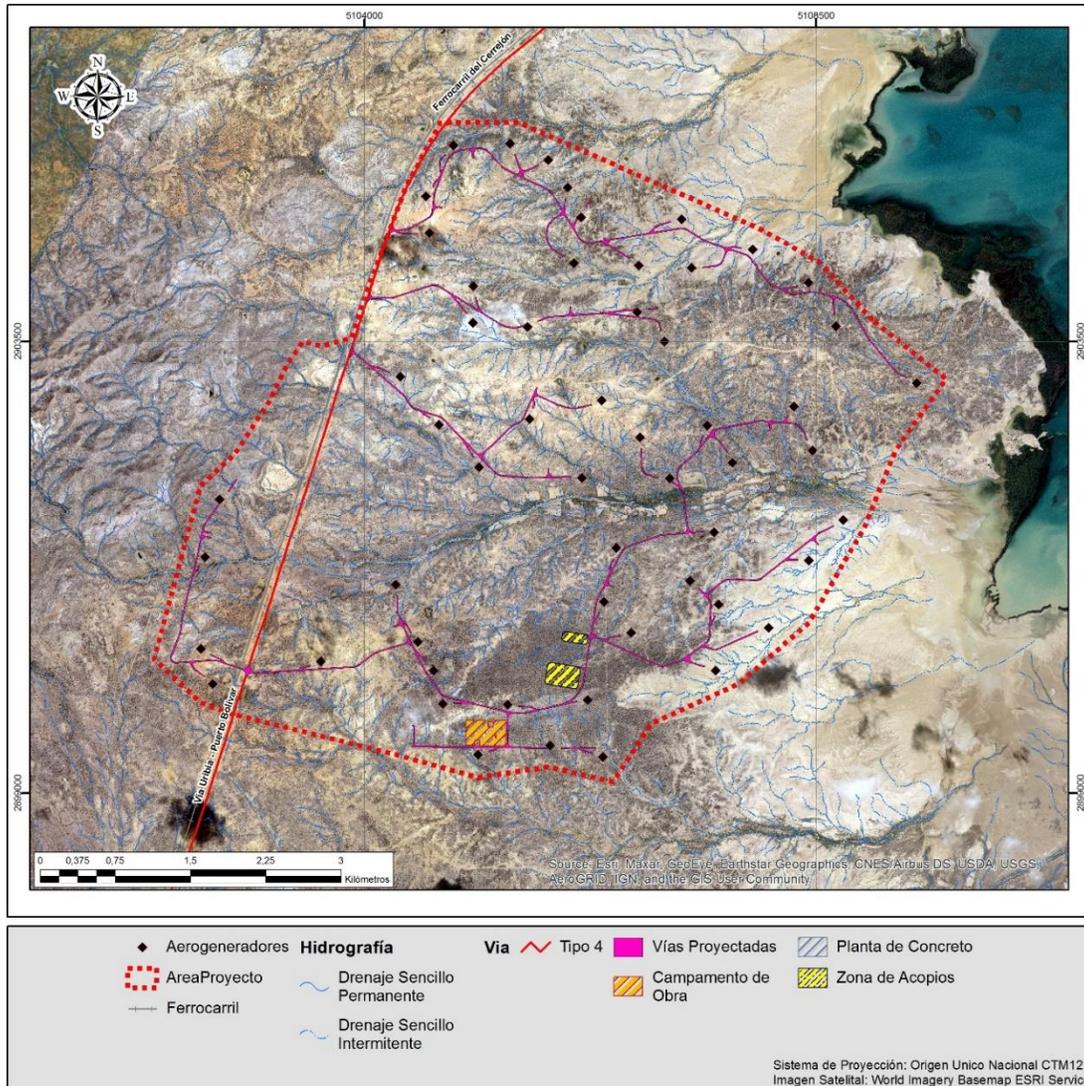
- Puerto Bolívar y Puerto Brisa

Se tienen previstas dos opciones de puerto como punto de llegada marina de los equipos y materiales mayores que serán importados para la construcción del Parque Eólico Casa Eléctrica. Ninguno de los dos puertos (Puerto Bolívar y Puerto Brisa), sufrirán modificaciones al esquema actual por causa del proyecto.

3.2.4.1.2. Vías de acceso a construir

Para acceder a cada aerogenerador, así como a las redes de media tensión se diseñaron más de 40 kilómetros de vías, constituidos por vías de nueva construcción y modificaciones a carretables existentes. Estas vías dispondrán de condiciones mínimas de radio de curvatura, ancho y pendiente impuestos por los equipos de transporte de las unidades aerogeneradores. La Figura 3-7 muestra el área de ocupación del parque eólico destacando las nuevas vías propuestas.

Figura 3-7 Disposición de vías internas del parque eólico



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2020.

Los accesos internos propuestos para el Parque Eólico Casa Eléctrica son vías nuevas por desarrollar y presentan condiciones especiales, ya que están previstos para trasladar las palas de los aerogeneradores cuyas dimensiones pueden llegar hasta 85 metros.

Dichas vías tendrán un terraplén compactado con pendientes no mayores a 7% y radios de curvatura no menores de 50 metros. Su uso estará destinado al traslado de los aerogeneradores y grúas a sus sitios de implantación y luego para las obras complementarias, como la instalación de las redes eléctricas. Asimismo, se utilizarán para mantenimiento y operación del parque eólico.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Como se indicó anteriormente, esta red vial se empalmará mediante cuatro derivaciones a la carretera Uribia-Puerto Bolívar. Estos empalmes se encuentran localizados en los siguientes puntos, tomando como referencia la distancia a la cabecera municipal de Uribia y se destacan en la Figura 3-7:

- Derivación 1: referencia km 57,0 desde Uribia.
- Derivación 2: referencia km 56,4 desde Uribia.
- Derivación 3: referencia km 53,8 desde Uribia.
- Derivación 4: referencia km 52,5 desde Uribia.

Las vías secundarias dentro del área del Parque Eólico no serán intervenidas. Adicionalmente se dispone de una red de senderos carreteables que interconectan las vías de circulación principales y alcanzan más 35 km de vía. Tampoco se prevé hacer modificaciones a ninguna de estas vías, siendo la única acción propuesta la de complementar las pendientes de las carreteras existentes en los 6 puntos de cruce con las vías nuevas del parque eólico. Esta nivelación de cotas en el punto de cruce permitirá conservar la utilidad original de los caminos.

Para describir los nuevos accesos internos se establecerán las vías «Colectoras», que permitirán acceder a varios aerogeneradores, complementándose estas vías con las derivaciones que accederán a los distintos aerogeneradores.

La construcción de las vías comprende una primera fase de apertura del trazado, con remoción y retiro de la capa de suelo vegetal, hasta localizar un material suficientemente compactado, válido como soporte de la nueva vía.

La tierra vegetal retirada en un espesor de aproximadamente 20 cm será acopiada convenientemente, separada del resto de material de excavación hasta que se proceda a su disposición definitiva en las ZODME, o si sus características lo permiten en uso para actividades de reconformación de taludes, zanjas, plataformas y/o manejo paisajístico. Es importante garantizar la conservación de sus propiedades durante el periodo de acopio, evitando, en la medida de lo posible, que se produzcan arrastres de material, tanto por la acción del viento como de la lluvia.

Los materiales empleados en la formación del firme dependerán del tipo de suelo existente en cada emplazamiento; en cualquier caso, se parte de una sección tipo de vía compuesta por una capa de tierras de relleno artificial (piedra picada) de alrededor de 25 cm de espesor, debidamente compactada, con taludes laterales en desmonte de aproximadamente 1H:1V, y en terraplenes de 3H:2V. En sus bordes laterales llevarán una cuneta de desagüe de 1 m de anchura y 0,50 m de profundidad estimadas donde sea necesario.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'í |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

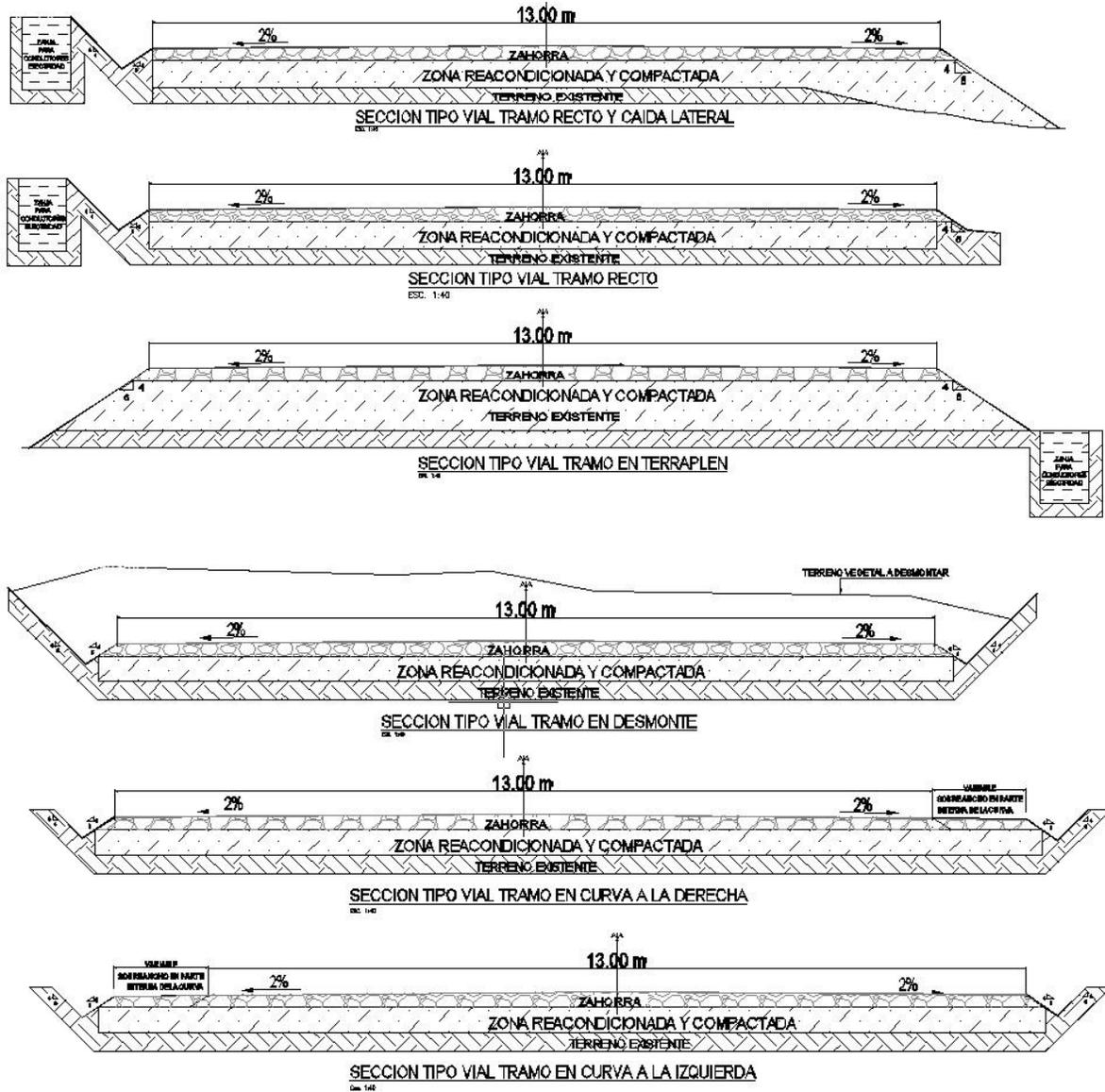
Siempre que sea posible por el tipo de material proveniente de la excavación y de los desmontes, este será aprovechado para la formación de los núcleos de terraplenes proyectados.

Cuando sea necesario realizar sobre anchos, el afirmado de éstos será realizado con material óptimo resultante de las propias excavaciones de la obra o de préstamos autorizados. En caso de necesitar (por las características propias del terreno) el aporte de una capa final más consistente, este será realizado mediante el extendido y compactación de una capa de sellado a determinar en obra, de 15 cm de espesor.

Las zonas ampliadas en las curvas como sobre anchos serán recuperadas a su estado original al término de los trabajos, incluyendo la retirada de las posibles capas de subbase extendidas.

Las secciones típicas de las vías a ser construidas se muestran a continuación:

Figura 3-8 Secciones Típicas de las vías a ser construidas.



Fuente: PERSAEUS, 2020.

Las magnitudes de obra civil asociadas a las obras viales se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 3-8 Magnitud de obra para vías – Parque Eólico Casa Eléctrica

| Elemento Asociado | Excavación (Corte) (m³) | Relleno (m³) | Base y Sub-Base (m³) | Capa Vegetal (m³) | Capa de rodadura (m³) |
|-------------------|-------------------------|--------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| Vías nuevas | 277.390,14 | 393.813,34 | 300.018,63 | 132.628,64 | 83.365,03 |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

3.2.4.1.3. Infraestructura Civil – Drenajes y cruces con cuerpos de agua

Debido a su extensión y destinos obligados, se hace inevitable la existencia de cruces con cuerpos de agua existentes, tanto permanentes como estacionales.

A pesar de la predominancia de épocas secas, existen muchos cursos de aguas semi estacionales que se deben cruzar por las vías del parque eólico. Ello requiere establecer obras de drenaje que permitan la construcción de la vía sin afectar el flujo natural del cuerpo de agua. Como parte del proyecto se han definido las soluciones de Ingeniería aplicables a los distintos tipos de cuerpos a aguas afectados, en base al flujo, y ancho de cada uno de ellos.

Se resumen los casos de cruce, sus ubicaciones y la solución propuesta para solventarlos. En dicha sección, se establecen las condiciones de diseño y las particularidades referidas a la identificación, ubicación y dimensionamiento para cada uno de los casos encontrados. Para fines orientativos se muestra en la figura siguiente el esquema típico que se adoptará para solventar los casos de cruce de cauces con las nuevas vías del proyecto. En la siguiente figura se presenta un esquema típico de cómo se plantea la realización de cruces.

Figura 3-9 Esquema Típico de cruce con cuerpo de agua.



Fuente: PERSAEUS, 2020.

3.2.4.1.4. Infraestructura Civil – Redes Eléctricas

Las redes eléctricas se definen con base a la potencia de los generadores, estableciéndose la agrupación de un grupo de generadores por cada circuito eléctrico.

Cada circuito llevará la energía hasta la Subestación elevadora donde se establecerán las protecciones del sistema eléctrico y se procederá a realizar la elevación del voltaje de media tensión hasta el voltaje de la línea de evacuación. Tanto la subestación eléctrica como la línea de evacuación serán objeto de estudios adicionales, independientes del presente.

| | | | |
|--------------|---|-----------------------|---------------|
| aes Colombia | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Como parte de las obras eléctricas, se considera como obra civil la ejecución de zanjas y bancadas para el tendido de los cables del proyecto.

Las redes de distribución han sido propuestas en forma de circuitos subterráneos mediante cables de 34,5kV enterrados en zanjas.

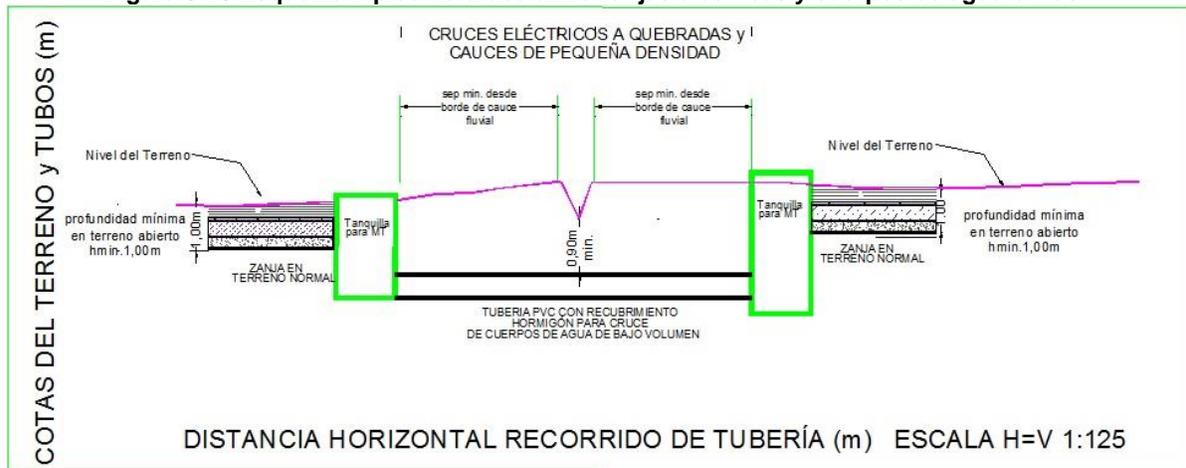
Los cables se instalan en zanjas, directamente enterrados salvo en los puntos de cruces de vías donde se colocan dentro de tuberías y protegidos por una envoltura de concreto. En general, se da preferencia a recorridos paralelos a las vías internas del parque, salvo en aquellos casos en que el uso de estos recorridos penalice de manera inconveniente el comportamiento de los circuitos eléctricos o que obligue a recorridos innecesarios.

Al ser utilizadas zanjas para el tendido de las redes, las obras civiles se ejecutarán simultáneamente con la instalación de los cables. Para cruces con cuerpos de agua y vías, se usarán bancadas eléctricas formadas por tubos en PVC con envoltura de concreto pobre.

Existen casos especiales, como es el caso del cruce con el proyecto ferroviario del Cerrejón, que se propondrá cruzar con tubería metálica horizontal, instalado mediante el proceso de hinc horizontal, con lo cual se evita alterar el eje ferroviario.

En la siguiente figura se puede observar el esquema típico de cruce entre las zanjas eléctricas y los cuerpos de agua o vías.

Figura 3-10 Esquema Típico de cruce entre zanjas eléctricas y cuerpos de agua o vías



Fuente: PERSAEUS, 2020.

3.2.4.1.5. Infraestructura de generación de energía

✓ Funcionamiento

La turbina posee capacidades electrónicas de control automático. Un controlador lógico programable (PLC) monitorea continuamente los parámetros de funcionamiento que utilizan

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

varios sensores, compara los valores reales con los valores nominales y los números de la señal requerida en el control de las componentes de la turbina eólica. Los parámetros de funcionamiento son especificados por el fabricante y están adaptados para cada ubicación.

Cuando no hay viento la turbina eólica permanece en modo inactivo y solamente algunos sistemas auxiliares están en funcionamiento o se activan según sea necesario: por ejemplo, la calefacción, la lubricación de engranajes o PLC, que controla los datos del sistema de medición del viento. Todos los demás sistemas permanecen apagados y no utilizan ninguna fuente de energía. El rotor permanece en reposo.

Cuando se alcanza el límite de velocidad del viento, la turbina eólica cambia al modo de "Listo para el servicio". Todos los sistemas son auto diagnosticados, la góndola y las palas del rotor se mueven con el viento. Cuando se alcanza cierta velocidad, el generador es conectado a la red y la turbina eólica produce energía.

A bajas velocidades del viento la turbina eólica funciona con una carga parcial. Durante esta operación las palas del rotor permanecen en movimiento con el viento (ángulo de inclinación 0°). La energía producida por la turbina eólica depende de la velocidad del viento.

Cuando se alcanza la velocidad nominal del viento, la turbina eólica cambia a la zona de carga nominal. Si la velocidad del viento sigue aumentando, el control de velocidad cambia el ángulo de las palas del rotor de manera que la velocidad del rotor y la salida de la potencia de la turbina eólica permanecen constantes.

El sistema de orientación se asegura de que la góndola siempre esté alineada de manera óptima con el viento. Con este fin, dos sistemas de medición de viento situados a la altura del buje miden la dirección del viento. Sólo un sistema de medición de viento se utiliza para el sistema de control, mientras que el segundo sistema controla la primera y se hace cargo de los posibles fallos del sistema. Si la dirección del viento medida se desvía demasiado de la alineación de la góndola, la góndola se direcciona hacia el movimiento del viento.

La energía eólica absorbida del rotor se convierte en energía eléctrica utilizando una máquina de inducción doblemente alimentada con anillos de rotor colectores. Su estator es directamente conectado al transformador de media tensión MT, y su rotor es controlado por un convertidor de frecuencia. Esto ofrece una ventaja significativa que permite al generador ser operado en un rango de velocidad definido cerca de su valor nominal.

✓ Tipo de aerogenerador a instalar

Los aerogeneradores están definidos como una turbina de viento de velocidad variable con tres palas. Dispone de un rotor y un nacelle (góndola) que se instala en la parte superior de una torre de acero o concreto de varias secciones que se ensamblan verticalmente. El sistema de control permite la inclinación de las palas y su orientación en forma automática para alinear el rotor con la dirección del viento y de esta manera optimizar su capacidad de

| | | | |
|--------------|---|-----------------------|---------------|
| aes Colombia | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

generación. También dispone de sistema de control y seguridad por el cual en caso de altos vientos pueda detenerse el giro de las palas (normalmente por encima de los 25m/s).

Los requerimientos físicos y operativos del proyecto definen las características técnicas de los aerogeneradores a ser utilizados en el presente proyecto. El mercado de aerogeneradores involucra un adecuado rango de potenciales suplidores, cada uno con características propias según la tecnología aplicada a su proceso de manufactura. Adicionalmente este mercado sigue en constante evolución y cada año aparecen nuevos diseños.

Las especificaciones técnicas de los aerogeneradores que incluyen la potencia unitaria (3 a 6,2 MW), la altura de buje (entre 95 y 130 m) y el diámetro de rotor (entre 130 y 170), permiten establecer las condiciones referenciales de las unidades. Pero no se dispone en el momento del fabricante ni del modelo definitivo, destacando que las tecnologías aplicables permiten establecer similitudes entre los tecnólogos.

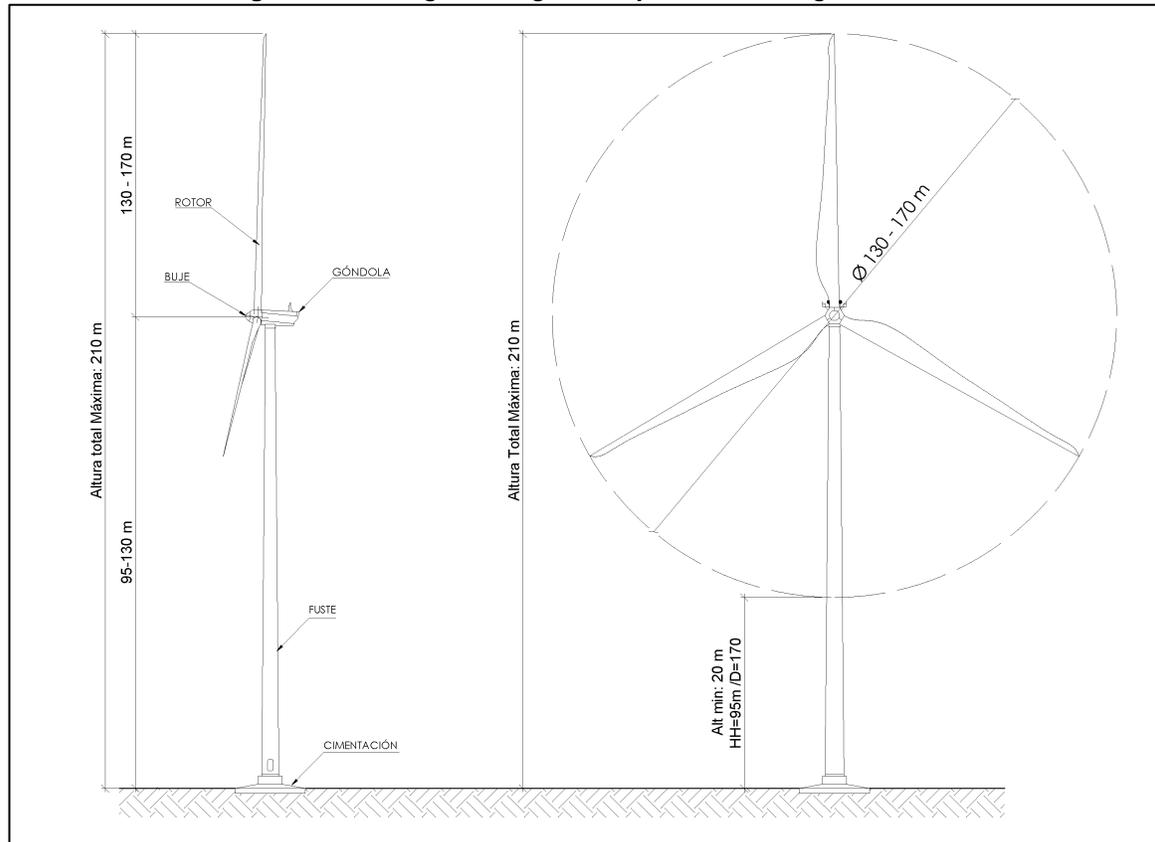
Las particularidades del modelo definitivo que será adquirido dependerán de la gestión de compra y las condiciones técnicas y económicas ofrecidas por el proveedor. Se pueden mencionar los siguientes, que son referentes de mercado, de reconocido prestigio y considerados como suministradores a nivel mundial para este tipo de proyectos: Enercon, Siemens-Gamesa, GE, Vestas y Nordex.

La tecnología entre modelos varía en aspectos de índole técnico y sistemas específicos de control, pero desde el punto de vista de configuración física, dimensiones y funcionamiento pueden considerarse técnicamente compatibles. Es por esta razón que las descripciones que se incluyen en esta sección revisten una condición referencial, que considera las condiciones típicas que en el mercado se manejan.

Los dos elementos que definen a la unidad son la altura del Rotor ("Hub height" (HH)) y el diámetro de las palas o rotor (\emptyset). Según la potencia, las condiciones de viento y la elevación del terreno habrá una combinación de altura de buje y diámetro que definirá cada unidad y en consecuencia su efecto sobre el entorno ambiental.

La siguiente figura muestra la configuración básica de un generador, donde los términos variables serán la altura de buje (HH) y el diámetro de las palas.

Figura 3-11 Configuración general típica de un aerogenerador



Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

La combinación ideal, así como el fabricante definitivo de las unidades será determinada en etapas posteriores de diseño definitivo. Con el fin de evaluar los distintos impactos al ambiente en general, se considerarán los casos más críticos, en términos de impacto, según el tema específico de que se trate. En este contexto, conviene señalar que, en cualquier escenario de selección definitiva de aerogenerador, se respetarán estos límites.

Por tal razón para la afectación sobre avifauna, se toma el diámetro del rotor más grande (170m) cubriendo así un barrido de palas que va entre los 20 m y los 210 m medidos desde el suelo.

Para el caso del ruido, se adoptarán la combinación de factores que brinden las menores alturas en cuyo caso se ocasiona el mayor impacto por tener una mayor cercanía al receptor.

Para las condiciones del modelo de ruido, de los rangos sugeridos para el diseño tipo de los aerogeneradores que se muestran en la Tabla 3-9, se seleccionaron las configuraciones de la altura más baja de buje y la curva de ruido más alta, considerando el mayor impacto a los receptores más cercanos a cada aerogenerador.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'l |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

La tabla siguiente muestra las condiciones generales que aplican para la evaluación de los distintos impactos considerados.

Tabla 3-9 Configuraciones adaptadas para evaluación de impactos

| Propiedad de los Aerogeneradores | Rangos según las unidades propuestas | Condición adoptada para Impacto por ruido | Condición adoptada para propuesta de impacto sobre Avifauna |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Potencia Nominal (kW) | 3.000 - 6200 | 6.200 | 6.200 |
| Altura de Buje "HH" (m) | 95-130 | 95 | 105,125 |
| Diámetro del rotor "Ø" (m) | 130-170 | 170 | 170 |
| Altura Total (m) | 210m | NA | 20 (Altura mínima) 210 (Altura máxima) |

Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

Tabla 3-10 Características técnicas de aerogeneradores

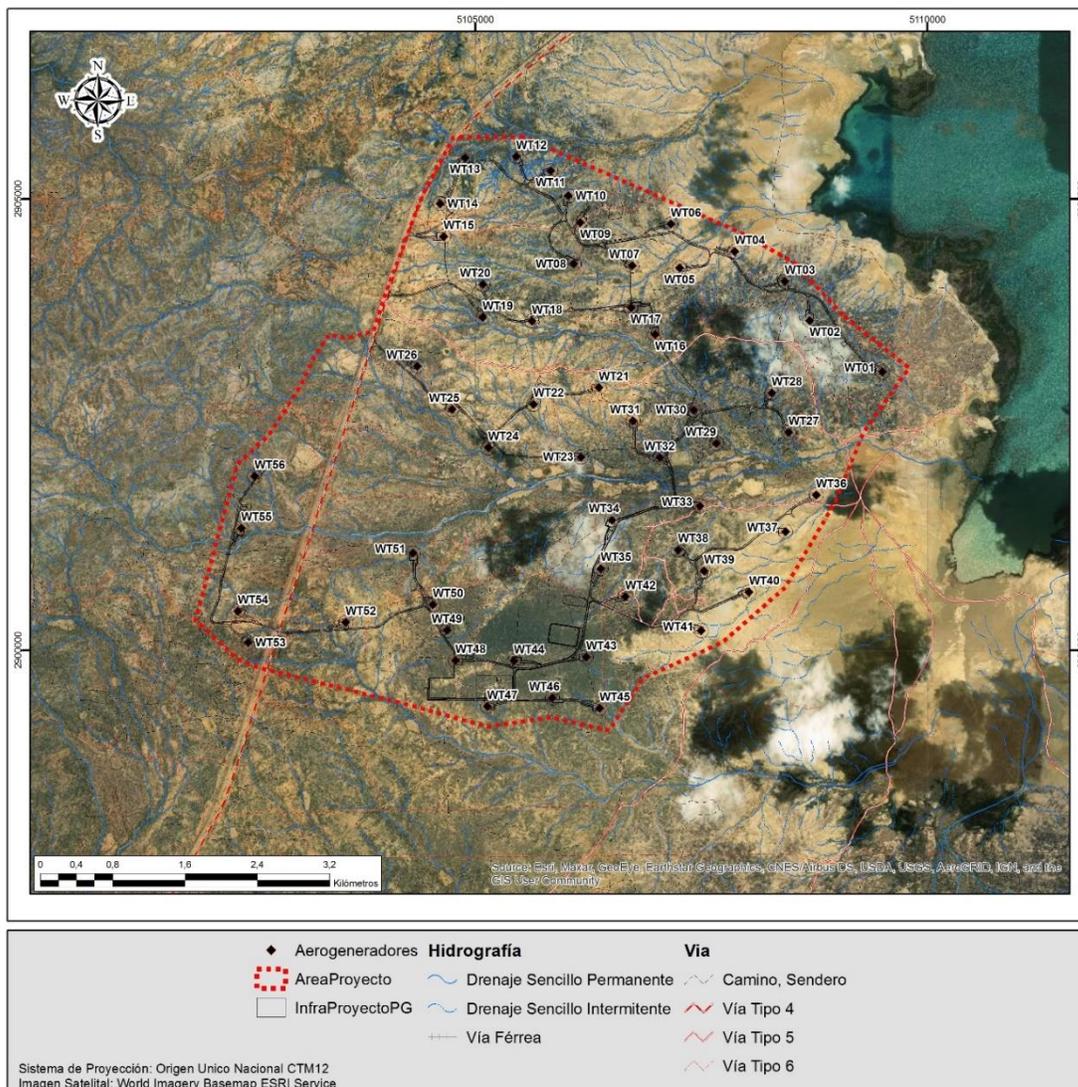
| Propiedad de los Aerogeneradores | Rangos de Valores |
|-----------------------------------|---|
| Potencia Nominal | 3 a 6,2 MW |
| Diámetro del rotor | 130-170 m |
| Altura de buje | 95-130 m |
| Altura máxima a punta de pala | 210 m |
| Número de palas | 3 |
| Material del rotor (palas) | Fibra de vidrio |
| Material de la torre | Acero tubular cilíndrico, ensamblado por secciones o concreto por secciones |
| Rango de temperatura de operación | -20°C a +45°C |
| Velocidad del viento de arranque | 2-3 m/s |
| Velocidad del viento de parada | 26-30 m/s |
| Área barrida | 13.273 m ² - 22.698 m ² |
| Paso | Variable |
| Tipo de generación | Sincrónico o asíncrono según modelo |
| Frecuencia de red | 60 Hz |
| Orientación del rotor | Barlovento |

Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

✓ Ubicación de los generadores

Los aerogeneradores fueron distribuidos dentro del área de ocupación total del proyecto cuya superficie alcanza 3.296 Ha. Cada punto de la implantación se definió acorde con los criterios de diseño presentados en la sección 3.2.3. referidos a las condiciones físicas del terreno, criterios ambientales y culturales, separaciones adecuadas a elementos externos acorde con la normativa, evitar zonas que pudieran afectar la flora, fauna, respeto y separación de cualquier zona definida como patrimonio arqueológico y ubicaciones acorde con las corrientes eólicas, maximizando la eficiencia.

Figura 3-12 Implantación general de las unidades aerogeneradores



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2021

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'i |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

La ubicación de cada una de las unidades se presenta en la tabla siguiente (Se identifican con la abreviatura “WT”):

Tabla 3-11 Coordenadas de ubicación de los generadores

| Aerogenerador No. | Coordenadas Origen Único Nacional (CTM-12) | | Aerogenerador No. | Coordenadas Origen Único Nacional (CTM-12) | |
|-------------------|--|--------------|-------------------|--|--------------|
| | X | Y | | X | Y |
| WT01 | 5.109.500,11 | 2.903.085,29 | WT29 | 5.107.665,65 | 2.902.295,16 |
| WT02 | 5.108.697,12 | 2.903.653,86 | WT30 | 5.107.414,98 | 2.902.663,50 |
| WT03 | 5.108.422,99 | 2.904.088,41 | WT31 | 5.106.743,26 | 2.902.544,88 |
| WT04 | 5.107.868,23 | 2.904.417,46 | WT32 | 5.107.039,68 | 2.902.138,08 |
| WT05 | 5.107.258,81 | 2.904.234,43 | WT33 | 5.107.483,04 | 2.901.601,64 |
| WT06 | 5.107.161,06 | 2.904.720,40 | WT34 | 5.106.507,39 | 2.901.445,07 |
| WT07 | 5.106.733,36 | 2.904.260,21 | WT35 | 5.106.387,61 | 2.900.907,78 |
| WT08 | 5.106.087,06 | 2.904.281,83 | WT36 | 5.108.770,31 | 2.901.724,07 |
| WT09 | 5.106.157,22 | 2.904.737,60 | WT37 | 5.108.427,95 | 2.901.317,70 |
| WT10 | 5.106.024,62 | 2.905.035,13 | WT38 | 5.107.242,82 | 2.901.115,16 |
| WT11 | 5.105.831,95 | 2.905.310,13 | WT39 | 5.107.527,65 | 2.900.879,42 |
| WT12 | 5.105.450,73 | 2.905.471,70 | WT40 | 5.108.025,75 | 2.900.646,81 |
| WT13 | 5.104.885,19 | 2.905.455,46 | WT41 | 5.107.496,85 | 2.900.221,66 |
| WT14 | 5.104.610,15 | 2.904.948,71 | WT42 | 5.106.657,91 | 2.900.597,26 |
| WT15 | 5.104.647,39 | 2.904.583,99 | WT43 | 5.106.223,65 | 2.899.928,49 |
| WT16 | 5.106.986,18 | 2.903.499,96 | WT44 | 5.105.427,54 | 2.899.884,41 |
| WT17 | 5.106.718,39 | 2.903.793,91 | WT45 | 5.106.374,33 | 2.899.361,97 |
| WT18 | 5.105.625,98 | 2.903.647,20 | WT46 | 5.105.850,82 | 2.899.475,94 |
| WT19 | 5.105.079,05 | 2.903.689,18 | WT47 | 5.105.131,31 | 2.899.383,36 |
| WT20 | 5.105.084,81 | 2.904.053,57 | WT48 | 5.104.778,57 | 2.899.889,18 |
| WT21 | 5.106.365,08 | 2.902.912,85 | WT49 | 5.104.687,17 | 2.900.223,35 |
| WT22 | 5.105.642,17 | 2.902.727,48 | WT50 | 5.104.530,50 | 2.900.507,07 |
| WT23 | 5.106.165,55 | 2.902.142,72 | WT51 | 5.104.309,51 | 2.901.078,91 |
| WT24 | 5.105.142,24 | 2.902.246,67 | WT52 | 5.103.565,53 | 2.900.312,47 |
| WT25 | 5.104.740,12 | 2.902.669,23 | WT53 | 5.102.485,05 | 2.900.089,15 |
| WT26 | 5.104.354,96 | 2.903.149,83 | WT54 | 5.102.370,06 | 2.900.437,73 |
| WT27 | 5.108.465,27 | 2.902.417,30 | WT55 | 5.102.409,95 | 2.901.353,41 |
| WT28 | 5.108.278,04 | 2.902.852,84 | WT56 | 5.102.555,42 | 2.901.928,44 |

Fuente: Jemeiwaa Ka'i-AES Colombia, 2020.

✓ Superficies de ocupación y áreas de trabajo asociados al proyecto

Una vez se dispongan los accesos para los generadores, se podrán construir las fundaciones para cada uno de los generadores del proyecto.

Cada aerogenerador estará formado por la fundación, complementado con superficies provisionales de construcción, que representan áreas libres de obstáculos previstos para la

| | | | |
|---|---|-----------------------|--------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

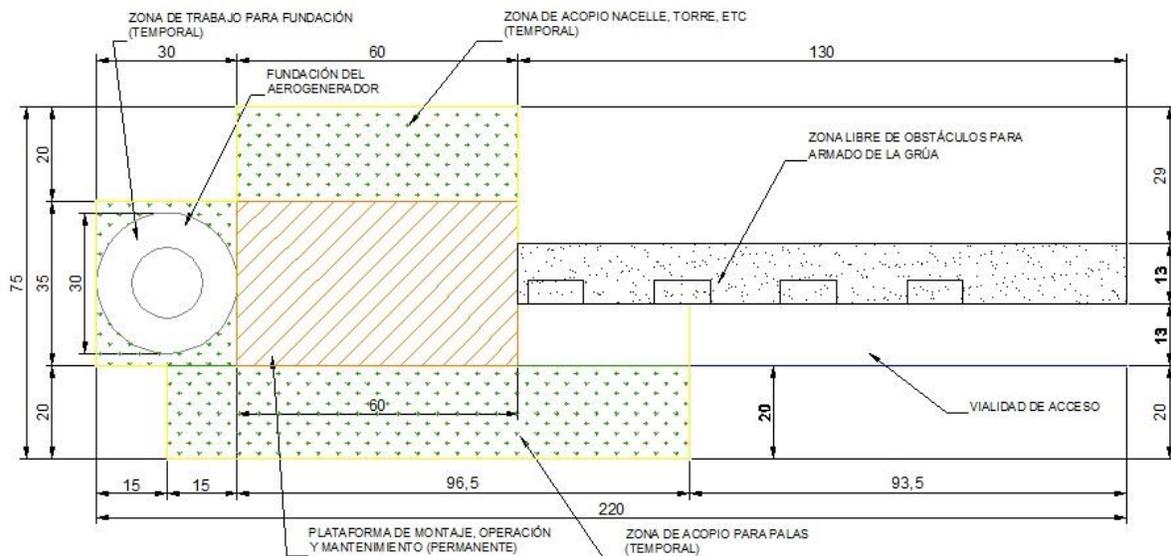
obra para la instalación de la grúa de izado, los elementos del aerogenerador. Una vez culminada la obra, las plataformas quedarán como zonas libres.

En la fundación de los aerogeneradores se ha previsto la utilización de elementos tipo zapata de concreto armado con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones del fabricante de aerogeneradores.

La fundación tipo del aerogenerador se compone de una zapata circular de concreto armado cuyo diseño preliminar define un diámetro circunscrito de 30 m (que será ajustada en la fase final de Ingeniería basado en la data geológica puntual de cada locación), con la estructura de anclaje de la torre embebida en el centro.

La siguiente figura muestra las áreas de ocupación, tanto permanentes como provisionales requeridos para la instalación y operación de cada aerogenerador.

Figura 3-13 Disposición superficies para fundación y plataformas de montaje - aerogenerador



Fuente: PERSAEUS, 2020.

Las dimensiones de las áreas asociadas a cada aerogenerador se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3-12 Dimensiones de las superficies de ocupación para cada aerogenerador

| Dimensiones de superficies de obras y zonas de construcción y mantenimiento de cada aerogenerador | | | Dimensiones | Superficie (m ²) por generador | Cantidad de Generadores | Superficie (m ²) del área de trabajo | Superficie total de ocupación (Incluye terraplén de nivelación) (Hectáreas) |
|---|-----------|-----|-------------|--|-------------------------|--|---|
| Díámetro cilíndrica | Fundación | (m) | 30 | 706,84 | 56 | 39.583,04 | 47,0320 |

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

| Dimensiones de superficies de obras y zonas de construcción y mantenimiento de cada aerogenerador | | Dimensiones | Superficie (m ²) por generador | Cantidad de Generadores | Superficie (m ²) del área de trabajo | Superficie total de ocupación (Incluye terraplén de nivelación) (Hectáreas) |
|---|---|---------------------------------|--|-------------------------|--|---|
| Profundidad Fundación (m) | | 3 | - | - | - | |
| Sub-áreas de las Plataformas | Zona de trabajo para cimentación (temporal) | 40x 30(menos área de fundación) | 493,16 | 56 | 27.616,96 | |
| | Zona de acopio de palas (temporal) | 111,5x20m | 2.230 | 56 | 124,880,00 | |
| | Zona de acopio góndola (nacelle), secciones de torre, etc. (temporal) | 60x20m | 1.200 | 56 | 67.200,00 | |
| | Plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente) | 60x40m | 2.400 | 56 | 134.400,00 | |
| | Zona libre de obstáculos para armado de grúa | 130x13m | 4.590 | 56 | 257.040,00 | 9,4640 |
| Total, áreas a intervenir Plataformas y Aerogeneradores | | | | | 462.120,00 | 56,4960 |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

Esta superficie se incrementará según los requerimientos de cotas que implican sobreeanchos de taludes alrededor de las mismas.

Adicional a las plataformas y áreas de construcción asociados a cada aerogenerador, se requerirán zonas temporales que se utilizarán exclusivamente durante el proceso de construcción y mantenimiento del Parque Eólico. Se considera dentro de este proyecto, una planta de concreto, zona de acopio de residuos y dos zonas de depósito de materiales de excavación (ZODME). Con el fin de brindar una relación de áreas máximas a utilizar se presenta a continuación una tabla resumen de áreas máximas a ocupar.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Tabla 3-13 Dimensiones de las áreas de zonas de trabajo generales

| Zona de trabajo generales | Zonas libres dentro del perímetro del campamento | Superficie de ocupación | |
|---------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| | | Dimensiones de ocupación Básica | Superficie de ocupación (Hectáreas) |
| Zona de Campamento | Almacenamiento de Aguas Residuales | 15x20 m | 9,9456 |
| | Depósito Central de Residuos | 21x9 m | |
| | Zona de Oficinas y Comedor y Primeros Auxilios | 56x120 m | |
| | Dormitorios | 55x52 m | |
| | Taller y Bodega de Almacenamiento | 50x50 m | |
| | Zona de Almacenamiento de Herramientas | 50x50 m | |
| | Zona de Almacenaje de Combustible | 50x50 m | |
| | Área de Parqueo 1 | 137x26 m | |
| | Área de Parqueo 2 | 25,5x40 m | |
| | Vías de Acceso Sector Este | 0,509726 ha | |
| | Vías de Acceso Sector Oeste | 0,208041 ha | |
| | Zona dentro del Perímetro del Campamento (no afectada) | 7,040203 ha | |
| ZODMES | Zona depósito de material de excavación (ZODME 2) | 330x220 m | 7,1225 |
| | Zona depósito de material de excavación (ZODME 1) | 260x100 m | 2,4041 |
| Zona planta de concreto | Zona Planta de concreto | 160x100 m | 1,5963 |
| Vías* | Vía Interna (13 m de ancho de rodamiento / promedio ancho de ocupación; 16,61 m (sobrecanchos de talud y/o corte variable según movimiento de tierra requerido)) | 41,031x16,61m | 67,0713 |
| Zanjas eléctricas* | Zanjas eléctricas (49.054 m lineales de zanjas varias, con un ancho promedio de 1,56m) | 50.516,00 m ² | 7,1041 |
| Torres Meteorológicas | Dos (2) Torres meteorológicas | 50x50m (cada una) | 0,4992 |
| | Total | | 95,7431 |

**Incluye taludes de nivelación
Fuente: PERSAEUS, 2021.*

Al sumar las superficies de los aerogeneradores con las áreas temporales se obtiene una superficie total de intervención de 152,2391 ha.

| | | | |
|--------------|---|-----------------------|---------------|
| aes Colombia | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

- ✓ Descripción general de la conexión proyectada al Sistema Interconectado Nacional

Los circuitos de media tensión agrupan la potencia proveniente de cada aerogenerador. Cada circuito estará formado por 3 a 5 unidades. El voltaje de la red depende de la unidad y fabricante que la suministre. Corresponde a un voltaje de media tensión, acorde con la clasificación RETIE, siendo para el presente proyecto 34,5 kV. Los circuitos recorrerán el parque y continuarán a un punto colector definida como la Subestación Elevadora Casa Eléctrica (Subestación Casa Eléctrica, objeto de un proyecto independiente).

Esta energía, entregada al voltaje de media tensión, deberá ser elevada a la tensión 500kV, en una Subestación eléctrica que se ubicará al sur del parque eólico Casa Eléctrica.

A partir de la Subestación, la línea de evacuación en 500 kV transportará la energía total del parque hacia la Subestación Colectora, ubicada a aproximadamente 33 kilómetros al Sur Oeste. Esta subestación colectora ha sido definida como punto de conexión por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). El sistema de evacuación forma parte de un proceso independiente de licenciamiento ambiental.

Aunque el sistema de evacuación no forma parte del alcance del presente EIA, se muestra a continuación un esquema simplificado del sistema eléctrico del parque eólico hasta su conexión final en la subestación colectora.

Figura 3-14 Imagen simplificada de la conexión del Parque eólico Casa Eléctrica al SIN



Fuente: (Ramos Rodríguez, 2016), 2020.

3.2.4.1.6. Sistemas constructivos asociados al proyecto de generación

La construcción de los distintos elementos del proyecto involucra las siguientes obras, propias complementarias al aerogenerador, relacionadas con la exportación y control de energía:

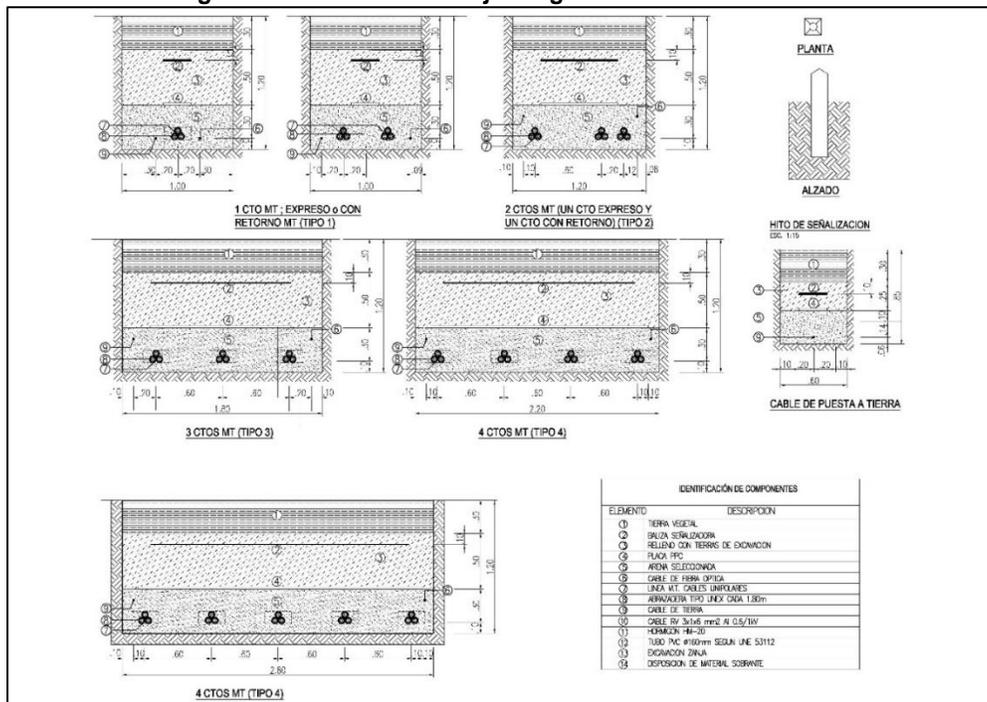
- Zanjas eléctricas.
- Cableado eléctrico.
- Red de tierras.
- Red de comunicaciones.

✓ Zanjas y canalizaciones

Las redes eléctricas se distribuirán a través de zanjas y bancadas eléctricas, utilizándose cable directamente enterrado en zanjas para los cruces a través de terreno normal, y el uso de bancadas compuestas de tubos de PVC con envoltorio de concreto en los casos donde se ejecutan cruces a vías y cuerpos de agua.

Las zanjas serán de cinco tipos de acuerdo con el número de circuitos a ser instalados en la misma.

Figura 3-15 Sección de zanjas según número de circuitos



Fuente PERSAEUS, 2020

Para su construcción se ejecutarán las siguientes acciones:

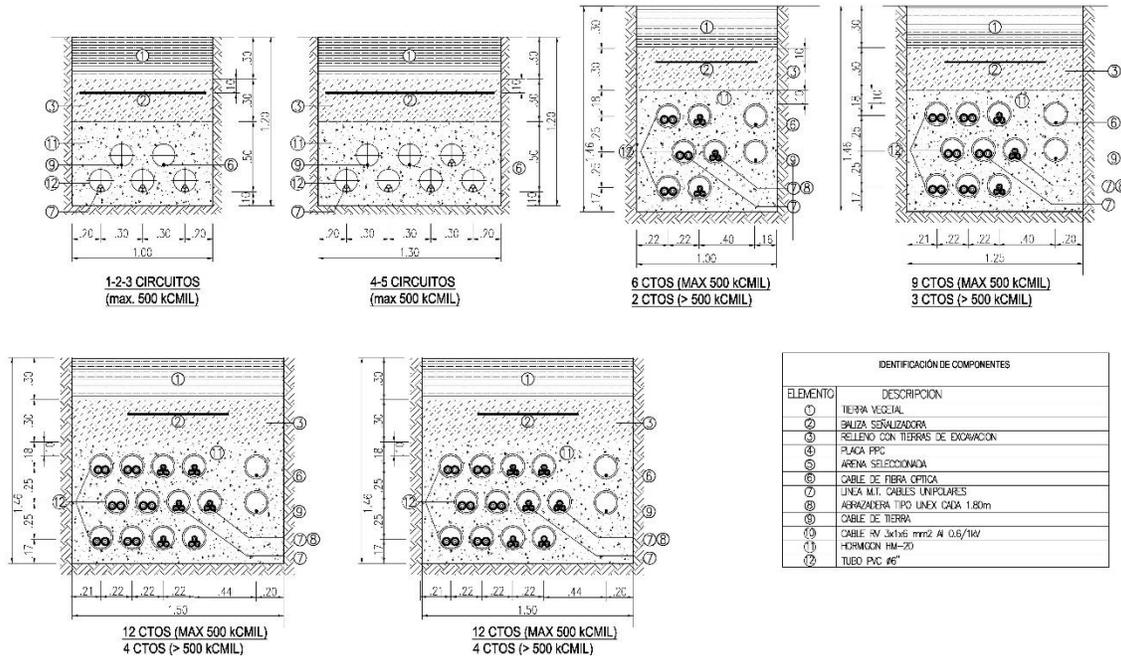
| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

- Dentro de la zanja, se tenderá el conductor de tierra, y sobre él se extenderá una capa de arena lavada de río, de 10 cm de espesor. A continuación, se dispondrán los cables de media tensión y fibra óptica, según los detalles constructivos del proyecto; y sobre ellos, se extenderá otra capa de arena de 30 cm de espesor, que se compactará convenientemente, y sobre la que se colocará, en todo su recorrido, una placa de señalización y protección mecánica de polietileno que advierta de la existencia de cables eléctricos de media tensión por debajo de ella.
- Sobre esta placa de protección, se extenderá una capa de 35 cm de espesor de material seleccionado procedente de la excavación, que se compactará y sobre la cual se colocará una cinta de señalización en todo su recorrido. Para finalizar el relleno de las zanjas se extenderá una última capa de material seleccionado procedente de la excavación que se compactará de forma mecánica. Cuando discorra por terreno agrícola esta capa se sustituirá por tierra vegetal.

La capa vegetal removida será almacenada temporalmente en zonas no afectadas por los movimientos de tierra mientras es reutilizada en reconfiguración de taludes o manejo paisajístico. En caso de no contar con características para su reuso, se procederá con su disposición en las ZODMES destinadas para tal fin.

Cuando las zanjas crucen las vías, se procederá a construir pasos de concreto, formados por tubos de 200 mm de diámetro para cables de potencia y para los cables de comunicaciones y red de tierras.

Figura 3-16 Sección típica de bancos de ductos para uso eléctrico



Fuente PERSAEUS, 2020

Se estima el uso de 2,24 km de bancos de ductos para electricidad, producto de 45 cruces a las vías a ser construidas.

✓ Cableado de media tensión

Los cables considerados son de tipo estándar con conductor de cobre y sus características técnicas principales considerarán la condición de cables directamente enterrados, para una tensión de operación en media tensión. Para efectos de la capacidad máxima de corriente se muestran los valores asociados a 34,5 kV, que representa el nivel de voltaje que arroja las mayores corrientes. Las características básicas son una temperatura de operación de 90° C, un (1) metro de profundidad, y una resistividad térmica del terreno de 1,5 km/W.

3.2.4.1.7. Consideraciones generales para la fase de construcción

A parte de lo anteriormente descrito se tienen algunas consideraciones adicionales asociadas al proceso de construcción:

- Para la etapa constructiva el número de trabajadores variará en un rango entre los 250 y los 500 al mes. Esta cantidad será variable y dependerá del avance en las actividades y desarrollo de frentes simultáneos. Se espera que el mayor número de trabajadores estén entre los trimestres cinco a ocho.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

- Los trabajos en general serán en jornada diurna (6 am – 6 pm) y de lunes a sábado. Para el caso de la construcción de las fundaciones de los aerogeneradores, se puede tener extensión de la jornada, considerando que es un proceso de fundido de concreto no se puede detener. El número de días estimado, en el que este evento pueda ocurrir es de 56 días. Eventualmente, se pueden tener trabajos dominicales, que podrían darse por temas de transporte de componentes de aerogeneradores.
- En los casos en los que se requiera trabajo nocturno o dominical se llevarán cabo los procesos de información en el marco del manual intercultural.
- Durante la fase de construcción en oficinas se podrá tener entre 20 y 30 personas de tipo administrativo y de labores generales básicas.
- En la zona de talleres, se podrá tener entre 10 y 15 personas, para las labores de manejo de residuos y sustancias, manejo de almacén, reparaciones menores y vigilancia.
- Los demás trabajadores estarán durante el día en los frentes de trabajo.
- En la zona de campamento se tiene previsto tener un comedor para la entrega de los alimentos a los trabajadores. Lo que no se tiene previsto es la preparación de alimentos en sitio.
- Se tiene planeado que los trabajadores pernocten en la zona de campamento.
- El traslado de personal a los frentes de trabajo se realizará en buses con una capacidad entre 30 y 35 personas, y también se podrán utilizar camionetas 4X4.

3.2.4.2. Operación y mantenimiento

Una vez concluida la construcción y ejecutadas las pruebas, la operación se basará en la puesta en marcha de las unidades de generación de energía. Para el inicio de operaciones es también necesario que se haya concluido el sistema de evacuación (Objeto de estudio ambiental independiente) y realizados los protocolos de entrega de energía con el Sistema de Transmisión Nacional (STN).

3.2.4.2.1. Esquema de operación del parque eólico

La operación del proyecto eólico engloba cinco componentes principales:

- Operación individual de cada aerogenerador.
- Operación y control de los circuitos eléctricos del Parque Eólico.
- Operación y control de los paneles de la Subestación elevadora (35/500kV).
- Operación y control de la línea eléctrica de evacuación.
- Operación y control de la conexión en la Subestación del Sistema Nacional de Transmisión.

Las tres fases finales se asocian a lo que se ha denominado “Sistema de Evacuación de energía” asociado al Proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica y por tanto no serán objeto de descripción del presente documento.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

La operación de los aerogeneradores se ejecutará por medio de sistemas automáticos centralizados a través de un Sistema integrado de control, por lo que los requerimientos de obra o acción serán relativamente reducidos, llevándose a cabo las acciones en los centros de control tanto centralizado, como los propios de cada aerogenerador.

3.2.4.2.2. Procesos de energización de la línea de conexión y operación

La energía generada conlleva dos procesos operativos:

- Red eléctrica de conexión en media tensión.
- Sistema de evacuación.

La red eléctrica de conexión se refiere al conjunto de redes subterráneas en media tensión que agrupan una serie de aerogeneradores (entre 3 y 5 unidades), formando circuitos eléctricos que se conectan a celdas de operación y protección que se encuentran en la Subestación Eléctrica del Parque.

3.2.4.2.3. Potencia por instalar y energía esperada

La potencia entregada será dependiente del recurso eólico disponible, cuya variabilidad define la potencia entregada. Todo aerogenerador tendrá una capacidad de generación dependiente de la velocidad del viento en un momento cualquiera, contando con el valor mínimo de generación (“Cut in wind speed”; aproximadamente 2,5 m/s) para luego entregar energía proporcional al viento en un rango de vientos comprendido entre el viento mínimo de generación y el viento máximo de operación (“Cut off wind speed”; valor éste que varía según el modelo en valores entre 22 y 28 m/s). Contando con que la velocidad del viento para potencia nominal será alrededor de 11 m/s, se tendrá una variabilidad de potencia que debe ser permanentemente monitorizada y cuyas acciones operativas estarán plenamente establecidas en el programa de trabajo.

Se dijo que el Parque Eólico Casa Eléctrica se compone de hasta 56 unidades con capacidades de 3 a 6,2 MW por unidad. La potencia nominal máxima esperada se encuentra en el orden de 347,2 MW, y será la sumatoria de la potencia generada en cada aerogenerador según las condiciones de viento en cada sector del parque.

En la subestación eléctrica se dispone de sistemas de medición de potencia y energía que permiten monitorizar la potencia, energía y calidad de energía entregada en los distintos circuitos y en el parque en general. Igualmente, en la conexión con el Sistema Nacional de Transmisión, se dispone de sistemas de medición y registro que miden las mismas variables en el punto de entrega de energía. Esto con el fin de considerar las pérdidas en el sistema de evacuación. Como se ha comentado a lo largo del capítulo, la subestación está asociada a una licencia independiente de la del parque eólico Casa Eléctrica.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

3.2.4.2.4. Actividades y procesos por ejecutar durante la etapa de operación

Todos los sistemas de control estarán centralizados a través de un sistema de fibra óptica que es capaz de llevar las funciones de monitorización y de control de los elementos (aerogeneradores y protecciones eléctricas) a un sistema centralizado.

La operación se basa en el manejo centralizado de las unidades sin que requiera la ejecución de obras físicas externas. Durante la fase de operación las unidades podrán variar la velocidad de giro de las palas y su orientación (Yaw) en función de las condiciones ambientales. Complementariamente, será factible el cierre de operaciones de cualquier unidad o grupos de unidades acorde con los límites de potencia a entregar y las velocidades de viento disponibles en los distintos sectores del parque.

Como ya se ha dicho, al respecto cabe comentar que no se desarrollan en el presente documento las acciones relacionadas con el Sistema de Evacuación de Energía (Líneas de Alta Tensión en 500kV, Subestación media tensión/500kV y conexión al Sistema Nacional de transmisión), por cuanto el mismo será objeto de un estudio que está previsto a ser tramitado en forma independiente ante las autoridades ambientales.

En forma simplificada las actividades que se relacionan con la etapa de operación son las siguientes:

- Operación de los aerogeneradores (Arranque, parada, ajuste, registro)
- Supervisión continua del funcionamiento del parque eólico, supervisando y conservando el control de la data electrónica de los equipos, sistemas de protecciones eléctricas, medición de energía, potencia generada y correcto estado operativo.
- Acciones de contingencia según protocolos asociados a los distintos eventos previstos en el sistema de alarma, que incluye registro, actuación de las operaciones requerida y restablecimiento del servicio.
- Supervisión física del estado constructivo de las vías, torres y torres meteorológicas.
- Labores periódicas de mantenimiento según el Plan de mantenimiento preventivo y correctivo del proyecto.
- Elaboración de informes de operación periódicos.

3.2.4.2.5. Mantenimiento de equipos

El programa de mantenimiento dependerá de las recomendaciones del fabricante de los aerogeneradores. Estas acciones determinan los requerimientos mínimos exigidos para la validación de certificaciones y garantías de los equipos. Los conceptos generales que aplican consisten en la revisión periódica (semestral, anual y cada cuatro años como típico). Una rutina normal de mantenimiento es la siguiente:

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'í |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

a) Mantenimiento del Sistema de Lubricación (Casa Seis Meses)

Incluye las siguientes actividades:

- Reposición de lubricantes según se requiera e inspección visual. Se realizan una vez al año iniciando seis meses después de la puesta en servicio. También se realiza una inspección que incluye:
- Inspección visual del mecanismo de orientación. Chequeo del funcionamiento, anillo de rotación, sellos y engrasado.
- Chequeo del cambio de paso de las palas, inspección del mecanismo y engranajes, engrasado.
- Chequeo de los mecanismos de lubricación y reposición de lubricantes.
- Inspección visual de los sellos de lubricación y chequeo del sistema de lubricación propiamente dicho.

b) Mantenimiento Anual.

Se realizan las mismas rutinas que en el mantenimiento anuales que incluyen las siguientes tareas:

- Inspección visual de los anclajes.
- Inspección visual de los dispositivos de señalización aérea.
- Inspección visual de los elementos de protección contra descargas atmosféricas.
- Inspección visual del sistema de puesta a tierra y medición de la resistencia de puesta a tierra.
- Inspección de los elementos del sistema de parada de emergencia.
- Inspección visual y pruebas funcionales del sistema de alumbrado de emergencia.
- Inspección visual exterior e interior de los gabinetes de electricidad, chequeo de puesta a tierra y pruebas funcionales.
- Inspección de la escalera interna.
- Inspección visual de todas las áreas del generador y sus componentes.
- Inspección visual de las aspas del aerogenerador.
- Inspección visual del mecanismo de orientación.
- Chequeo del funcionamiento, anillo de rotación, sellos y engrasado.
- Chequeo del cambio de paso de las palas, inspección del mecanismo y engranajes, engrasado.
- Chequeo de los mecanismos de lubricación y reposición de lubricantes.
- Inspección visual del generador.
- Inspección visual del sistema de enfriamiento del generador.
- Inspección visual de todos los elementos exteriores.
- Inspección del cabrestante.
- Inspección visual de los elementos de bloqueo del rotor, sus conexiones y cables.
- Inspección visual de las partes accesibles del rotor.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

- Inspección visual de los sellos de lubricación y chequeo del sistema de lubricación propiamente dicho, así como chequeo del rotor por cualquier presencia de ruido o vibraciones.
- Chequeo del anillo colector en el generador.
- Inspección visual de la unidad de medición de viento.
- Inspección visual de las celdas en media tensión.
- Inspección visual del transformador elevador.
- Inspección visual para detectar problemas en el suelo.
- Inspección visual de los elementos de puesta a tierra en la fundación.
- Inspección visual general de la torre y los tornillos que conectan las distintas secciones.
- Inspección visual de los elementos del sistema de enfriamiento de la torre.

c) Mantenimiento Cada Cuatro Años

Se realizan las mismas actividades de mantenimiento anual, pero se añaden las siguientes actividades:

- Toma de muestras de aceite del transformador elevador.
- Pruebas de rendimiento de la turbina.
- Funcionamiento general de la turbina.
- Pruebas de cargabilidad.

3.2.4.2.6. Consideraciones generales para la fase de operación

A parte de lo anteriormente descrito se tienen algunas consideraciones adicionales asociadas al proceso de operación:

- Para la etapa operativa se tendrá un esquema de personal básico entre 5 y 20 personas incluyendo operadores del parque, personal administrativo, vigilancia y servicios generales.
- La operación del parque será con un esquema 24/7 y en el horario nocturno se tiene previsto un operador y el personal de vigilancia.
- Los equipos de mantenimiento estarán de forma intermitente, según el plan de mantenimiento programado. Se prevé un trabajo diurno, excepto que alguna condición operativa requiera de alguna intervención nocturna.
- El traslado de personal mantenimiento será en vehículos tipo aerovan y camionetas 4X4.
- Se tienen previstas rondas mensuales de inspección de los aerogeneradores con una persona y 1 vehículo.
- En cada mantenimiento, se estima que se generará una bolsa de residuos de 60 litros que será recolectada y debidamente dispuesta sin dejar en el área ningún remanente ni contaminante.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

3.2.4.3. Infraestructura asociada al proyecto

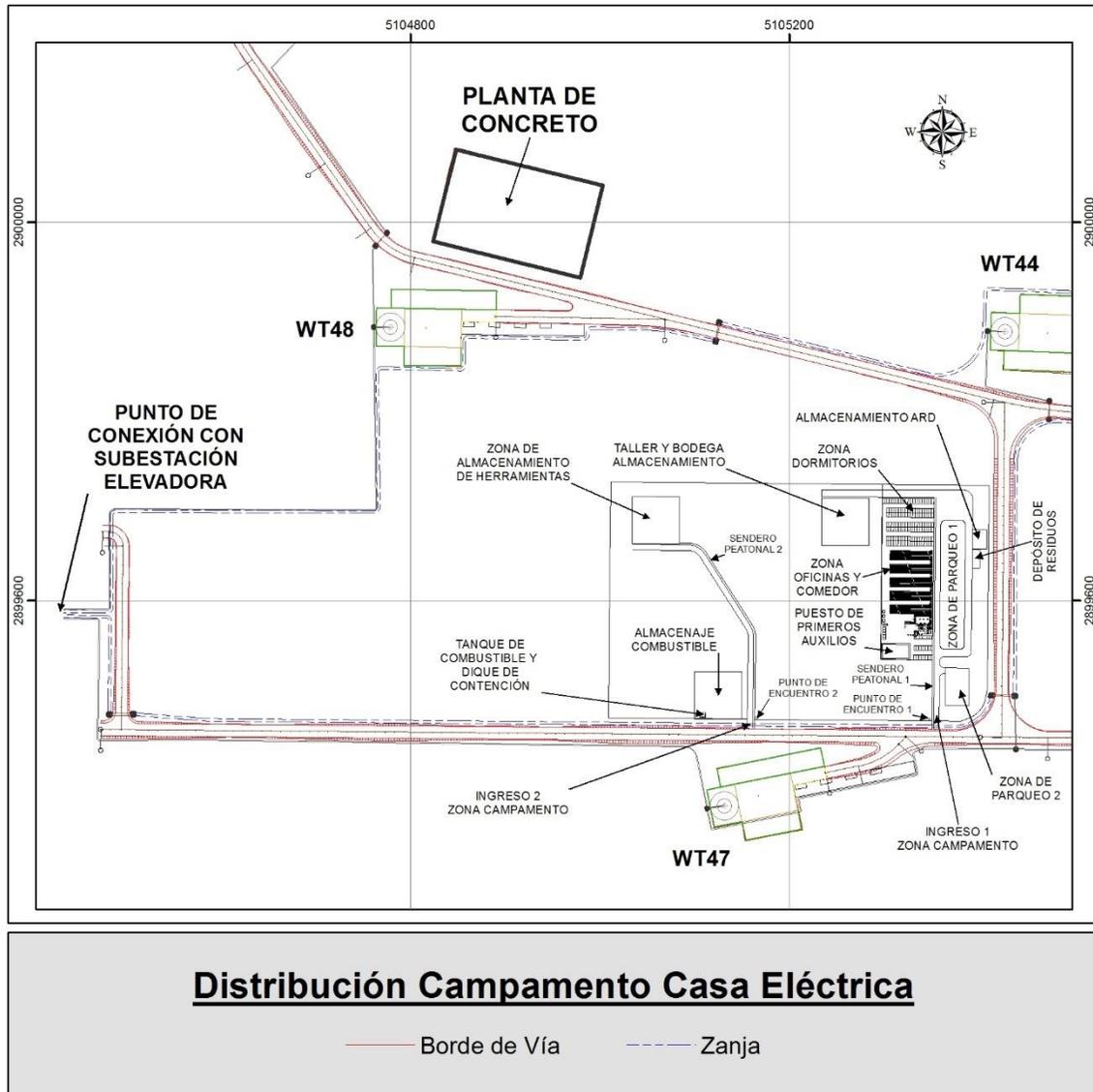
Adicional a las plataformas y áreas de construcción asociados a cada aerogenerador, se requerirán zonas temporales que se utilizarán exclusivamente durante el proceso de construcción y mantenimiento del Parque Eólico. Se considera dentro de este proyecto, una zona de acopio de equipos y maquinaria, una planta de concreto, y unas zonas de acopio de residuos y materiales de excavación (ZODME).

3.2.4.3.1. Campamentos, taller y otras áreas conexas

El campamento cumplirá funciones operativas (oficinas), alojamiento de trabajadores y áreas sociales, área de depósito y resguardo de materiales de la obra, zonas de depósito de insumos y zona de resguardo y taller para maquinaria materiales de obra.

El campamento estará dotado de los servicios básicos para su operatividad, e incluye áreas de uso público como comedor, dormitorios, áreas de servicio, áreas de esparcimiento y estacionamiento, zonas de almacenaje, áreas cerradas de oficina y zonas de resguardo (almacén, servicios médicos, salas de reunión y logística). Adicionalmente, será provisto de sistemas internos de servicios básicos como electricidad (a través de plantas eléctricas de ACPM y si es posible a la red eléctrica local), agua para uso doméstico e industrial y contará con sistemas cerrados que no generarán vertimiento de aguas residuales.

Figura 3-17 Ubicación de áreas temporales de campamento y Subestación eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021.

En la figura se muestra la zona propuesta para Campamento y almacenaje donde se puede ver que la vía interna está propuesta para su acceso directo. Igualmente, y acorde con su proximidad, se indica el espacio y la ubicación prevista para futura subestación. Esta se muestra a manera de referencia con fines informativos, tal como se ha indicado en otros apartes de este documento, pues hará parte de otro licenciamiento independiente junto con la línea eléctrica de alta tensión.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

La capacidad de albergue del campamento variará entre 250 y 500 trabajadores/ mes, según los planes de trabajo, con una estimación preliminar promedio de 300 trabajadores/mes. Estas cantidades serán variables a lo largo del periodo de construcción.

Al finalizar la fase constructiva, el área de oficinas se adecuará para albergar lo requerido para la operación del parque eólico. La instalación básica consistirá en una oficina, una sala de reuniones, un dormitorio, la cafetería, el centro de control y una zona de parqueadero. Adicionalmente, se dejará un área de bodega para materiales e insumos básicos de mantenimiento.

El campamento se localizará en la zona Sur Este del parque eólico. Su ubicación se muestra en forma general en la Figura 3-17. Estas áreas representan zonas adecuadas para este fin, existiendo adicionalmente zonas para el almacenamiento específico de sustancias químicas y herramientas.

3.2.4.3.2. ZODME

Se proponen dos zonas (ZODMEs) para el manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición; localizadas en la zona sur del terreno de ocupación del proyecto. Cuentan con dos accesos provistos por la red vial del proyecto. Su ubicación se basó en la cercanía a las áreas temporales principales (campamento y almacén de insumos y maquinaria), así como la facilidad de acceso de vehículos con material para disponer.

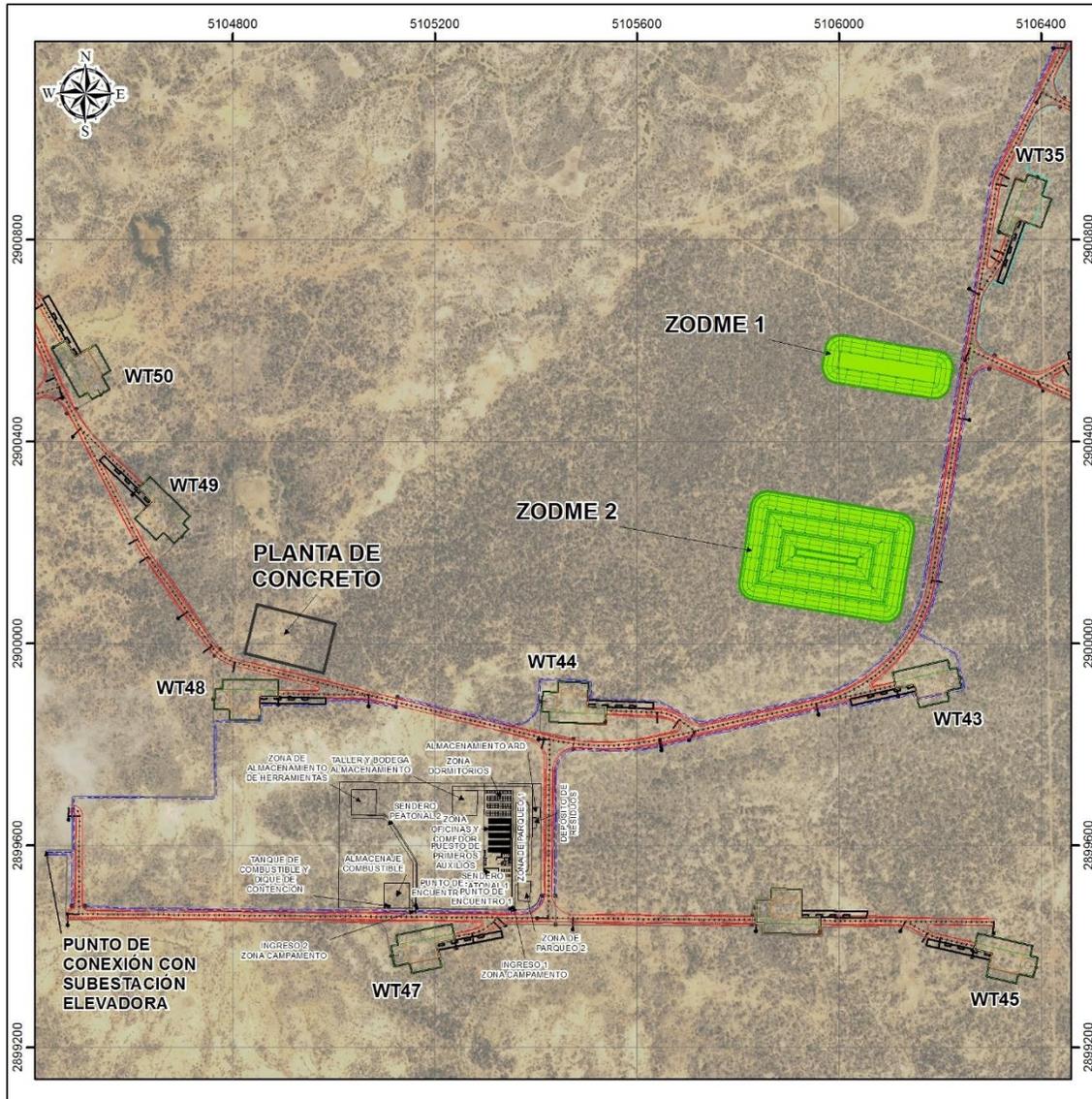
Igualmente, para seleccionar la ubicación definitiva se verificaron adecuadas características geológicas (como buena capacidad portante del suelo y estabilidad), y se evitaron las viviendas y otra infraestructura. Todo esto, con el fin de asegurar la minimización de los impactos sobre los terrenos seleccionados y sobre la comunidad.

La forma de las áreas de ZODME dependió tanto de la morfología del terreno, como de los equipos de transporte y vertido a usar. Las zonas seleccionadas para las ZODMES tienen una orografía suave con pendientes mínimas que hacen sencilla la disposición de los materiales.

Sus dimensiones fueron estimadas con base en los cálculos de material que será generado por los movimientos de tierra de las obras viales, plataformas de montaje, cimentaciones y obras generales de construcción.

En la siguiente figura se muestran las áreas de implantación:

Figura 3-18 Sector Sur del Parque Eólico y ubicación de áreas



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021

Los ZODME se ejecutarán sobre el terreno natural sin movimientos de tierra.

3.2.4.3.3. Fuentes de Materiales

Los equipos para las obras provendrán de fábricas tanto locales como foráneas de acuerdo con el alto nivel de exigencia técnica que obras de este nivel de tensión requiere.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Desde el punto de vista de materiales de construcción, como son cemento, piedra picada, tierras de relleno, arenas, acero de refuerzo y material menor de construcción, estos se adquirirán de proveedores locales debidamente autorizados para dichos suministros.

3.2.4.3.4. Planta de concreto

Con las magnitudes de concreto requeridas para las fundaciones de los aerogeneradores y el hecho de que el vaciado debe ser ejecutado en forma continua, se prevé la existencia de una planta de concreto in-situ.

Los detalles de la planta y su equipamiento obedecen a un sistema convencional cuyas dimensiones finales serán determinadas por el Contratista de Obra.

Como ya se había mencionado, se ha previsto el uso de una planta de concreto móvil para la producción de concreto requerido para las obras del parque durante la etapa de construcción de este. Este tipo de planta está prevista para ser instalada y desinstalada en forma sencilla, sin complicaciones especiales de equipos excesivamente grandes y permite alcanzar niveles eficientes de rendimiento y optimización de insumos.

Se consideran los siguientes aspectos:

- Producción diaria de concreto estimada de 1000 m³/día
- Operación estimada de 6h/día como condición media y pico máximo de 15h/día

El área propuesta dispone de espacio suficiente para contar con áreas dentro de la Planta de concreto para los insumos de la mezcla. La disposición de esta zona destinada para la planta de concreto tendrá como mínimo:

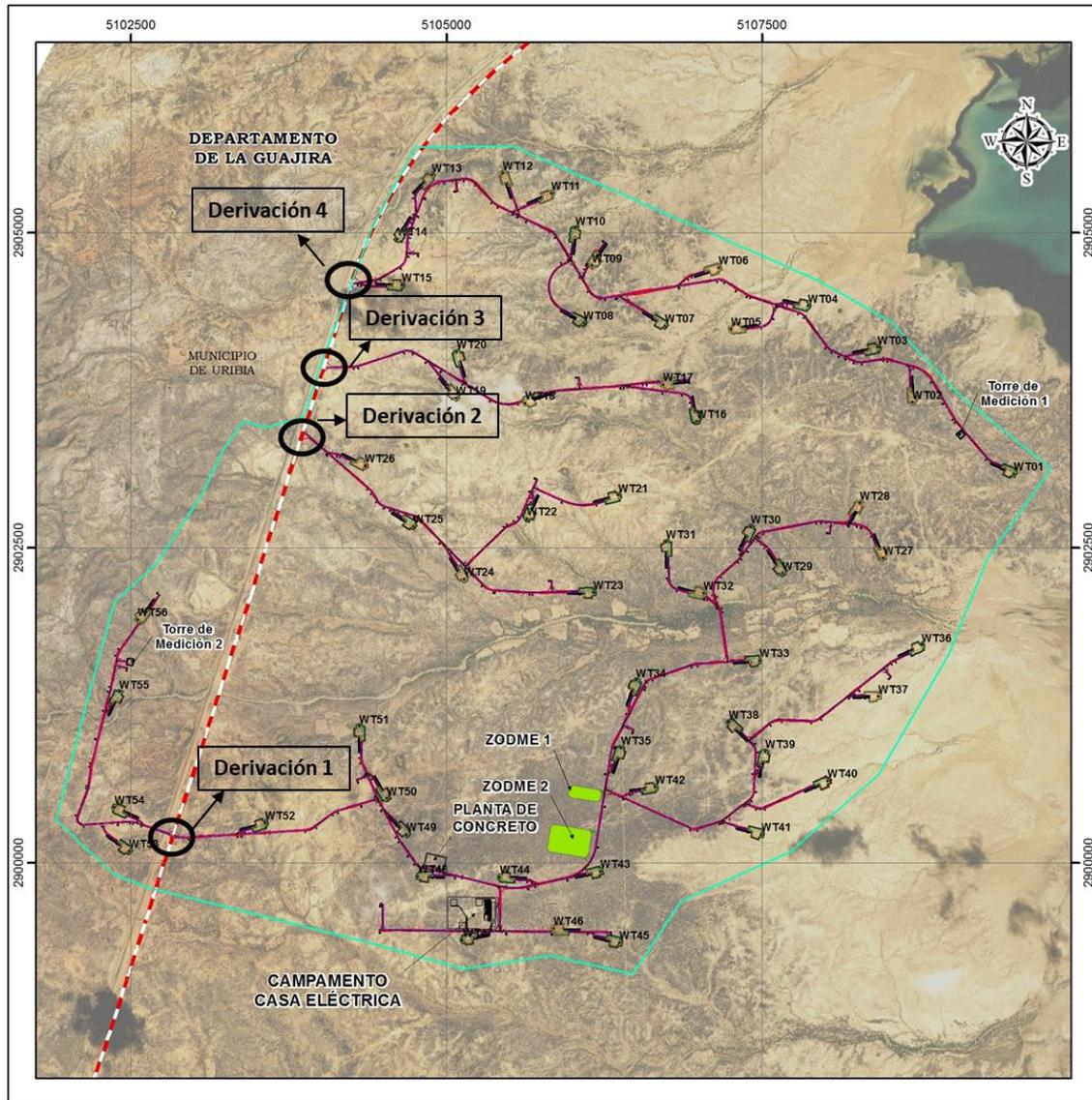
- Un patio de acopio
- Patio de estacionamiento de maquinaria y camiones
- La planta propiamente dicha con sus componentes básicos.
- Laboratorio, para realizar pruebas de resistencia y otras que se requieran para garantizar que las características del concreto cumplan con las normas técnicas requeridas.

Se ha propuesto una superficie aproximada de 100x160 m, ubicada dentro de los terrenos del Parque, en una zona libre de obstáculos y con acceso directo a través de la vialidad interna del proyecto. En la figura siguiente, se presenta la ubicación de la planta de concreto.

A 535 m de la segunda derivación, se hará una nueva derivación (entronque 3 con el eje vial 30) hacia el Este que sirve de vialidad para los generadores WT 26 al WT34.

Finalmente, a 3400 m al sur del entronque 2, se propone la última derivación; ésta en ambos sentidos, ubicado al extremo Sur del parque, sobre el eje vial 39.

Figura 3-20 Ubicación general de las derivaciones propuestas de la carretera Uribia-Puerto Bolívar

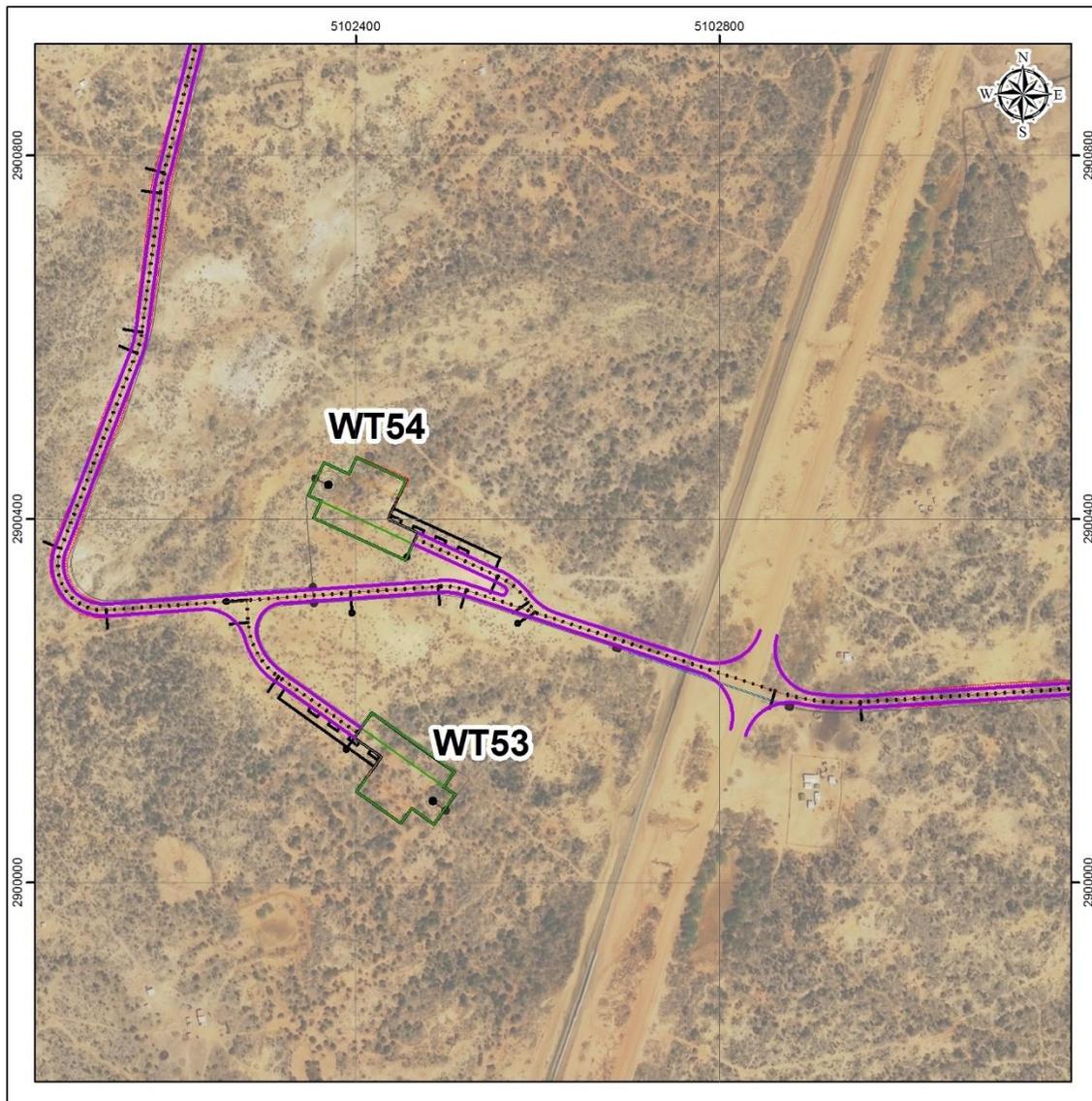


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021

Debido a que la mayor parte de los equipos poseen dimensiones y pesos significativamente menores que los aerogeneradores, no se prevén interferencias ni afectaciones por la presencia de vehículos de carga para el proyecto, salvo en los momentos del transporte de los aerogeneradores, en cuyo momento se establecerá una estricta coordinación de obra

para evitar coincidencias de circulación con otros usuarios. En la siguiente figura se muestra el esquema típico de un entronque o derivación a la carretera Uribia-Puerto Bolívar. Se destaca que, debido a los requerimientos de radio de curvatura de los vehículos de carga, estos serán muy amplios y las pendientes reducidas, acorde con las exigencias de los fabricantes de los aerogeneradores. En los cruces hacia el Noreste, se deberá atravesar adicionalmente el eje ferroviario del Cerrejón, por lo que el terraplén de la vía deberá pasar en forma nivelada con los rieles, para permitir el cruce vial sin problemas.

Figura 3-21 Derivación típica propuesta a la carretera Uribia-Puerto Bolívar



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Para equipos menores, y material de procedencia nacional, se hará uso de la red Vial Nacional, que finalizará en el uso de la carretera Uribia-Puerto Bolívar, utilizando los mismos accesos a la red vial interna del Parque Eólico Casa Eléctrica descritos anteriormente.

3.2.4.3.6. Cruces eléctricos a la carretera Uribia-Puerto. Bolívar y red ferroviaria del Cerrejón

Adicionalmente, y dado que el parque eólico se presenta a ambos márgenes de la carretera nacional, será necesario realizar el cruce de los circuitos eléctricos con dicha vía en un solo caso. En este caso se deberá también cruzar adicionalmente la vía ferroviaria del Cerrejón, paralela a la carretera Uribia-Puerto Bolívar.

Con el objeto de no afectar el tránsito ni alterar la superficie de las vías existentes, se ha propuesto realizar el cruce mediante perforación horizontal dirigida que no perturba las vías existentes. Consiste en realizar una perforación dirigida con la que se podrán tender los cables por debajo de las superficies viales. Imágenes de referencia de dicha propuesta se presentan en las Figura 3-22, Figura 3-23 y Figura 3-24.

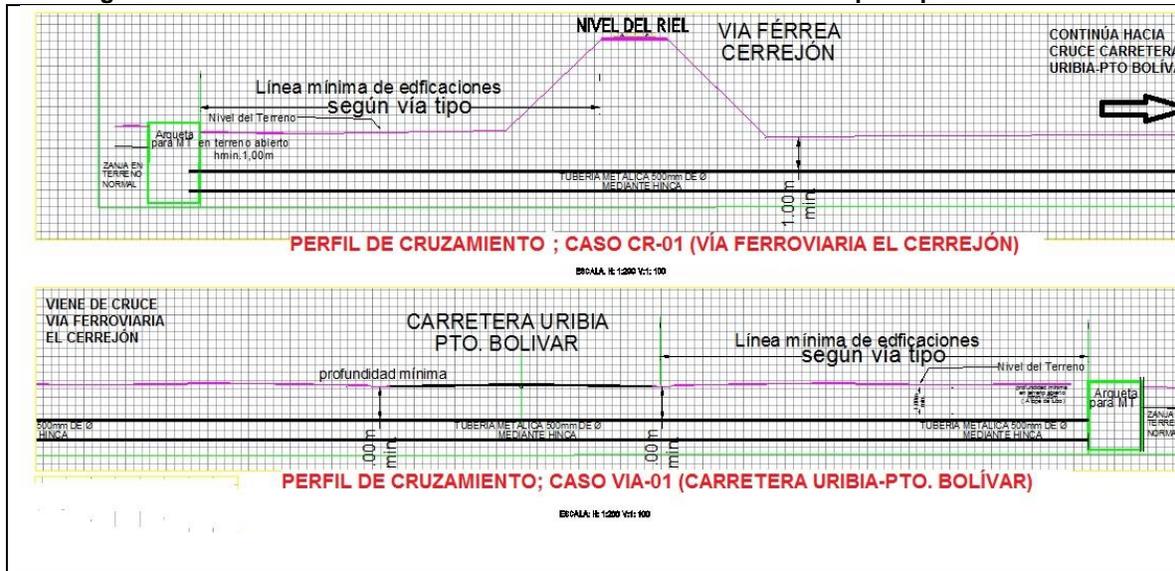
Para la ejecución de estas y dado que los elementos a ser cruzados están claramente definidos y delimitados, se ejecutarán por medio de perforaciones dirigidas, las cuales requieren de equipos sofisticados. Consiste en el uso de esquema de perforación horizontal, que obliga a establecer áreas de aproximadamente 30 x 30 m en cada extremo para colocar los equipos de excavación horizontal y manipulación de tuberías. Una vez ejecutada la obra de hincado, sólo quedarán las cajas de registro de concreto para el acceso y manipulación de los cables. En la Figura siguiente se muestra un esquema simplificado del hincado horizontal.

Figura 3-22 Esquema simplificado del hincado horizontal



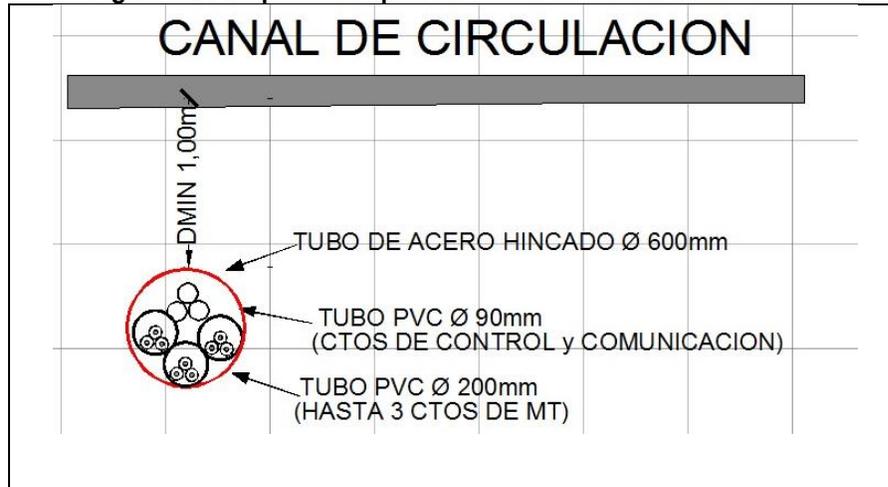
Fuente: PERSAEUS, 2020.

Figura 3-23 Identificación de cruces de redes subterráneas con vías principales existentes



Fuente: PERSAEUS, 2020.

Figura 3-24 Disposición típica de cables en tubería hincada



Fuente: PERSAEUS, 2020.

3.2.4.3.7. Cruces de nuevas vías internas con cauces de agua

La nueva red vial propuesta para el parque inevitablemente deberá cruzar cuerpos de aguas de la región. La mayoría de ellas representa cauces que sólo se presentan en épocas de lluvia.

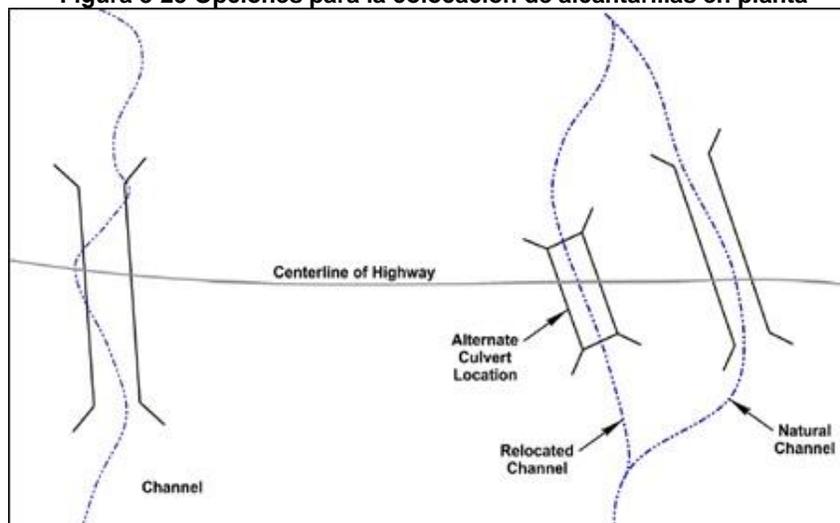
Durante la adecuación de vías se estima la construcción de obras hidráulicas, por lo tanto, se requiere de permisos de ocupación de cauce. La solicitud de dicho permiso en cada punto se realizará mediante el Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'i |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Básicamente la solución consiste en la instalación de un elemento facilitador de drenaje sobre el ancho del cuerpo de agua, con el fin de permitir la continuidad del flujo natural del cauce. El elemento de drenaje consistirá en tubo(s) de concreto, cuyo diámetro y cantidad se define según el cauce, la pendiente y recorrido cruzado. En ambos extremos del conjunto de tubos se instalarán estribos, en forma de aletas.

La localización de las obras de drenaje transversal proyectadas para manejo de la escorrentía se realizará teniendo en cuenta la condición natural de los diferentes drenajes (permanentes y no permanentes) al ser interceptados con la vía y la localización de los puntos bajos de ésta, buscando que los cruces mantengan su alineamiento original. En la Figura 3-25 se presentan las alternativas de localización en planta de las obras de drenaje.

Figura 3-25 Opciones para la colocación de alcantarillas en planta



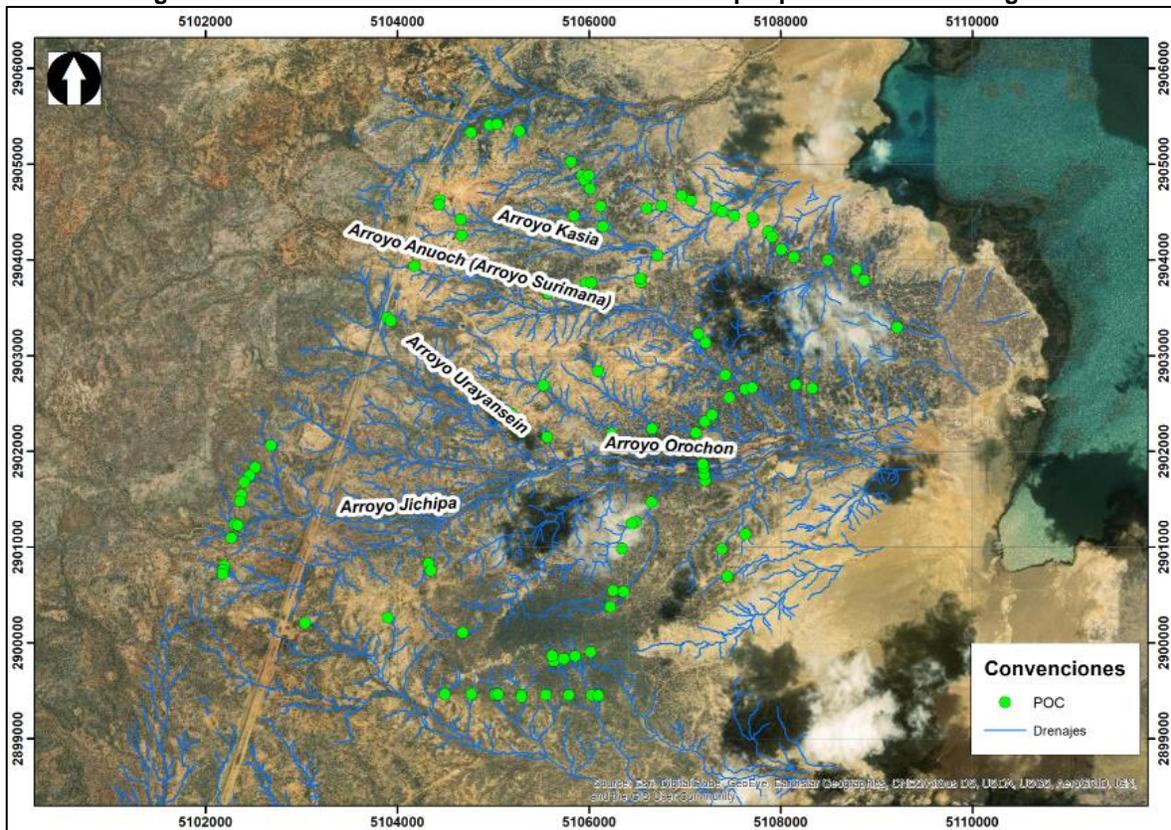
Fuente: Hydraulic Design Series Number 5, 2012

La vialidad del proyecto, que se describe en la sección 3.2.4.1.1., y cuya imagen se muestra en la Figura 3-7, se conforma por ejes viales. A partir de esta disposición y la localización de los cuerpos de agua presentes dentro del polígono de ocupación del parque eólico (Figura 3-26), se definen los cruces y/o ocupaciones. Se indican 105 casos donde la ocupación de cauces es motivada por vías a ser construidas para el proyecto. Estos casos incluyen múltiples situaciones donde, además de la vialidad, se encuentran presentes circuitos eléctricos en el punto de ocupación (9 sitios de ocupaciones por cruces con las zanjas eléctricas). Adicional a las obras de cruce viales, se tienen ocupaciones por plataformas de aerogeneradores que están en zonas de restricciones altas para el manejo de los componentes geológico y geomorfológico asociadas a planicies de inundación y plataforma de aerogeneradores, plataforma de ZODME 1 y área de campamento en zona de ronda hídrica.

A manera de resumen, en total se tienen 121 sitios de ocupación de cauce conformados por: 105 sitios de ocupaciones por obras hidráulicas, 9 sitios de ocupaciones por cruces

con las zanjas eléctricas, 3 sitios de ocupación por plataformas de aerogeneradores en zonas de restricciones altas asociadas a planicies de inundación, 2 sitios de ocupación por plataforma en zona de ronda hídrica, un sitio de ocupación por plataforma de ZODME en zona de ronda hídrica y un sitio de ocupación por área de campamento en zona de ronda hídrica.

Figura 3-26 Ubicación de cruces de vías internas del parque con cauces de agua



Fuente: INGETEC, 2021.

3.2.5. Insumos del Proyecto

Para la ejecución de la obra son requeridos insumos para la preparación de concreto, combustibles para equipos de motor mecánico, además del consumo básico de agua potable para el personal.

Los elementos requeridos como insumos para obras son:

- Agua para mezclado de concreto.
- Madera de encofrado o encofrados metálicos.
- Agregados.
- Cemento.
- Acero de refuerzo.
- Agua para consumo humano.

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

- Agua para humectación de vías
- Agua para lavado de maquinaria
- Suministro eléctrico.
- Sustancias peligrosas.

Para la construcción del proyecto no se requerirá del uso de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. El agua potable para consumo humano del proyecto se suministrará por medio de botellones para los frentes de obra, mientras que para el campamento y oficinas se tendrá suministro por carrotanque y botellones de agua potable de proveedores autorizados.

El agua para uso industrial requerida para la preparación de concreto necesario para la fundación de los aerogeneradores será adquirida y transportada en camiones cisterna por proveedores con permisos ambientales vigentes, cumpliendo con las exigencias de uso de sistemas a nivel regional del Caribe.

También se contempla, como medida de manejo ambiental para la mitigación de emisiones de material particulado, la humectación de las vías que serán utilizadas por el proyecto para el transporte de personal, maquinaria y acarreo de materiales. El agua utilizada para esta actividad será suministrada de proveedores autorizados o desarrollos de suministro que cuenten con los permisos de venta de agua para uso industrial y será transportada al área del proyecto mediante carros cisterna. Esta actividad solo se ejecutará en la fase constructiva y en la fase de abandono y desmantelamiento, dado el importante flujo de vehículos y maquinaria en esta etapa.

Por otro lado, la construcción requerirá material para agregado de concreto, tales como grava, piedra picada y arena; éstos serán adquiridos directamente con proveedores que cuenten con licencia y planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

El cemento será adquirido de fábricas autorizadas y trasladados a la obra por vía terrestre.

Las formaletas para encofrado serán propiedad de los contratistas por lo que no requiere ni refleja consumo de la zona. La misma situación se presenta para el acero de refuerzo.

El suministro de energía se proveerá mediante plantas eléctricas autónomas de combustible Diesel, con sus respectivos equipos de respaldo.

El combustible para las plantas eléctricas y maquinaria, así como lubricantes se obtendrá a través de estaciones de servicio y proveedores autorizados preferiblemente de Uribia.

Las principales obras civiles de construcción del Parque Eólico se relacionan con los movimientos de tierra para la adecuación de áreas de trabajo y fundación (Plataformas), la construcción de las nuevas vías, y las fundaciones de los aerogeneradores. Estas obras involucran los agregados requeridos para la fabricación del concreto y tierra proveniente de

| | | | |
|---|--|------------------------------|----------------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

préstamo para subbase, y relleno. La cantidad de material proveniente de excavación que se considere apta para su uso en relleno se determinará en obra con base a evaluación física de su constitución, contenido de impurezas y evaluación litológica. Sujeto a confirmación, se considera que el 30% del material de excavación podrá ser reutilizable.

El material proveniente de la excavación será mantenido temporalmente en el sitio de obra para luego llevar el material excedente a zonas de acopio. El material excavado para vías y zanjas será parcialmente utilizado en el sitio de obra. El material restante, o excedente de las labores de excavación y relleno, será llevado a las zonas de acopio prevista en el parque. Las franjas de terreno vegetal se mantendrán almacenadas en forma de tiras para su eventual uso.

Para las sustancias peligrosas se tendrá en el área de campamento temporal un área para almacenamiento de combustibles (ACPM y gasolina) y depósito para sustancias peligrosas. La siguiente tabla muestra el listado de sustancias básicas que se podrán usar para el proyecto y las cantidades estimadas que se mantendrán en almacenamiento. Dichas cantidades y los tipos de productos pueden tener cambios derivados de las necesidades propias de la construcción. Los consumos también dependerán de los requerimientos particulares de obra.

Con relación los tanques de ACPM y gasolina, se tiene previsto ubicarlos en el costado sur del área de campamento, en una zona de fácil acceso a las unidades de transporte, durante la fase de construcción del parque eólico. Los tanques estarán dentro de un dique de contención con una capacidad del 110% del volumen del tanque, esto es 3.300 galones.

La Foto 3-7 y Foto 3-8 muestran una ilustración de los tanques y dique. También es importante señalar que este diseño puede tener ajustes por necesidades constructivas. Asimismo, estos serán desmontados al finalizar la fase de constructiva del proyecto.

Foto 3-7 Ejemplo de tanque y dique



| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'í |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Fuente: Jemeiwaa Ka'í-AES Colombia, 2020.

Para el transporte de combustibles, se prevé el siguiente esquema:

- El combustible se transportará desde Uribía hasta la zona de campamento
- Para el abastecimiento se prevé utilizar carrotanque con capacidad de 3.000 galones de ACPM y 1000 galones para gasolina.
- Para abastecimiento de la maquinaria y vehículos del proyecto se tiene previsto tanqueo en campamento. En caso de equipos que por su naturaleza no se puedan trasladar a campamento se utilizará una unidad móvil con un isotanque de 1.000 litros (265 galones). Este tendrá recorrido semanal a demanda, durante toda la fase de construcción del parque eólico.

Respecto a las sustancias peligrosas central, se tiene previsto tener un área temporal que tendrá las siguientes características:

- Estará ubicado en la zona de talleres, en el costado oriental. Esto asegura gestión logística en términos de acceso.
- Estará identificado y señalizado de acuerdo con el sistema globalmente armonizado.

En la Foto 3-8, se observa una foto indicativa del área de almacenamiento de sustancias peligrosas, resaltando que los muros serán de 1,8 m de altura y 20 cm de tubo galvanizado hasta la cubierta.

Foto 3-8 Modelo de área de almacenamiento de sustancias peligrosas



Fuente: Jemeiwaa Ka'í-AES Colombia, 2020.

Finalmente, vale indicar que el diseño final puede tener modificaciones por efecto de necesidades de construcción.

| | | | |
|--------------|---|-----------------------|---------------|
| aes Colombia | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

Para la fase de operación solamente se dejará habilitado el cubículo de aceites, para tener un almacenamiento de reserva de 5 tambores de 55 galones. No se almacenará thinner, gases ni otras sustancias químicas.

3.2.6. Desmantelamiento del Parque

A continuación, se incluye una guía a seguir para el desmantelamiento final del Parque Eólico Casa Eléctrica una vez que culmine su operación comercial.

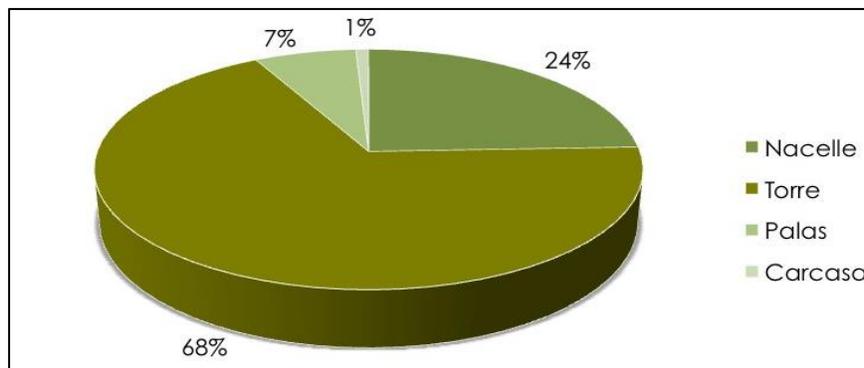
El objetivo es desmontar los equipos de generación y sistemas asociados y restaurar áreas intervenidas para que se integren con los elementos circundantes.

El desmantelamiento de un aerogenerador consiste en la retirada al completo de todos sus componentes, desde las palas hasta las torres. La metodología empleada es similar a las operaciones de montaje, con una secuencia de trabajos inversa, siendo las necesidades de maquinaria similares, pero en mano de obra los requerimientos son menores.

Cada aerogenerador se compone de un elevado número de componentes tanto estructurales como eléctricos y de control. La tipología, forma y materiales de los diferentes componentes es igualmente diversa, siendo fundamentalmente materiales de carácter recuperable en su mayor parte y con un valor añadido considerable, como el acero y otros metales lo que los hace muy atractivos para reciclaje.

El peso de cada aerogenerador estará en torno a las 1.400 toneladas, sin tener en cuenta la base del aerogenerador. De forma relativa, la mayor contribución al peso total del aerogenerador se centra en los apoyos (torre), llegando a acaparar típicamente el 68% del total, seguido por el conjunto de la nacelle por el 24% y el resto del peso se divide entre otros componentes como palas y Carcasa. Una división típica de esta composición es la mostrada en la siguiente figura:

Figura 3-27 Naturaleza del Material de los Aerogeneradores



Fuente: PERSAEUS, 2020.

Debido al gran desarrollo tecnológico en el sector eólico, actualmente los aerogeneradores incorporan determinados materiales de nuevo desarrollo para los cuales no se tienen, a día

| | | | |
|---|---|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA | | Jemeiwaa Ka'1 |
| | VERSIÓN: FINAL | Fecha: Diciembre/2021 | |

de hoy, procesos de recuperación comprobados, en específico los materiales con los que se fabrican las palas.

Sin embargo, se tiene en paralelo desarrollos tecnológicos tendientes a lograr la consecución de técnicas de aprovechamiento de estos materiales para incorporarlos a otros procesos de producción. En cualquier caso, todos los materiales serán tratados como residuos y, por lo tanto, recibirán el manejo indicado de acuerdo con la legislación vigente aplicable.

En el caso que se decida la no continuidad de la operación del parque eólico y se tome la decisión de cierre de operación, retiro y abandono se llevará a cabo el proceso de desmantelamiento. Esto incluirá actividades tales como:

- Desmontaje de aerogeneradores
- Demolición de concretos en campamento.
- Desinstalación de redes eléctricas.
- Demolición de concretos en cimentaciones de aerogeneradores.
- Reconformación de suelos en campamentos y plataformas de aerogeneradores.
- Reconformación paisajística.

3.2.7. Cronograma

A continuación, se presenta el presupuesto de la Obra estimada. Este cronograma puede sufrir variaciones acordes con la conexión al sistema de transmisión nacional que depende del Grupo de Energía de Bogotá.

Se estiman los siguientes periodos para cada una de las fases del proyecto:

- Construcción: 3 años.
- Operación: 25 años.
- Desmantelamiento: 2 años.