

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

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA

## CAPÍTULO 3 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I

Diciembre, 2021

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

## TABLA DE CONTENIDO

|               |                                                                                                   |           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.            | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....                                                                    | 11        |
| 3.1.          | LOCALIZACIÓN .....                                                                                | 11        |
| <b>3.1.1.</b> | <b>Localización geográfica y político-administrativa del proyecto.....</b>                        | <b>11</b> |
| <b>3.1.2.</b> | <b>Localización física del proyecto .....</b>                                                     | <b>12</b> |
| 3.1.2.1.      | Compatibilidad con los usos del suelo .....                                                       | 15        |
| 3.2.          | CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....                                                                | 16        |
| <b>3.2.1.</b> | <b>Infraestructura existente .....</b>                                                            | <b>17</b> |
| 3.2.1.1.      | Tipos y clasificación de vías, carreteras y líneas férreas existentes en la zona de estudio ..... | 17        |
| 3.2.1.2.      | Estado actual y Modificaciones requeridas y uso de la Infraestructura vial existente .....        | 40        |
| 3.2.1.3.      | Características de los Puertos Marítimos propuestos para uso .....                                | 40        |
| 3.2.1.4.      | Infraestructura social y/o productiva asociada al área del proyecto .....                         | 44        |
| <b>3.2.2.</b> | <b>Fases y actividades del proyecto .....</b>                                                     | <b>52</b> |
| <b>3.2.3.</b> | <b>Diseño del Proyecto .....</b>                                                                  | <b>61</b> |
| 3.2.3.1.      | Criterios de Diseño .....                                                                         | 62        |
| 3.2.3.2.      | Criterios de ubicación de cada aerogenerador y requerimientos de áreas de construcción .....      | 69        |
| 3.2.3.3.      | Criterios de Recorrido y diseño de vías internas.....                                             | 70        |
| 3.2.3.4.      | Requerimientos de Obras Temporales de construcción, operación y mantenimiento .....               | 70        |
| <b>3.2.4.</b> | <b>Características técnicas.....</b>                                                              | <b>72</b> |
| 3.2.4.1.      | Adecuación y construcción de vías.....                                                            | 72        |
| 3.2.4.1.1.    | Vías de acceso existentes .....                                                                   | 72        |
| 3.2.4.1.2.    | Vías de acceso a construir.....                                                                   | 74        |
| 3.2.4.1.3.    | Infraestructura Civil – Drenajes y cruces con cuerpos de agua.....                                | 82        |
| 3.2.4.1.4.    | Infraestructura Civil – Redes Eléctricas .....                                                    | 82        |
| 3.2.4.1.5.    | Infraestructura de generación de energía .....                                                    | 84        |
| 3.2.4.1.6.    | Sistemas constructivos asociados al proyecto de generación.....                                   | 110       |
| 3.2.4.1.7.    | Consideraciones generales para la fase de construcción .....                                      | 116       |

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

|               |                                                                                                               |            |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.4.2.      | Operación y mantenimiento .....                                                                               | 116        |
| 3.2.4.2.1.    | Esquema de operación del parque eólico .....                                                                  | 116        |
| 3.2.4.2.2.    | Procesos de energización de la línea de conexión y operación .....                                            | 117        |
| 3.2.4.2.3.    | Potencia a instalar y energía esperada.....                                                                   | 117        |
| 3.2.4.2.4.    | Actividades y procesos a ejecutar durante la etapa de operación.....                                          | 118        |
| 3.2.4.2.5.    | Características de la infraestructura, equipos e insumos .....                                                | 119        |
| 3.2.4.2.6.    | Mecanismos para evitar sobrecargas mecánicas y eléctricas.....                                                | 120        |
| 3.2.4.2.7.    | Mantenimiento de equipos.....                                                                                 | 120        |
| 3.2.4.2.8.    | Consideraciones generales para la fase de operación.....                                                      | 122        |
| 3.2.4.3.      | Infraestructura asociada al proyecto .....                                                                    | 122        |
| 3.2.4.3.1.    | Campamentos y áreas de taller y acopio de material y maquinaria .....                                         | 123        |
| 3.2.4.3.2.    | ZODME .....                                                                                                   | 125        |
| 3.2.4.3.3.    | Fuentes de Materiales .....                                                                                   | 129        |
| 3.2.4.3.4.    | Planta de concreto.....                                                                                       | 130        |
| 3.2.4.3.5.    | Infraestructura de drenajes .....                                                                             | 134        |
| 3.2.4.3.6.    | Cruces de corrientes superficiales .....                                                                      | 134        |
| 3.2.4.3.7.    | Infraestructura geotécnica .....                                                                              | 134        |
| 3.2.4.3.8.    | Infraestructura de suministro de energía.....                                                                 | 135        |
| 3.2.4.3.9.    | Infraestructura de suministro de agua.....                                                                    | 135        |
| 3.2.4.3.10.   | Suministro de agua a partir de Proyecto Guajira Azul.....                                                     | 136        |
| 3.2.4.4.      | Infraestructura de servicios interceptados por el proyecto .....                                              | 142        |
| 3.2.4.4.1.    | Derivaciones y cruces con la carretera Uribia-Puerto, Bolívar .....                                           | 143        |
| 3.2.4.4.2.    | Cruces eléctricos a la carretera Uribia-Puerto. Bolívar y red ferroviaria del Cerrejón                        | 146        |
| 3.2.4.4.3.    | Cruces de nuevas vías internas con cauces de agua .....                                                       | 148        |
| 3.2.4.4.4.    | Cruces de nueva red eléctrica con cauces de agua.....                                                         | 175        |
| <b>3.2.5.</b> | <b>Insumos del Proyecto .....</b>                                                                             | <b>178</b> |
| <b>3.2.6.</b> | <b>Manejo y disposición de materiales sobrantes de obra, de excavación, de construcción y demolición.....</b> | <b>184</b> |
| 3.2.6.1.      | Identificación de usos de ZODME propuesta.....                                                                | 185        |
| 3.2.6.2.      | Dimensionamiento del ZODME .....                                                                              | 185        |

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

|                |                                                            |            |
|----------------|------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.6.3.       | Ubicación del ZODME .....                                  | 186        |
| 3.2.6.4.       | Viviendas y obstáculos en el área de ubicación.....        | 186        |
| 3.2.6.5.       | Factores de seguridad y riesgos .....                      | 186        |
| 3.2.6.6.       | Descripción del proceso de conformación .....              | 187        |
| 3.2.6.7.       | Perfiles de conformación .....                             | 187        |
| 3.2.6.8.       | Descripción de los trabajos.....                           | 190        |
| <b>3.2.7.</b>  | <b>Residuos peligrosos y no peligrosos .....</b>           | <b>191</b> |
| 3.2.7.1.       | Clasificación de los residuos.....                         | 191        |
| 3.2.7.2.       | Generación de Residuos en el Proyecto Casa Eléctrica ..... | 193        |
| 3.2.7.3.       | Opciones de tratamiento y disposición .....                | 196        |
| 3.2.7.4.       | Estimado de los volúmenes a generar .....                  | 198        |
| <b>3.2.8.</b>  | <b>Consumo de Agua y Agua Residual .....</b>               | <b>201</b> |
| <b>3.2.9.</b>  | <b>Desmantelamiento del Parque.....</b>                    | <b>203</b> |
| 3.2.9.1.       | Componentes Generados en el Desmantelamiento.....          | 204        |
| 3.2.9.1.1.     | Naturaleza del Material de los Aerogeneradores .....       | 204        |
| 3.2.9.2.       | Descripción de los Componentes .....                       | 205        |
| 3.2.9.2.1.     | Palas .....                                                | 205        |
| 3.2.9.2.2.     | Nacelle o Góndola .....                                    | 206        |
| 3.2.9.2.3.     | Motores de giro y reductoras .....                         | 208        |
| 3.2.9.2.4.     | Grupo o sistema hidráulico .....                           | 208        |
| 3.2.9.2.5.     | Transformador .....                                        | 209        |
| 3.2.9.2.6.     | Bastidor delantero y trasero.....                          | 209        |
| 3.2.9.2.7.     | Carcasa.....                                               | 209        |
| 3.2.9.2.8.     | Componentes Eléctricos y de Control.....                   | 210        |
| 3.2.9.2.9.     | Torres.....                                                | 211        |
| 3.2.9.2.10.    | Base de Concreto.....                                      | 212        |
| 3.2.9.2.11.    | Proceso de desmantelamiento .....                          | 212        |
| <b>3.2.10.</b> | <b>Otras Consideraciones .....</b>                         | <b>213</b> |
| 3.2.10.1.      | Superposición de Proyectos .....                           | 213        |
| <b>3.2.11.</b> | <b>Costo total del proyecto.....</b>                       | <b>215</b> |
| <b>3.2.12.</b> | <b>Cronograma .....</b>                                    | <b>217</b> |

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

|                |                                             |            |
|----------------|---------------------------------------------|------------|
| <b>3.2.13.</b> | <b>Organización del proyecto.....</b>       | <b>219</b> |
| 3.2.13.1.      | Recursos humanos por fase del proyecto..... | 219        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|            |                                                                                            |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 3-1  | Coordenadas del área de implantación del proyecto.....                                     | 14  |
| Tabla 3-2  | Vías existentes al Interior del área del Proyecto Casa Eléctrica.....                      | 23  |
| Tabla 3-3  | Comunidades ubicadas en el área de influencia .....                                        | 44  |
| Tabla 3-4  | Descripción de infraestructura social y/o productiva.....                                  | 45  |
| Tabla 3-5  | Distribución poblacional de las comunidades del área de rancherías.....                    | 49  |
| Tabla 3-6  | Cuantificación de infraestructura según comunidades wayuu del área de influencia .....     | 51  |
| Tabla 3-7  | Descripción de actividades – Fases del proyecto.....                                       | 52  |
| Tabla 3-8  | Distancias de restricción a elementos de infraestructura civil del proyecto .....          | 63  |
| Tabla 3-9  | Criterios de separación entre el centro del aerogenerador y elementos del territorio ..... | 64  |
| Tabla 3-10 | Requerimientos de diseño – vías nuevas.....                                                | 64  |
| Tabla 3-11 | Requerimientos de áreas temporales de construcción y operación.....                        | 71  |
| Tabla 3-12 | Aforo vehicular promedio. Punto1 .....                                                     | 74  |
| Tabla 3-13 | Aforo vehicular promedio. Punto2 .....                                                     | 74  |
| Tabla 3-14 | Aforo vehicular promedio. Punto3 .....                                                     | 74  |
| Tabla 3-15 | Aforo vehicular promedio. Punto4 .....                                                     | 74  |
| Tabla 3-16 | Resumen de vías Parque Eólico Casa Eléctrica .....                                         | 77  |
| Tabla 3-17 | Magnitud de obra para vías – Parque Eólico Casa Eléctrica.....                             | 81  |
| Tabla 3-18 | Configuraciones adaptadas para evaluación de impactos.....                                 | 87  |
| Tabla 3-19 | Características técnicas de aerogeneradores .....                                          | 87  |
| Tabla 3-20 | Nivel de ruido estimado.....                                                               | 88  |
| Tabla 3-21 | Coordenadas de ubicación de los generadores .....                                          | 91  |
| Tabla 3-22 | Características técnicas de las celdas de media tensión.....                               | 95  |
| Tabla 3-23 | Dimensiones de las superficies de ocupación para cada aerogenerador .....                  | 98  |
| Tabla 3-24 | Dimensiones de las áreas de zonas de trabajo generales .....                               | 100 |
| Tabla 3-25 | Estimación de maquinaria y equipo requerido.....                                           | 103 |

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

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 3-26 Resumen de magnitudes de obra - Fundaciones de aerogeneradores .....                                                              | 107 |
| Tabla 3-27 Resumen de magnitudes de obra de movimiento de tierras – aerogenerador<br>plataformas.....                                        | 108 |
| Tabla 3-28 Características técnicas de las zanjas .....                                                                                      | 111 |
| Tabla 3-29 Características técnicas de bancadas en ductos para cruzamientos.....                                                             | 113 |
| Tabla 3-30 Resumen de magnitudes de Obra – Zanjas y bancadas eléctricas .....                                                                | 114 |
| Tabla 3-31 Características técnicas de los cables de media tensión.....                                                                      | 115 |
| Tabla 3-32 Cuantificación de áreas de ocupación Obra P.E. Casa Eléctrica .....                                                               | 123 |
| Tabla 3-33 Coordenadas de Campamento y Proyectos de evacuación de energía .....                                                              | 125 |
| Tabla 3-34 Coordenadas de las Zedmes .....                                                                                                   | 126 |
| Tabla 3-35 Listado de proveedores de materiales .....                                                                                        | 129 |
| Tabla 3-36 Coordenadas de la Planta de Concreto .....                                                                                        | 134 |
| Tabla 3-37 Listado de empresas de servicio público para abastecimiento de agua potable<br>.....                                              | 135 |
| Tabla 3-38 Listado de proveedores de agua para consumo humano (Agua envasada) .                                                              | 136 |
| Tabla 3-39 Identificación de derivaciones propuestas sobre carretera Uribia-Puerto. Bolívar<br>.....                                         | 146 |
| Tabla 3-40 Identificación de cruces de redes eléctricas propuestas sobre carretera Uribia-<br>Puerto Bolívar y vía férrea del Cerrejón ..... | 148 |
| Tabla 3-41 Identificación de puntos de ocupación de cauces .....                                                                             | 150 |
| Tabla 3-42 Caudales medios para los puntos de ocupación .....                                                                                | 158 |
| Tabla 3-43 Caudales máximos para los puntos de ocupación .....                                                                               | 167 |
| Tabla 3-44 Identificación de puntos de ocupación de cauces con redes eléctricas .....                                                        | 175 |
| Tabla 3-45 Cuantificación estimada de insumos para la obra .....                                                                             | 180 |
| Tabla 3-46 Tipos y cantidades estimadas de almacenamiento de sustancias peligrosas<br>.....                                                  | 181 |
| Tabla 3-47 Cuantificación total de material para obras civiles.....                                                                          | 185 |
| Tabla 3-48 División de residuos peligrosos y no peligrosos .....                                                                             | 192 |
| Tabla 3-49 Residuos generados en la fase de construcción .....                                                                               | 194 |
| Tabla 3-50 Residuos generados en la fase de Operación.....                                                                                   | 195 |
| Tabla 3-51 Residuos generados en la fase de desmantelamiento .....                                                                           | 196 |
| Tabla 3-52 Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.....                                                                                | 197 |

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

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 3-53 Estimación de Cantidades de Residuos a Generar .....                                                              | 198 |
| Tabla 3-54 Descripción de las características del sitio de acopio temporal de residuos. ....                                 | 200 |
| Tabla 3-55 Estimación de la demanda esperada de agua .....                                                                   | 201 |
| Tabla 3-56 Medidas aproximadas del tanque .....                                                                              | 202 |
| Tabla 3-57 Estimación de la Cantidad de Agua Residual.....                                                                   | 203 |
| Tabla 3-58 Costo total de ingeniería del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica .....                                      | 215 |
| Tabla 3-59 Costo total del Plan de Manejo Ambiental del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica.....                        | 216 |
| Tabla 3-60 Costo total de los acuerdos de consulta previa con la comunidad del Proyecto P.E. Casa Eléctrica.....             | 216 |
| Tabla 3-61 Costo total final del proyecto del parque eólico Casa Eléctrica .....                                             | 217 |
| Tabla 3-62 Cronograma estimado del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica.....                                             | 218 |
| Tabla 3-63 Cronograma estimado Construcción, Operación y Desmantelamiento del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica ..... | 218 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3-1 Localización del parque eólico Casa Eléctrica, en el contexto nacional, departamental y municipal. .... | 12 |
| Figura 3-2 Ubicación del área del proyecto.....                                                                    | 13 |
| Figura 3-3 Red vial existente .....                                                                                | 18 |
| Figura 3-4 Vías internas existentes de mayor uso por las comunidades .....                                         | 29 |
| Figura 3-5 Identificación de elementos área de estudio .....                                                       | 65 |
| Figura 3-6 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores .....                                        | 66 |
| Figura 3-7 Mapa de restricciones para la ubicación de vías y otra infraestructura civil.....                       | 67 |
| Figura 3-8 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores .....                                        | 68 |
| Figura 3-9 Disposición de zona de campamento del Parque Eólico Casa Eléctrica. ....                                | 72 |
| Figura 3-10 Disposición de vías internas del parque eólico.....                                                    | 75 |
| Figura 3-11 Secciones Típicas de las vías a ser construidas. ....                                                  | 81 |
| Figura 3-12 Esquema Típico de cruce con cuerpo de agua. ....                                                       | 82 |
| Figura 3-13 Esquema Típico de cruce entre zanjas eléctricas y cuerpos de agua o vías. ....                         | 84 |
| Figura 3-14 Configuración general típica de un aerogenerador .....                                                 | 86 |
| Figura 3-15 Implantación general de las unidades aerogeneradores .....                                             | 90 |

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

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3-16 Componentes básicos de un generador .....                                                    | 92  |
| Figura 3-17 Disposición típica del nacelle .....                                                         | 93  |
| Figura 3-18 Disposición superficies para fundación y plataformas de montaje - aerogenerador .....        | 98  |
| Figura 3-19 Imagen típica de un vehículo para transporte de palas y góndola.....                         | 101 |
| Figura 3-20 Imagen simplificada de la conexión del Parque eólico Casa Eléctrica al SIN .....             | 105 |
| Figura 3-21 Sección de zanjas según número de circuitos .....                                            | 112 |
| Figura 3-22 Sección típica de bancos de ductos para uso eléctrico .....                                  | 114 |
| Figura 3-23 Ubicación de áreas temporales de campamento y Subestación eléctrica ...                      | 124 |
| Figura 3-24 Ubicación general de ZODME .....                                                             | 127 |
| Figura 3-25 Sector Sur del Parque Eólico y ubicación de áreas.....                                       | 128 |
| Figura 3-26 Esquema tipo disposición planta de concreto .....                                            | 132 |
| Figura 3-27 Ubicación de Planta de concreto .....                                                        | 133 |
| Figura 3-28 Esquema de distribución de agua mediante pilas públicas .....                                | 139 |
| Figura 3-29 Identificación proyectos eólicos .....                                                       | 141 |
| Figura 3-30 Ubicación general de las derivaciones propuestas de la carretera Uribia-Puerto Bolívar ..... | 144 |
| Figura 3-31 Derivación típica propuesta a la carretera Uribia-Puerto Bolívar .....                       | 145 |
| Figura 3-32 Esquema simplificado del hincado horizontal.....                                             | 147 |
| Figura 3-33 Identificación de cruces de redes subterráneas con vías principales existentes .....         | 147 |
| Figura 3-34 Disposición típica de cables en tubería hincada.....                                         | 147 |
| Figura 3-35 Opciones para la colocación de alcantarillas en planta.....                                  | 149 |
| Figura 3-36 Ubicación de cruces de vías internas del parque con cauces de agua .....                     | 150 |
| Figura 3-37 Imagen típica de alcantarilla tipo 3.....                                                    | 173 |
| Figura 3-38 Representación típica de cruces de circuitos ramales con cauces de agua.                     | 177 |
| Figura 3-39 Representación típica de cruces de circuitos ramales con cauces de agua.                     | 177 |
| Figura 3-40 Representación típica de cruces de circuitos eléctricos troncales con cauces de agua .....   | 178 |
| Figura 3-41 Secciones de análisis – ZODME- Parque Eólico Casa Eléctrica.....                             | 188 |

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

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3-42 Estabilidad global – Sección longitudinal A-A y Sección B-B– ZODME- Material Permanente Parque Eólico Casa Eléctrica ..... | 189 |
| Figura 3-43 Estabilidad global – Sección transversal A-A y B-B – ZODME Materia Orgánica- Parque Eólico Casa Eléctrica.....             | 190 |
| Figura 3-44 Centro de Acopio Temporal de Residuos.....                                                                                 | 200 |
| Figura 3-45 Centro de Acopio de Residuos - Planta .....                                                                                | 200 |
| Figura 3-46 Tanque de almacenamiento de aguas residuales .....                                                                         | 202 |
| Figura 3-47 Naturaleza del Material de los Aerogeneradores .....                                                                       | 204 |
| Figura 3-48 Componentes Típicos de la Góndola .....                                                                                    | 206 |
| Figura 3-49 Estructura funcional para ejecución del proyecto. Fase de Construcción....                                                 | 223 |
| Figura 3-50 Organigrama indicativo de ejecución del proyecto. Fase de Operación .....                                                  | 224 |
| Figura 3-51 Organigrama indicativo de ejecución del proyecto. Fase de Desmantelamiento .....                                           | 224 |

## ÍNDICE DE FOTOS

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Foto 3-1 Fotografías de la Carretera Uribia-Puerto Bolívar .....              | 20  |
| Foto 3-2 Vía terciaria al interior del área del proyecto .....                | 21  |
| Foto 3-3 Vía transitable en tiempo seco.....                                  | 22  |
| Foto 3-4 Carreteable.....                                                     | 22  |
| Foto 3-5 Vías internas existentes.....                                        | 30  |
| Foto 3-6 Eje ferroviario del Cerrejón .....                                   | 39  |
| Foto 3-7 Foto aérea del Puerto Bolívar .....                                  | 41  |
| Foto 3-8 Áreas de muelle y manejo de Puerto Brisas S.A.....                   | 43  |
| Foto 3-9 Ranchería Cubamana.....                                              | 50  |
| Foto 3-10 Ranchería Walerushi .....                                           | 50  |
| Foto 3-11 Vehículo de transporte para palas. ....                             | 102 |
| Foto 3-12 Construcción de fundaciones para aerogenerador.....                 | 106 |
| Foto 3-13 Área de ensamblaje de grúa en plataforma de cada aerogenerador..... | 109 |
| Foto 3-14 Ensamblaje de torres para de cada aerogenerador .....               | 109 |
| Foto 3-15 Ejemplo de cauce recto .....                                        | 171 |
| Foto 3-16 Ejemplo de cauce trenzado .....                                     | 172 |
| Foto 3-17 Ejemplo de cauce meándrico.....                                     | 172 |

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

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Foto 3-18 Ejemplo de tanque y dique .....                                 | 182 |
| Foto 3-19 Modelo de área de almacenamiento de sustancias peligrosas ..... | 184 |
| Foto 3-20 Desmontaje de una Pala.....                                     | 205 |
| Foto 3-21 Componentes de las Torres.....                                  | 211 |
| Foto 3-22 Armadura de una zapata y pernos de anclaje .....                | 212 |

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

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1. LOCALIZACIÓN

##### 3.1.1. 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.

La capital del departamento de La Guajira es Riohacha (en wayuunaiki: Süchiimma que significa "Ciudad del Río"), y es la capital más septentrional del caribe colombiano.

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 rural<sup>1</sup>.

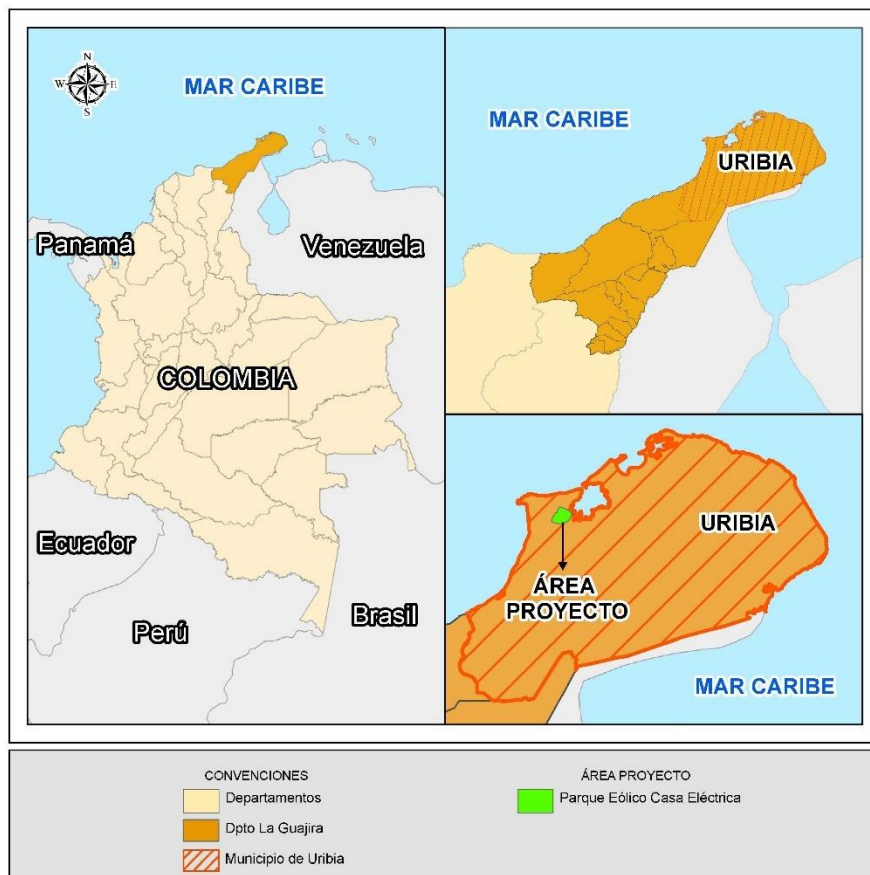
El municipio de Uribia, tiene predominio de población indígena, especialmente de la etnia Wayuu, situación que se evidencia, según censo Dane 2018, al tener solo un 3.62% de población no étnica, quienes son residentes del casco urbano. De allí que sea denominado como la capital indígena de Colombia.

El área de influencia del proyecto se define acorde con los lineamientos de la autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), tema que se desarrolla con mayor detalle en el Capítulo 4 referido a Áreas de Influencia.

<sup>1</sup> Alcaldía de Uribia, 2021. Sitio Web: [www.uriibia-laguajira.gov.co](http://www.uriibia-laguajira.gov.co)

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

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



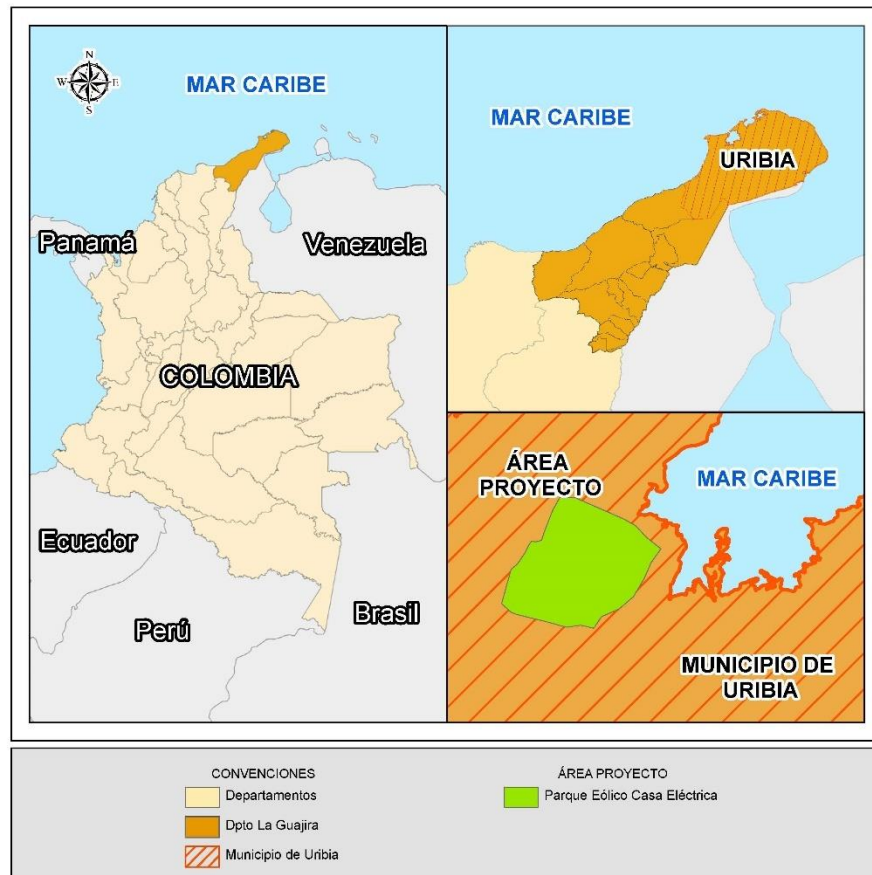
*Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.*

### 3.1.2. Localización física del proyecto

El proyecto consta de la instalación de un máximo de 56 aerogeneradores interconectados por una serie de vías internas, cuyos accesos principales derivan de la vía existente (Uribia - Puerto Bolívar) que atraviesa el área del proyecto. El área del proyecto es de aproximadamente 3296 hectáreas (Ha).

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

**Figura 3-2 Ubicación del área del proyecto**



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

A continuación, se incluye una tabla con las coordenadas del polígono que delimita el área de implantación del proyecto eólico. Esta tabla se presenta en el sistema de coordenadas Origen Único Nacional.

**Tabla 3-1 Coordenadas del área de implantación del proyecto**

| Vértices | Coordenadas Origen Único Nacional |             | Área total (Ha) |
|----------|-----------------------------------|-------------|-----------------|
|          | Este                              | Norte       |                 |
| P1       | 5109078,345                       | 2903699,131 | 3.296           |
| P2       | 5109794,502                       | 2903128,553 |                 |
| P3       | 5109291,642                       | 2902416,196 |                 |
| P4       | 5108978,912                       | 2901645,982 |                 |
| P5       | 5108428,549                       | 2900700,261 |                 |
| P6       | 5107729,526                       | 2900090,314 |                 |
| P7       | 5106855,271                       | 2899692,328 |                 |
| P8       | 5106479,370                       | 2899114,684 |                 |
| P9       | 5105830,702                       | 2899261,883 |                 |
| P10      | 5105131,327                       | 2899157,229 |                 |
| P11      | 5104294,173                       | 2899390,919 |                 |
| P12      | 5102623,518                       | 2899803,016 |                 |
| P13      | 5102367,363                       | 2899903,903 |                 |
| P14      | 5101903,954                       | 2900336,942 |                 |
| P15      | 5102190,534                       | 2901414,928 |                 |
| P16      | 5102365,390                       | 2902062,094 |                 |
| P17      | 5102707,445                       | 2902379,322 |                 |
| P18      | 5103049,499                       | 2902902,801 |                 |
| P19      | 5103223,740                       | 2903260,554 |                 |
| P20      | 5103383,296                       | 2903501,995 |                 |
| P21      | 5103570,403                       | 2903453,896 |                 |
| P22      | 5103870,276                       | 2903535,876 |                 |
| P23      | 5103996,997                       | 2903929,083 |                 |
| P24      | 5104405,992                       | 2905027,525 |                 |
| P25      | 5104753,383                       | 2905680,100 |                 |
| P26      | 5105531,705                       | 2905685,548 |                 |
| P27      | 5107953,063                       | 2904617,175 |                 |
| P28      | 5108528,716                       | 2904292,835 |                 |

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

Dicho 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.

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

En la información cartográfica del presente EIA, se muestra el Mapa 1. Localización general a escala 1:25.000 donde se destacan todos los elementos que se relacionan con el proyecto incluyendo:

- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Asentamientos humanos
- Equipamientos colectivos
- Vías existentes y proyectadas
- Infraestructura del proyecto eólico

#### 3.1.2.1. Compatibilidad con los usos del suelo

Según la certificación emitida por la Secretaría de Planeación y Desarrollo Social de la alcaldía de Uribia (ver Anexo 3 Descripción proyecto/E-Usos suelo), y según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, Acuerdo 016 de 2001 del municipio de Uribia) en el área de influencia se tiene la siguiente categorización para el uso del suelo:

- **Usos principales:**
  - ❖ Cría de animales en forma extensiva.
  - ❖ Cría de animales en forma confinada o estabilizada.
    - ⤴ Cría de ganado vacuno y equino.
    - ⤴ Cría de ganado porcino.
    - ⤴ Cría de ganado ovino y caprino.
    - ⤴ Cría de conejos y aves.
    - ⤴ Cría de animales domésticos.
    - ⤴ Cría de peces
    - ⤴ Cría de abejas.
    - ⤴ Cría de anfibios y reptiles.
  - ❖ Producción:
    - ⤴ Producción de leche.
    - ⤴ Producción de huevos.
    - ⤴ Producción de pieles.
    - ⤴ Producción de miel.
    - ⤴ Producción de humus y abonos orgánicos.
  - ❖ Servicios agrícolas:
    - ⤴ Servicios de recolección, lavado, empacado.
    - ⤴ Servicios de selección, descaramiento y desgrane.
    - ⤴ Servicios de esquila de ganado.
    - ⤴ Servicios de asistencia técnica.
  - ❖ Residencial:
    - ⤴ Vivienda del tenedor o propietario y del agregado, asociada a predios productivos.

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

- Usos compatibles
  - ❖ Silvicultura:
    - ⤴ Viveros de árboles forestales: nativos, no nativos (fijadores de nitrógeno)
    - ⤴ Plantación, repoblación y conservación de bosques.
  - ❖ Servicios de diversión, esparcimiento y hospedaje.
    - ⤴ Escuelas de equitación.
    - ⤴ Eco-hoteles.
    - ⤴ Agroturismo y ecoetnoturismo.
  - ❖ Residencial:
    - ⤴ Vivienda aislada y agrupada en centros poblados,
    - ⤴ Vivienda de recreo.
- **Usos compatibles permitidos con restricción (estos usos deberán obtener una licencia ambiental).**
  - ❖ Explotación Minera.
    - ⤴ Extracción de piedra, pizarra y cascajo.
    - ⤴ Extracción de arcilla.
    - ⤴ Extracción de material de arrastre.
    - ⤴ Extracción de minerales aluviales.
  - ❖ Industria manufacturera de productos alimenticios.
    - ⤴ Pesca, preparación y conservación de carne.
    - ⤴ Matanza de ganado, preparación y conservación de carne.
    - ⤴ Fabricación de productos lácteos.
    - ⤴ Envasado y conservación de legumbres y frutas.
    - ⤴ Cultivo de pescado y otros animales de agua dulce y/o salada.
    - ⤴ Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales.
    - ⤴ Productos de molinería.
    - ⤴ Elaboración de productos alimenticios diversos.
    - ⤴ Elaboración de alimentos preparados para animales.
    - ⤴ Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas.

En el capítulo 5.1.3.5. que hace parte de la línea base del medio abiótico, se presenta en detalle el análisis de los posibles conflictos por el uso del suelo.

### 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.

En este Capítulo se especificará la ubicación de cada uno de los aerogeneradores que componen el Parque Eólico, así como el diseño de los carretables y vías de acceso a cada

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

una de estas turbinas y al propio Parque, incluidas las plataformas de montaje y las zanjas para la instalación de las redes de media tensión, comunicaciones y tierra que interconectan los generadores y agrupan la energía hasta el punto de colección centralizado del parque eólico. Las características técnicas de la infraestructura de generación de energía se describen en detalle en la sección 3.2.4.

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 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.

La información detallada de implantación, incluyendo ubicación de las unidades, recorrido de vías y redes eléctricas, así como toda la información cartográfica de los elementos existentes en el área a ser ocupada, se muestra en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos), que incluye información cartográfica y planos técnicos. Todo trazado ha tenido en cuenta la infraestructura existente, cuyas delimitaciones y restricciones de uso han sido analizados durante la propuesta de ubicación de todos los elementos del proyecto.

### **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).

A continuación, se describen las características generales de la infraestructura existente. La ubicación de esta infraestructura se plasma en el plano No. 588-CEL-P-CIV-IM-001 que se incluyen en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos) del presente capítulo.

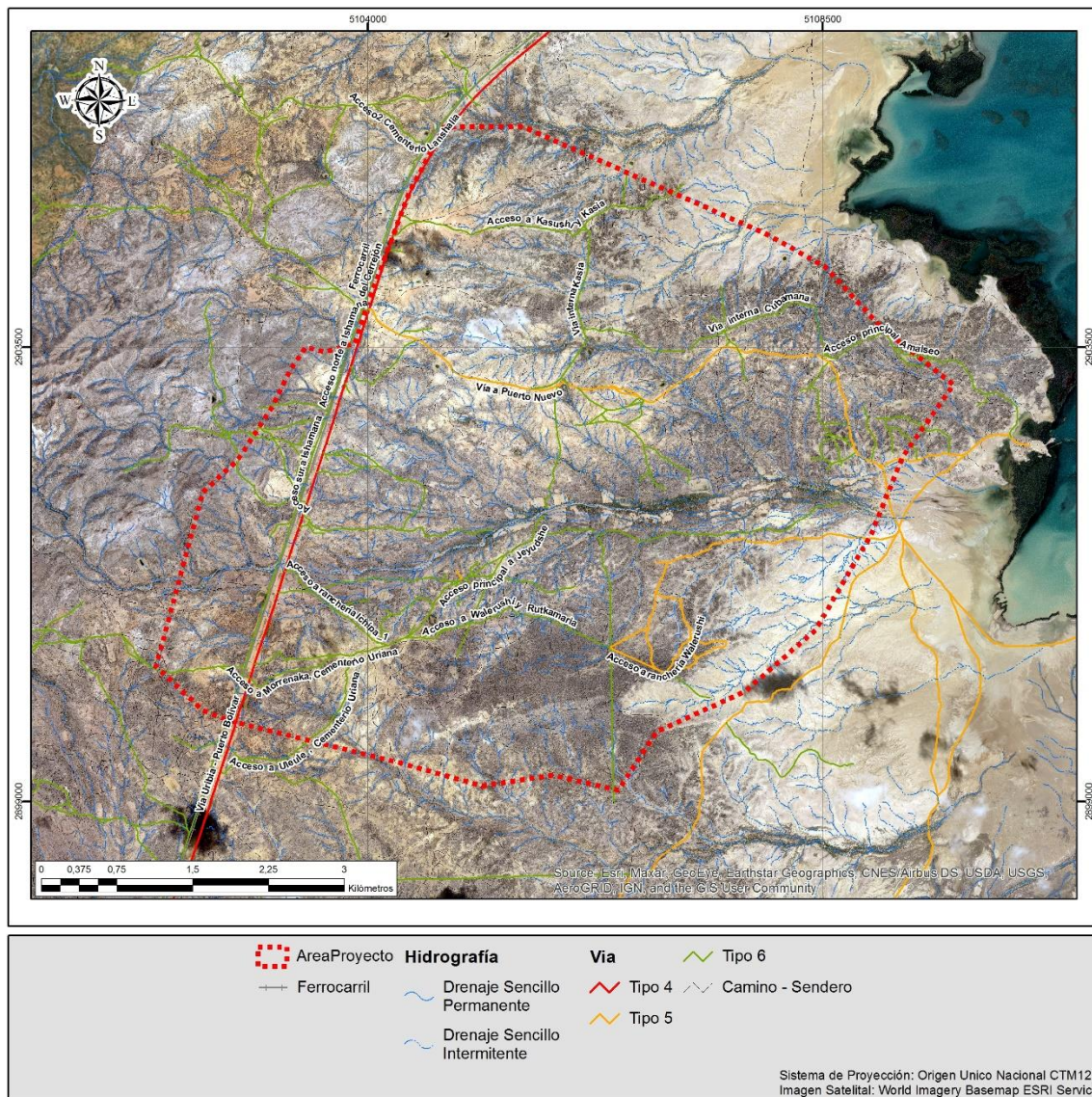
#### **3.2.1.1. Tipos y clasificación de vías, carreteras y líneas férreas existentes en la zona de estudio**

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.

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

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 3-3 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.

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

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 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 metros<sup>2</sup> 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 la misma. En todo el tramo que cruza por el área del proyecto Casa Eléctrica, la vía se encuentra sin pavimentar.

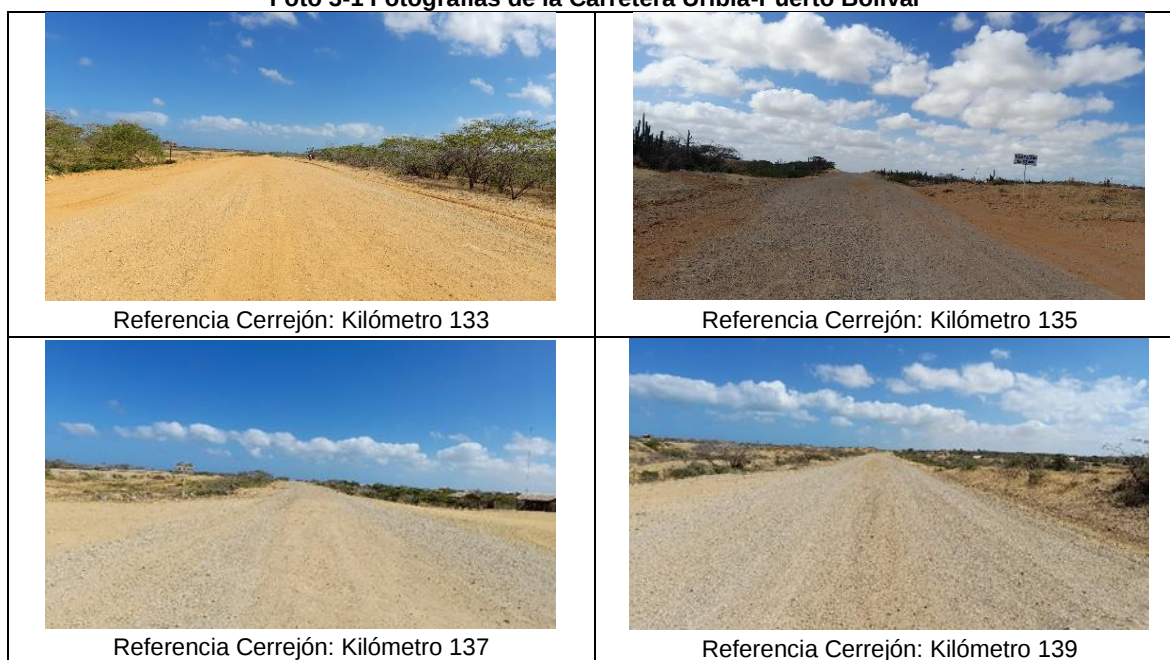
Esta vía será utilizada como acceso de los equipos, vehículos de carga y vehículos de construcción, teniendo en cuenta que conecta con Puerto Bolívar y a través de Uribia

<sup>2</sup> 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'l |
|                                                                                   | VERSIÓN: FINAL                                            | Fecha: Diciembre/2021 |               |

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, tal como se muestra en el numeral 3.2.4. Debe anotarse que como parte del proyecto Casa Eléctrica no se prevén adecuaciones específicas a este corredor vial.

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



Fuente: Jemeiwaa Ka'l-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)

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

- 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 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'l-AES Colombia, 2020.*

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

**Foto 3-3 Vía transitable en tiempo seco**



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

**Foto 3-4 Carreteable**



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

En la Figura 3-4 se muestran las vías identificadas la interior del área del proyecto. Por su parte, en la Tabla 3-2 se presenta el listado de las vías existentes al interior del área del Proyecto Eólico Casa Eléctrica, con las vías y caminos más utilizadas por las comunidades.

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

**Tabla 3-2 Vías existentes al Interior del área del Proyecto Casa Eléctrica**

| Comunidad | Vía                              | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                                                                                                      |
|-----------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Vía a Puerto Nuevo               | 6.7km             | ESTE: 5104080<br>NORTE: 2903782 | Conecta la vía Uribia-Puerto Bolívar con Puerto Nuevo. Sin pavimentar y transitable en tiempo seco. Tiene un ancho promedio entre 12m y 15m.         |
|           |                                  |                   | ESTE: 5105560<br>NORTE: 2903434 |                                                                                                                                                      |
|           |                                  |                   | ESTE: 5108017<br>NORTE: 2902433 |                                                                                                                                                      |
|           |                                  |                   | ESTE: 5109859<br>NORTE: 2902433 |                                                                                                                                                      |
| Suhüna    | Acceso a ranchería               | 0.25km            | ESTE: 5108824<br>NORTE: 2902462 | Acceso desde la vía que va a Puerto Nuevo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                                            |
|           |                                  |                   | ESTE: 5108654<br>NORTE: 2902292 |                                                                                                                                                      |
|           | Acceso a jaguey                  | 0.34km            | ESTE: 5108570<br>NORTE: 2902360 | Acceso desde la vía que va a la ranchería. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                            |
|           |                                  |                   | ESTE: 5108397<br>NORTE: 2902389 |                                                                                                                                                      |
|           | Acceso a sitio de reunión social | 0.21km            | ESTE: 5108759<br>NORTE: 2902625 | Acceso desde la vía que va a Puerto Nuevo. También pasa por iglesia de la comunidad. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                  |
|           |                                  |                   | ESTE: 5108623<br>NORTE: 2902608 |                                                                                                                                                      |
| Amaiseo   | Acceso principal                 | 2.25km            | ESTE: 5108606<br>NORTE: 2903392 | Vía interna principal de la comunidad con acceso desde la vía que va a Puerto Nuevo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado entre 4m y 5m.          |
|           |                                  |                   | ESTE: 5109106<br>NORTE: 2903660 |                                                                                                                                                      |
|           |                                  |                   | ESTE: 5109832<br>NORTE: 2903356 |                                                                                                                                                      |
|           |                                  |                   | ESTE: 5110122<br>NORTE: 2902990 |                                                                                                                                                      |
|           | Acceso a cementerio              | 1.5km             | ESTE: 5109742<br>NORTE: 2902450 | Accesos desde dos puntos de la vía a Puerto Nuevo, al cementerio de las comunidades Suhuna y Amaiseo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m. |
|           |                                  |                   | ESTE: 5109479<br>NORTE: 2902725 |                                                                                                                                                      |
|           |                                  |                   | ESTE: 5109306<br>NORTE: 2902636 |                                                                                                                                                      |
|           |                                  |                   |                                 |                                                                                                                                                      |

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

| Comunidad    | Vía                            | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                                                                                                                                  |
|--------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                |                   | ESTE: 5109445<br>NORTE: 2902384 |                                                                                                                                                                                  |
| Chinchorrito | Vía interna principal          | 0.8km             | ESTE: 5106074<br>NORTE: 2903099 | Vía interna de acceso a la comunidad con conexión a la vía que va a Puerto Nuevo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                 |
|              |                                |                   | ESTE: 5106492<br>NORTE: 2902895 |                                                                                                                                                                                  |
|              |                                |                   | ESTE: 5106719<br>NORTE: 2902982 |                                                                                                                                                                                  |
|              | Acceso a cementerio            | 0.38km            | ESTE: 5106378<br>NORTE: 2902884 | Acceso desde la vía interna de la comunidad. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                                                      |
|              |                                |                   | ESTE: 5106176<br>NORTE: 2902741 |                                                                                                                                                                                  |
|              | Acceso a roza, jaguey y arroyo | 1.8km             | ESTE: 5106309<br>NORTE: 2902835 | Acceso desde la vía interna que va al cementerio con tres bifurcaciones que dan entrada al arroyo, jaguey y roza de la comunidad. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m. |
|              |                                |                   | ESTE: 5106727<br>NORTE: 2902522 |                                                                                                                                                                                  |
|              |                                |                   | ESTE: 5107175<br>NORTE: 2902271 |                                                                                                                                                                                  |
|              |                                |                   | ESTE: 5106693<br>NORTE: 2902185 |                                                                                                                                                                                  |
|              |                                |                   | ESTE: 5106928<br>NORTE: 2902080 |                                                                                                                                                                                  |
|              | Acceso a ranchería             | 0.36km            | ESTE: 5106545<br>NORTE: 2902733 | Acceso desde la vía a Puerto Nuevo a la ranchería principal y conexión con vía que lleva a arroyo, roza y jaguey. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 3 a 5m.             |
|              |                                |                   | ESTE: 5106731<br>NORTE: 2902974 |                                                                                                                                                                                  |
| Cubamana     | Acceso a ranchería             | 0.33km            | ESTE: 5107541<br>NORTE: 2903507 | Cuenta con dos accesos desde la vía que va a Puerto nuevo y se conecta con la vía que lleva al jaguey de la comunidad. Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 5m.           |
|              |                                |                   | ESTE: 5107655<br>NORTE: 2903481 |                                                                                                                                                                                  |
|              |                                |                   | ESTE: 5107527<br>NORTE: 2903657 |                                                                                                                                                                                  |
|              | Vía interna                    | 1.9km             | ESTE: 5107197<br>NORTE: 2903484 | Vía interna de la comunidad que lleva al jaguey y se conecta con vía interna de Amaiseo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado entre 4 y 5m.                                   |

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

| Comunidad      | Vía                      | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                                                                                                                                               |
|----------------|--------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                          |                   | ESTE: 5108125<br>NORTE: 2903915 |                                                                                                                                                                                               |
|                |                          |                   | ESTE: 5108524<br>NORTE: 2903418 |                                                                                                                                                                                               |
|                | Acceso a cementerio      | 0.13km            | ESTE: 5107689<br>NORTE: 2903746 | Acceso desde la vía interna. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                                                                                   |
|                |                          |                   | ESTE: 5107727<br>NORTE: 2903835 |                                                                                                                                                                                               |
| Juliarance     | Acceso a ranchería       | 0.32km            | ESTE: 5104346<br>NORTE: 2903623 | Acceso desde la vía a Puerto Nuevo a la ranchería principal. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                                                                   |
|                |                          |                   | ESTE: 5104634<br>NORTE: 2903688 |                                                                                                                                                                                               |
| Iperrain       | Acceso a ranchería       | 0.44km            | ESTE: 5104036<br>NORTE: 2903877 | Desde la vía Uribia Puerto-Bolívar el acceso a esta comunidad es por la vía que va a Puerto Nuevo, la cual atraviesa a la comunidad. Sin pavimentar. Tiene un ancho promedio entre 12m y 15m. |
|                |                          |                   | ESTE: 5104332<br>NORTE: 2903616 |                                                                                                                                                                                               |
| Casa Eléctrica | Acceso a ranchería       | 0.14km            | ESTE: 5104212<br>NORTE: 2904468 | Acceso desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 12m.                                                                                                    |
|                |                          |                   | ESTE: 5104335<br>NORTE: 2904445 |                                                                                                                                                                                               |
| Kasuschi       | Acceso2 a ranchería      | 0.18km            | ESTE: 5104333<br>NORTE: 2904796 | Acceso desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Es la misma vía que lleva a la comunidad de Kasia. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                                  |
|                |                          |                   | ESTE: 5104594<br>NORTE: 2904742 |                                                                                                                                                                                               |
|                | Acceso2 a ranchería      | 0.29km            | ESTE: 5104253<br>NORTE: 2904604 | Acceso desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                                                                                     |
|                |                          |                   | ESTE: 5104388<br>NORTE: 2904706 |                                                                                                                                                                                               |
| Kasia          | Acceso a Kasushi y Kasia | 3.13km            | ESTE: 5104491<br>NORTE: 2904741 | Acceso principal que atraviesa las comunidades Kasushi y Kasia desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                             |
|                |                          |                   | ESTE: 5106026<br>NORTE: 2904607 |                                                                                                                                                                                               |
|                |                          |                   | ESTE: 5106661<br>NORTE: 2904883 |                                                                                                                                                                                               |
|                |                          |                   |                                 |                                                                                                                                                                                               |

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

| Comunidad  | Vía                                                 | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | Acceso a jagüey                                     | 0.39km            | ESTE: 5106523<br>NORTE: 2904928 | Acceso desde vía principal Kasushi-Kasia a la altura de la ranchería principal de Kasia. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                                                                      |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5106563<br>NORTE: 2905237 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|            | Vía interna Kasia                                   | 2km               | ESTE: 5106168<br>NORTE: 2904660 | Vía interna de Kasia que se conecta con la vía que va a Puerto Nuevo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                                                                                         |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5105606<br>NORTE: 2903090 |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ashulamana | Acceso a ranchería                                  | 0.1km             | ESTE: 5105068<br>NORTE: 2905915 | Acceso desde la vía Uriibia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 8m.                                                                                                                                                   |
| Ishamana   | Acceso a ranchería                                  | 2.69              | ESTE: 5103941<br>NORTE: 2903876 | Comunidad ubicada al lado oeste de la vía férrea. Cuenta con dos accesos: uno norte a la altura de la comunidad de Iperrain y otro al sur a la altura de la deferencia del Cerrejón "km135". Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 5m. |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5103317<br>NORTE: 2901982 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5103610<br>NORTE: 2902881 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|            |                                                     |                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ullaransen | Acceso a ranchería                                  | 0.1km             | ESTE: 5103778<br>NORTE: 2903132 | Acceso desde la vía Uriibia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                                                                                                                                   |
| Mieshi     | Acceso a ranchería                                  | 0.1km             | ESTE: 5103563<br>NORTE: 2902445 | Acceso desde la vía Uriibia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m.                                                                                                                                                   |
| Ichipa     | Acceso1 a ranchería                                 | 1.3km             | ESTE: 5103190<br>NORTE: 2901282 | Acceso desde la vía Uriibia-Puerto Bolívar, hasta vía que va a cementerio del Clan Uriana (Uleule, Ichichon y Morrenaka). Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 7m.                                                                    |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5104198<br>NORTE: 2900547 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|            | Acceso2 a ranchería                                 | 0.33km            | ESTE: 5103110<br>NORTE: 2901067 | Acceso desde la vía Uriibia-Puerto Bolívar. Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 7m                                                                                                                                                   |
|            | Acceso a cementerio                                 | 0.53km            | ESTE: 5103318<br>NORTE: 2901984 | Cementerio ubicado al lado oeste de la vía férrea. Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 6m                                                                                                                                            |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5103209<br>NORTE: 2901750 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|            |                                                     |                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Morrenaka  | Acceso a ranchería, acceso a cementerio Clan Uriana | 1.5km             | ESTE: 5102814<br>NORTE: 2900158 | Acceso desde la vía Uriibia-Puerto Bolívar. Conecta con el cementerio del Clan Uriana (Uleule, Ichichon y Morrenaka) y luego con la vía que viene de Ichipa. Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 6m                                  |
|            |                                                     |                   | ESTE: 5103745<br>NORTE: 2900460 |                                                                                                                                                                                                                                              |

| Comunidad     | Vía                                        | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                                                                                                                                                         |
|---------------|--------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                            |                   | ESTE: 5104198<br>NORTE: 2900548 |                                                                                                                                                                                                         |
| Ichichon      | Acceso a ranchería                         | 1km               | ESTE: 5102761<br>NORTE: 2900242 | Comunidad ubicada al lado oeste de la vía férrea. Acceso a la altura de la comunidad Morrenaka. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado entre 4m y 6m.                                                  |
|               |                                            |                   | ESTE: 5102288<br>NORTE: 2899533 |                                                                                                                                                                                                         |
| Uleule        | Acceso a ranchería                         | 0.31km            | ESTE: 5102535<br>NORTE: 2899265 | Acceso desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Conecta con la vía interna de Uleule que va al cementerio del Clan Uriana. Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado de 5m                                    |
|               |                                            |                   | ESTE: 5102737<br>NORTE: 2899419 |                                                                                                                                                                                                         |
|               | Acceso a comunidad, cementerio Clan Uriana | 1.95km            | ESTE: 5102611<br>NORTE: 2899516 | Acceso a la comunidad desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Pasa por la iglesia de Uleule e Ichichon y luego llega al cementerio del Clan Uriana. Sin pavimentar. Tienen un ancho estimado entre 3m y 5m. |
|               |                                            |                   | ESTE: 5103840<br>NORTE: 2900306 |                                                                                                                                                                                                         |
| Puchechera pu | Acceso a ranchería                         | 0.17km            | ESTE: 5104383<br>NORTE: 2900619 | Bifurcación de vía que viene de Ichipa. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m                                                                                                                   |
|               |                                            |                   | ESTE: 5104439<br>NORTE: 2900766 |                                                                                                                                                                                                         |
| Jeyutshe      | Acceso principal a comunidad               | 2km               | ESTE: 5104428<br>NORTE: 2900657 | Bifurcación de vía que viene de Ichipa. Pasa por jagüey de Puchecherapu, luego bordea la ranchería principal y finalmente llega a arroyo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m                 |
|               |                                            |                   | ESTE: 5104931<br>NORTE: 2901195 |                                                                                                                                                                                                         |
|               |                                            |                   | ESTE: 5105712<br>NORTE: 2901804 |                                                                                                                                                                                                         |
|               | Acceso a ranchería                         | 0.1km             | ESTE: 5104918<br>NORTE: 2901216 | Bifurcación de acceso principal a la comunidad. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m                                                                                                           |
| Rutkamaría    | Acceso a Rutkamaría y Walerushi            | 2.2km             | ESTE: 5104386<br>NORTE: 2900617 | Vía que viene de Ichipa y da acceso a las dos comunidades. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m                                                                                                |
|               |                                            |                   | ESTE: 5106321<br>NORTE: 2900556 |                                                                                                                                                                                                         |
|               |                                            |                   |                                 |                                                                                                                                                                                                         |
|               | Acceso a ranchería                         | 1.22km            | ESTE: 5106407<br>NORTE: 2900534 | Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m                                                                                                                                                           |
|               |                                            |                   | ESTE: 5106794<br>NORTE: 2900829 |                                                                                                                                                                                                         |

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

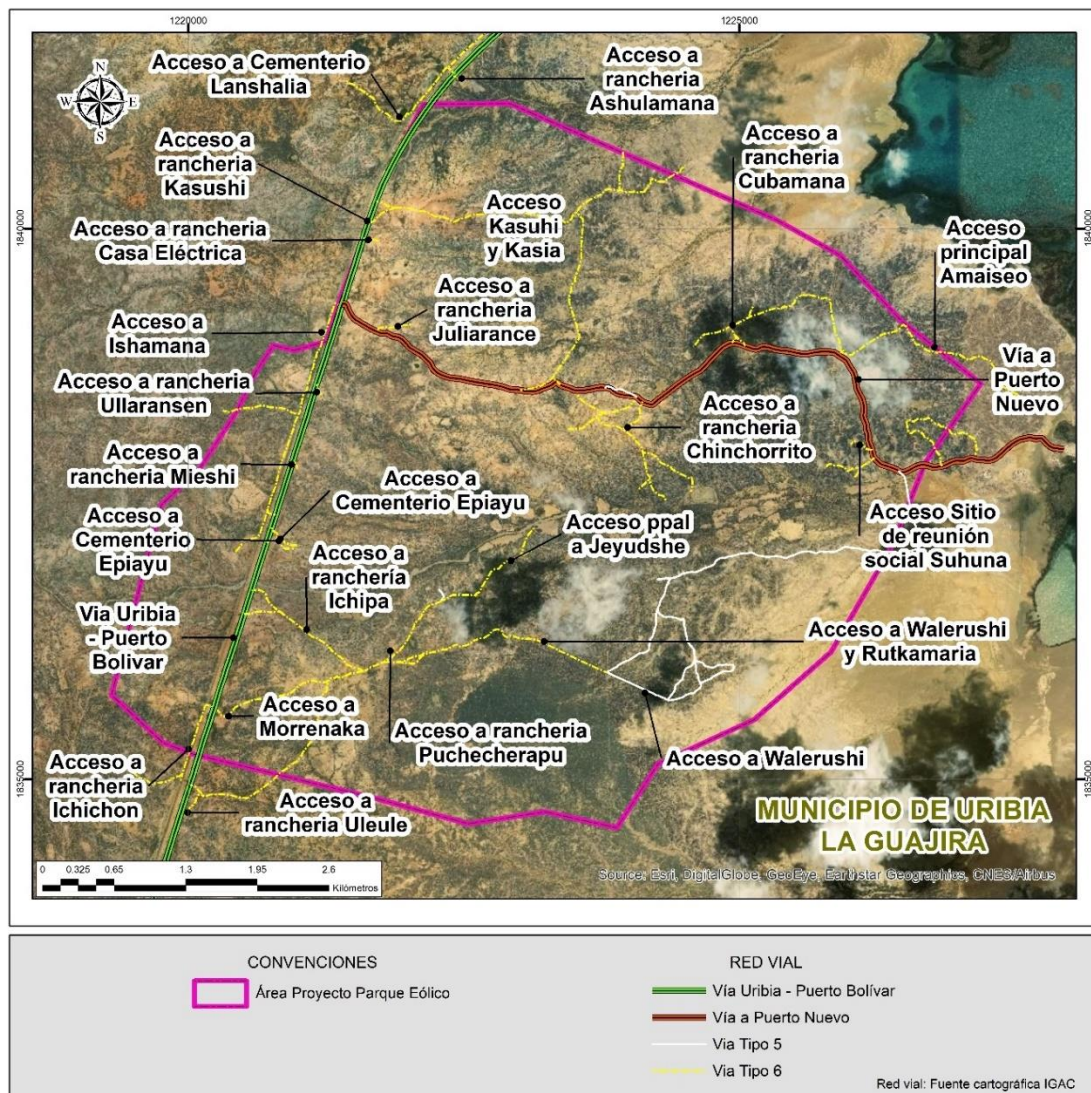
| Comunidad | Vía                                                 | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                     |                   | ESTE: 5106963<br>NORTE: 2901365 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Walerushi | Acceso a la comunidad                               | 0.6km             | ESTE: 5106434<br>NORTE: 2900501 | De este camino salen los accesos a la ranhería principal y al cementerio. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m                                                                                                                          |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5106931<br>NORTE: 2900276 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           | Acceso a ranhería                                   | 0.56km            | ESTE: 5106943<br>NORTE: 2900279 | Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m                                                                                                                                                                                                    |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5107195<br>NORTE: 2900633 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           | Vía alterna Walerushi, Rutkamaría, vía Puerto Nuevo | 4.6km             | ESTE: 5106957<br>NORTE: 2900264 | Da acceso al cementerio de Walerrushi y pasa por su ranhería principal. Luego se une con la vía que va a Rutkamaría y continúa bordeando el arroyo hasta llegar a la vía que lleva a Puerto Nuevo. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 5m |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5107241<br>NORTE: 2900428 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5106856<br>NORTE: 2901096 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5108069<br>NORTE: 2901577 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5109082<br>NORTE: 2902302 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           | Acceso a cementerio                                 | 0.7km             | ESTE: 5107242<br>NORTE: 2900427 | Bifurcación de la vía alterna a Walerushi. Sin pavimentar. Tiene un ancho estimado de 4m.                                                                                                                                                        |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5107535<br>NORTE: 2900539 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           |                                                     |                   | ESTE: 5107196<br>NORTE: 2900630 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           | Acceso1 a cementerio Clan Epiayu                    | 0.33              | ESTE: 5103325<br>NORTE: 2901717 | Acceso desde la vía Uribia-Puerto Bolívar. Ambos accesos están sin pavimentar y tienen un ancho estimado de 4m.                                                                                                                                  |
|           | Acceso2 a cementerio Clan Epiayu                    | 0.34              | ESTE: 5103363<br>NORTE: 2901836 |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           | Acceso al Cementerio Lanshalía                      | 1.28km            | ESTE: 5104939<br>NORTE: 2906064 | Cementerio de las comunidades Kasushi, Iperrain, Ashulamana y Casa Eléctrica.                                                                                                                                                                    |

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

| Comunidad | Vía | Longitud estimada | Coordenadas de referencia       | Características                                                      |
|-----------|-----|-------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|           |     | 1.34km            | ESTE: 5104043<br>NORTE: 2905902 | Ambos accesos están sin pavimentar y tienen un ancho estimado de 5m. |
|           |     |                   | ESTE: 5104512<br>NORTE: 2905532 |                                                                      |
|           |     |                   | ESTE: 5104156<br>NORTE: 2905835 |                                                                      |
|           |     |                   |                                 |                                                                      |

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

Figura 3-4 Vías internas existentes de mayor uso por las comunidades



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

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

**Foto 3-5 Vías internas existentes**

| Comunidad          | Vía                | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|--------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vía a Puerto Nuevo | Vía a Puerto Nuevo |  <p>ESTE: 5104080, NORTE: 2903782</p>   |
|                    |                    |  <p>ESTE: 5108827, NORTE: 2902465</p>  |
| Suhuna             | Acceso a ranchería |  <p>ESTE: 5108818, NORTE: 2902462</p> |

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

| Comunidad | Vía                              | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Acceso a jaguey                  |  <p>ESTE: 5108397, NORTE: 2902389</p>   |
|           | Acceso a sitio de reunión social |  <p>ESTE: 5108710, NORTE: 2902582</p>  |
| Amaiseo   | Acceso principal                 |  <p>ESTE: 5108722, NORTE: 2903461</p> |
|           | Acceso a cementerio              |                                                                                                                           |

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

| Comunidad    | Vía                   | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                       |  <p>ESTE: 5109742, NORTE: 2902450</p>   |
| Chinchorrito | Vía interna principal |  <p>ESTE: 5106655, NORTE: 2902793</p>  |
|              | Acceso a cementerio   |  <p>ESTE: 5106295, NORTE: 2902830</p> |
| Cubamana     | Acceso a ranchería    |                                                                                                                           |

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

| Comunidad  | Vía                 | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                     |  <p>ESTE: 5107656, NORTE: 2903481</p>   |
|            | Acceso a cementerio |  <p>ESTE: 5107731, NORTE: 2903835</p>  |
| Juliarance | Acceso a ranchería  |  <p>ESTE: 5104346, NORTE: 2903623</p> |
|            |                     |                                                                                                                           |

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

| Comunidad      | Vía                 | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|----------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Iperrain       | Acceso a ranchería  |  <p>ESTE: 5104051, NORTE: 2903866</p>   |
| Casa Eléctrica | Acceso a ranchería  |  <p>ESTE: 5104215, NORTE: 2904463</p>  |
| Kasushi        | Acceso a cementerio |  <p>ESTE: 5104156, NORTE: 2905835</p> |
|                |                     |                                                                                                                           |

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

| Comunidad | Vía                      | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|-----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Acceso a ranchería       |  <p>ESTE: 5104332, NORTE: 2904795</p>   |
| Kasia     | Acceso a Kasushi y Kasia |  <p>ESTE: 5106341, NORTE: 2904850</p>  |
|           | Acceso a jaguey          |  <p>ESTE: 5106523, NORTE: 2904928</p> |

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

| Comunidad  | Vía                | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ashulamana | Acceso a ranchería |  <p>ESTE: 5105068, NORTE: 2905915</p>   |
| Ishamana   | Acceso a ranchería |  <p>ESTE: 5103599, NORTE: 2902883</p>  |
| Ullaransen | Acceso a ranchería |  <p>ESTE: 5103778, NORTE: 2903132</p> |
| Mieshi     | Acceso a ranchería |  <p>ESTE: 5103563, NORTE: 2902444</p> |

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

| Comunidad              | Vía                                                 | FOTOGRAFÍAS                                                                          |                               |
|------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Cementerio Clan Epiayu | Acceso1 a cementerio Clan Epiayu                    |    | ESTE: 5103325, NORTE: 2901717 |
| Ichipa                 | Acceso a ranchería                                  |   | ESTE: 5103109, NORTE: 2901058 |
|                        |                                                     |  | ESTE: 5103190, NORTE: 2901282 |
| Morrenaka              | Acceso a ranchería, acceso a cementerio Clan Uriana |  | ESTE: 5102820, NORTE: 2900143 |
|                        |                                                     |                                                                                      |                               |

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

| Comunidad    | Vía                             | FOTOGRAFÍAS                                                                                                               |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Puchecherapu | Acceso a ranchería              |  <p>ESTE: 5104386, NORTE: 2900617</p>   |
| Jeyutshe     | Acceso principal a comunidad    |  <p>ESTE: 5104919, NORTE: 2901216</p>  |
| Rutkamaría   | Acceso a Rutkamaría y Walerushi |  <p>ESTE: 5106790, NORTE: 2900802</p> |
| Walerushi    | Acceso a ranchería              |  <p>ESTE: 5106943, NORTE: 2900279</p> |

Fuente: Jemeiwaa Ka'l-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 Uribe la línea férrea

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

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 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 3-6). El recorrido al interior del área del proyecto Casa Eléctrica es de aproximadamente 6 kilómetros.

**Foto 3-6 Eje ferroviario del Cerrejón**



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

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

### 3.2.1.2. Estado actual y Modificaciones requeridas y uso de la Infraestructura vial existente

Como se mencionó anteriormente, la carretera Uribia-Puerto Bolívar será utilizada como vía de acceso de personas, materiales y equipos. Estos últimos que son de grandes dimensiones y de origen internacional, serán descargados en su mayoría en Puerto Bolívar y los restantes en Puerto Brisa. Por la vía Uribia-Puerto Bolívar también accederán la maquinaria e insumos provenientes del interior del país, requeridos para el desarrollo del proyecto.

La vía presenta un estado de compactación adecuada que será analizada mediante un estudio de ruta, donde se podrán definir acciones secundarias a ser ejecutadas para permitir el paso de los vehículos requeridos para trasladar la maquinaria y los equipos. Las características de las adecuaciones se describen en la sección 3.2.4.

Respecto al proyecto ferroviario del Cerrejón, no se anticipa uso alguno, salvo un cruce que será necesario para acceder al occidente del eje férreo desde la Carretera Uribia-Puerto Bolívar para acceder a cuatro (4) aerogeneradores. Este cruce se hará mediante rampas transversales con pendientes que permitan nivelar el cruce según la elevación del terraplén en los puntos de cruce. Se respetará el corredor férreo y el transporte de personal, maquinaria y equipos tendrá en cuenta los horarios de operación de transporte de carbón y las normas de tránsito que sean requeridas por el Cerrejón.

Los detalles de ubicación y condiciones de cruce entre la vía del proyecto y el eje ferroviario se describen en la sección 3.2.4.

### 3.2.1.3. 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:

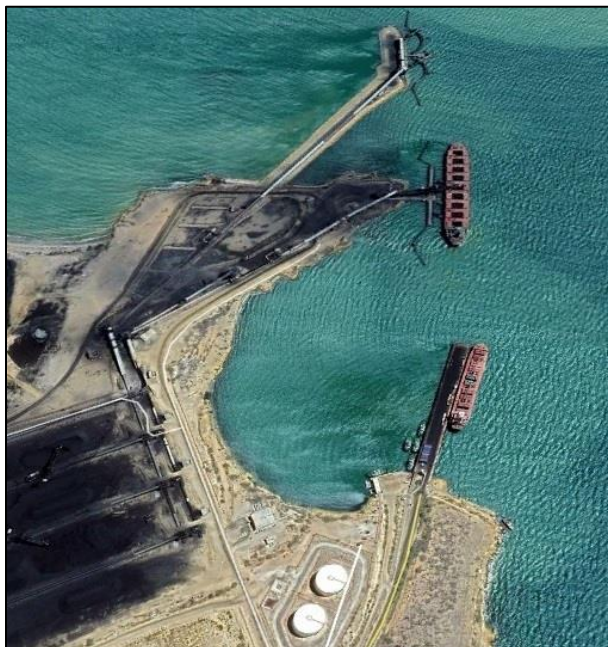
- Puerto Brisa S.A.
- Puerto Bolívar

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.

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

**Foto 3-7 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 a 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 Uribí – Puerto Bolívar por vías de orden nacional.

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.

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

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)

**Foto 3-8 Áreas de muelle y manejo de Puerto Brisas S.A.**

*Fuente: Google Earth Pro*

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.

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

#### 3.2.1.4. 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 3-3 Comunidades ubicadas en el área de influencia**

| No | Comunidad                    |
|----|------------------------------|
| 1  | Amaiseo                      |
| 2  | Ashulamana                   |
| 3  | Casa eléctrica               |
| 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 a 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 ampliación<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> 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.

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

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. <sup>4</sup>

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 y cuyas características se describe a continuación:

**Tabla 3-4 Descripción de infraestructura social y/o productiva**

| Tipo de infraestructura | Descripción                                                                                                                                                                                                                        | Fotografía                                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Unidad de habitación    | Tiene la forma de rectángulo alargado, con un techo a dos o cuatro aguas que en algunos pocos casos cuenta con un caedizo (o tejado saliente) al frente, se guindan (cuelgan) hamacas y es el lugar de dormitorio de las familias. |  |

<sup>4</sup> 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

| Tipo de infraestructura | Descripción                                                                                                                                                                         | Fotografía                                                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Enramada                | Es un espacio cubierto en una o en dos aguas, y muy ocasionalmente en cuatro, destinado a las actividades de descanso, reunión social, trabajo (telares) y dormitorio de visitantes |    |
| Cocina:                 | Una enramada sin muros, conformada por el fogón de piedras                                                                                                                          |   |
| Corral                  | De contorno predominantemente cuadrado construido en ramas entrelazadas o en varas paradas, de carácter comunitario                                                                 |  |
| Roza                    | También corresponde a un cerco, similar al corral, pero destinada a los cultivos, de uso colectivo                                                                                  |  |

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

| Tipo de infraestructura | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Fotografía                                                                           |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Iglesias                | En las comunidades del área de influencia se presenta la práctica religiosa occidental, por lo cual se encuentra infraestructura destinada a su congregación. Infraestructura que cumple las mismas especificaciones de su lugar de habitación                                                                       |    |
| Cementerio              | Cementerios o amuyapa, son residencias de los antepasados. Marcan los territorios de pertenencia de los antepasados. Presentan encierro en material e internamente se encuentran divididos de acuerdo a las familias que son propietarias del por la línea materna. Lugar donde realizan el <i>E'kaa</i> (entierro). |   |
|                         | En la zona de rancherías del área influencia funciona un aula escolar que corresponde a una enramada, en la mayoría de los casos con piso en cemento                                                                                                                                                                 |  |

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

| Tipo de infraestructura            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Fotografía                                                                           |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Jagüeyes                           | Depósitos artesanales contruidos para almacenamiento de agua para la época de sequía.                                                                                                                                                                                                                                               |    |
| Casimbas                           | Casimba es el nombre que la comunidad wayuu da al hueco excavado en la tierra en un jagüey o a su lado, que tiene varios metros de profundidad hasta encontrar agua que ha se filtrado a través del suelo y se acumula en las arenas. El agua de las casimbas es salobre; según Esteban Epiayu, autoridad de Jeyusdhi, “es amarga”. |   |
| Canchas deportivas                 | Infraestructura de orden no tradicional, que es entrega a la comunidad por parte de las empresas o administración municipal                                                                                                                                                                                                         |  |
| Unidad Comunitaria de atención UCA | Infraestructura concertada entre ICBF y las comunidades, donde implementan programas en la modalidad intercultural, que atienden niños y niñas menores de 5 años, y mujeres gestantes de las comunidades étnicas.                                                                                                                   |                                                                                      |

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

|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA |                       | Jemeiwaa Ka'l |
|                                                                                   | 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 a 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 3-5 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 Uribe - 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            |
| <b>Total</b> |            |                        | <b>561</b>         | <b>2000</b>    |

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

**Foto 3-9 Ranchería Cubamana**



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

**Foto 3-10 Ranchería Walerushi**



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

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

▪ 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 3-6 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     |
| 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    |

|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
|  | 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      |
|--------------|-----------|------------|-----------|----------|----------|----------|------------------|-----------|-------------|------------|
| 22           | Walerushi | 34         | 1         |          |          | 1        |                  | 2         | 1           | 39         |
| <b>Total</b> |           | <b>563</b> | <b>17</b> | <b>6</b> | <b>3</b> | <b>8</b> | <b>5</b>         | <b>24</b> | <b>11</b>   | <b>637</b> |

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, pre-construcción, construcción, operación y cierre. En la tabla siguiente se relacionan las diferentes actividades para cada una de las fases.

**Tabla 3-7 Descripción de actividades – Fases del proyecto**

| Actividades                                                                                    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fase de Reconocimiento y prefactibilidad/Pre-construcción (Estudios previos y Proyecto)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Procesos de información, participación y Consulta Previa con las comunidades</b>            | <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> |
| <b>Estudios Previos</b>                                                                        | <p><b>Estudios Ambientales</b></p> <p>Comprende las siguientes actividades: solicitud de permisos ambientales, visitas de reconocimiento, levantamiento de información primaria y secundaria, elaboración del EIA de acuerdo a la normativa vigente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de las condiciones Geológicas, topográficas.</li> <li>• Toma de muestras, monitorización investigación para la caracterización de los medios.</li> <li>• Talleres socioeconómicos y talleres de valoración económica de los impactos.</li> </ul>                                                                                                                                                                      |

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

| Actividades                                                                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | <p><b>Mediciones del recurso eólico.</b></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><b>Diseño de Ingeniería del Proyecto.</b></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> <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> |
|                                                                                   | <b>Fase de Construcción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Contratación de mano de obra y bienes y servicios.</b>                         | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Movilización del personal y equipos a los centros de operación de la obra.</b> | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Remoción de vegetación y descapote</b>                                         | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

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

| Actividades                                                                                                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas temporales (Campamentos, Planta de concreto, zonas de taller, etc.)</li> <li>• Vías nuevas del proyecto.</li> <li>• Plataformas para obra de los aerogeneradores</li> </ul> <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Excavaciones y movimientos de tierra</b>                                                                | <p>Corresponde a los trabajos generales sobre los terrenos a intervenir con el objeto de adecuar la topología de los mismos 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"> <li>• Áreas temporales (Campamentos, Planta de concreto, zonas de taller, etc.)</li> <li>• Vías nuevas del proyecto.</li> <li>• Plataformas para obra de los aerogeneradores: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataformas permanentes: cimentación del aerogenerador y plataforma de montaje, operación y mantenimiento.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Construcción de obras temporales, campamento, instalación de apoyo operativo y plantas de concreto.</b> | <p>Incluye actividad de compactación: utilizando tierra proveniente de excavaciones o tierra proveniente de canteras autorizadas 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"> <li>• Instalación y Montaje de los contenedores provisionales acondicionados para oficinas, comedores y casa de cambio (vestier).</li> <li>• Instalación de baños portátiles en los frentes de trabajo, servicios (Plantas eléctricas, tanques de agua, drenajes).</li> <li>• Instalación de planta de concreto</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

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

| Actividades                                                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | <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"> <li>• Almacén de equipos menores</li> <li>• Taller de mantenimiento básico</li> <li>• Oficina</li> <li>• Puesto de vigilancia</li> </ul>                                                                                                          |
| <b>Operación de obras temporales, campamentos, almacén y taller.</b> | <p>Comprende las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campamentos: funcionamiento de oficinas y actividades administrativas, suministro de alimentación, alojamiento de personal, servicio de baños portátiles.</li> <li>• Almacén: almacenamiento de productos químicos y combustibles.</li> <li>• Taller: donde se llevarán a cabo reparaciones menores de equipos y vehículos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Operación de la planta de concreto</b>                            | Comprende el almacenamiento de material, producción de concreto y el funcionamiento de laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Construcción y conformación de vías internas del proyecto</b>     | <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 sub-base, 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"> <li>• Obras de drenaje vial.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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 la misma)</li> </ul> |

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

| Actividades                                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Acabado de la superficie.</li> </ul> <p>Compactación: utilizando tierra proveniente de excavaciones o tierra proveniente de canteras autorizadas 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.</p> <p>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> |
| <b>Adecuación de cada área de implantación de aerogenerador</b> | <p>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 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Construcción de fundaciones de aerogeneradores.</b>          | <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"> <li>Excavación del pozo de la fundación mediante uso de excavadores mecánicos</li> <li>Armado de la grilla de acero interno, colocación de tuberías para acceso de cables y servicios.</li> <li>Vaciado de concreto, y colocación de la jaula de fijación de los aerogeneradores, acorde con las condiciones de diseño.</li> </ul> <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>                                             |

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

| Actividades                                                                                               | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Traslado de aerogeneradores y equipos mayores.</b>                                                     | <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"> <li>• Componentes de las grúas de izado.</li> <li>• Componentes de las torres, nacelle y palas de los generadores.</li> <li>• Herramientas y equipos menores de construcción.</li> </ul> |
| <b>Montaje de la grúa</b>                                                                                 | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Izado y ensamblaje de aerogeneradores.</b>                                                             | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Construcción de zanjas y tendido de cables de potencia, control, comunicaciones y puesta a tierra.</b> | <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"> <li>• Remoción y almacenamiento de capa vegetal.</li> <li>• Excavación de zanja.</li> <li>• Relleno de arena hasta nivel de cables.</li> <li>• Colocación de cables.</li> <li>• Relleno con arena, tierra, Balizas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

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

| Actividades                                                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición de superficie vegetal, donde aplique.</li> <li>• Colocación de hitos de señalización superficial.</li> </ul> <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Disposición del material sobrante de excavación.</b>                      | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Mantenimiento de maquinaria y equipo durante la construcción</b>          | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Desmonte de instalaciones provisionales y retiro de material sobrante</b> | <p>El desmonte 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> |
| <b>Conexión y pruebas de aerogeneradores</b>                                 | <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"> <li>• Aerogeneradores.</li> <li>• Equipos de media tensión en cada aerogenerador.</li> </ul>                                                     |

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

| Actividades                                                                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificación de valores nominales y cumplimiento de regulación.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Fase: Operación y Mantenimiento</b>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Operación del Parque eólico y generación de energía</b>                               | <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 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> |
| <b>Transporte interno personal operativo</b>                                             | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Mantenimiento de vías</b>                                                             | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Calibración, revisión y mantenimiento periódico de unidades generadoras y equipos</b> | <p>Estas actividades de mantenimiento se dividen principalmente en dos partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

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

| Actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 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.</li> <li>○ 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.</li> <li>● Mantenimiento correctivo: se realizan labores de este tipo cada vez que se presente una falla en alguno(s) de los componentes de los aerogeneradores.</li> </ul> <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 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> |
| <b>Fase de Desmantelamiento, restauración, cierre y clausura</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>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.</b></p> <p><b>Se podrá optar por el desmantelamiento del parque eólico, y para efectos de este análisis se considerarán las siguientes actividades:</b></p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Adecuación de instalaciones temporales para el desmantelamiento del parque eólico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Adecuación de las instalaciones temporales para las labores de desmantelamiento. Serán ubicadas dentro de la misma zona de campamentos de la fase de construcción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Tránsito de maquinaria y vehículos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

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

| Actividades                                                                                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             | vehículos se llevará a cabo a través de las vías internas construidas para el proyecto en su accionar hacia cada uno de los aerogeneradores<br><br>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.                                                                                                                                                                   |
| <b>Desmantelamiento de aerogeneradores, y torres, incluyendo equipos internos.</b>          | 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 incluyen todos los componentes internos, gabinetes, válvulas, medidores y sistemas eléctricos<br><br>La estructura de concreto de la cimentación de los aerogeneradores quedará a nivel de suelo y se realizarán actividades de reconfiguración paisajística. |
| <b>Desmantelamiento de instalaciones temporales e instalaciones operativas.</b>             | Desmantelamiento de todas las instalaciones temporales utilizadas para la operación y el desmantelamiento del Parque Eólico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Retiro de cables subterráneos, relleno de las zanjas y conformación de la superficie</b> | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Reconfiguración paisajística de áreas intervenidas</b>                                   | Una vez retirados los equipos, instalaciones y cables, y otros elementos relativos al parque eólico como señalización y avisos, la zona se reconfigurará paisajísticamente, libre de obstáculos y conservará un aspecto visual en consonancia con el resto del territorio.                                                                                                                                                                                                                                                            |

Fuente: Jemeiwaa Ka'l-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 del mismo. Esto involucró lo siguiente:

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

- 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 aerogeneradoras 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 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.

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

- **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 jagueyes.
- **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 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 3-8, Tabla 3-9 y Tabla 3-10 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 3-8 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'i-AES Colombia, 2020.

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

**Tabla 3-9 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 jagüeyes                          | 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)                                                                      |

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

**Tabla 3-10 Requerimientos de diseño – vías nuevas**

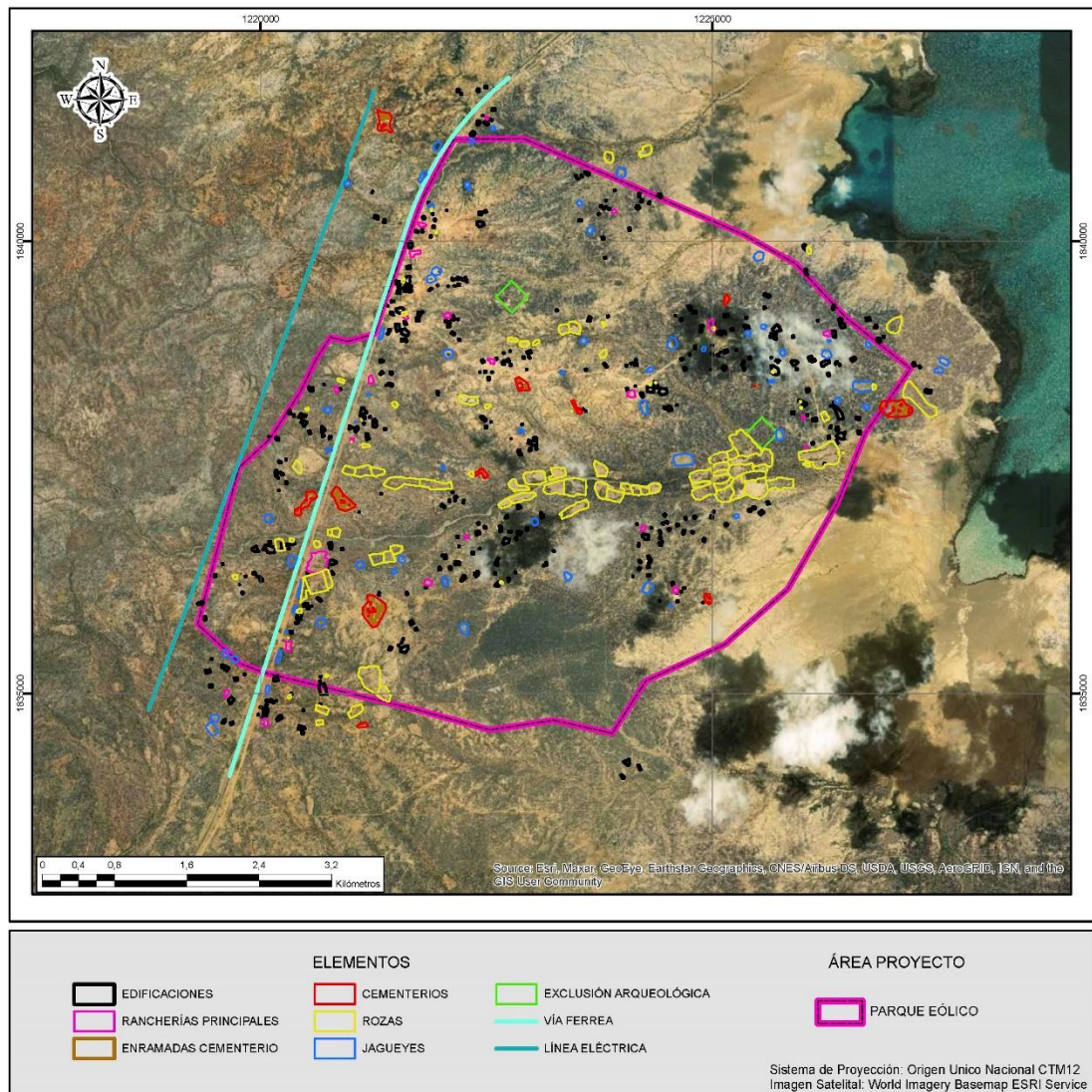
| Identificación de elemento       | Requerimiento mínimo                                                                                                                                             |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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'l-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 orto-fotografía y de los recorridos de campo realizados con objeto de este EIA.

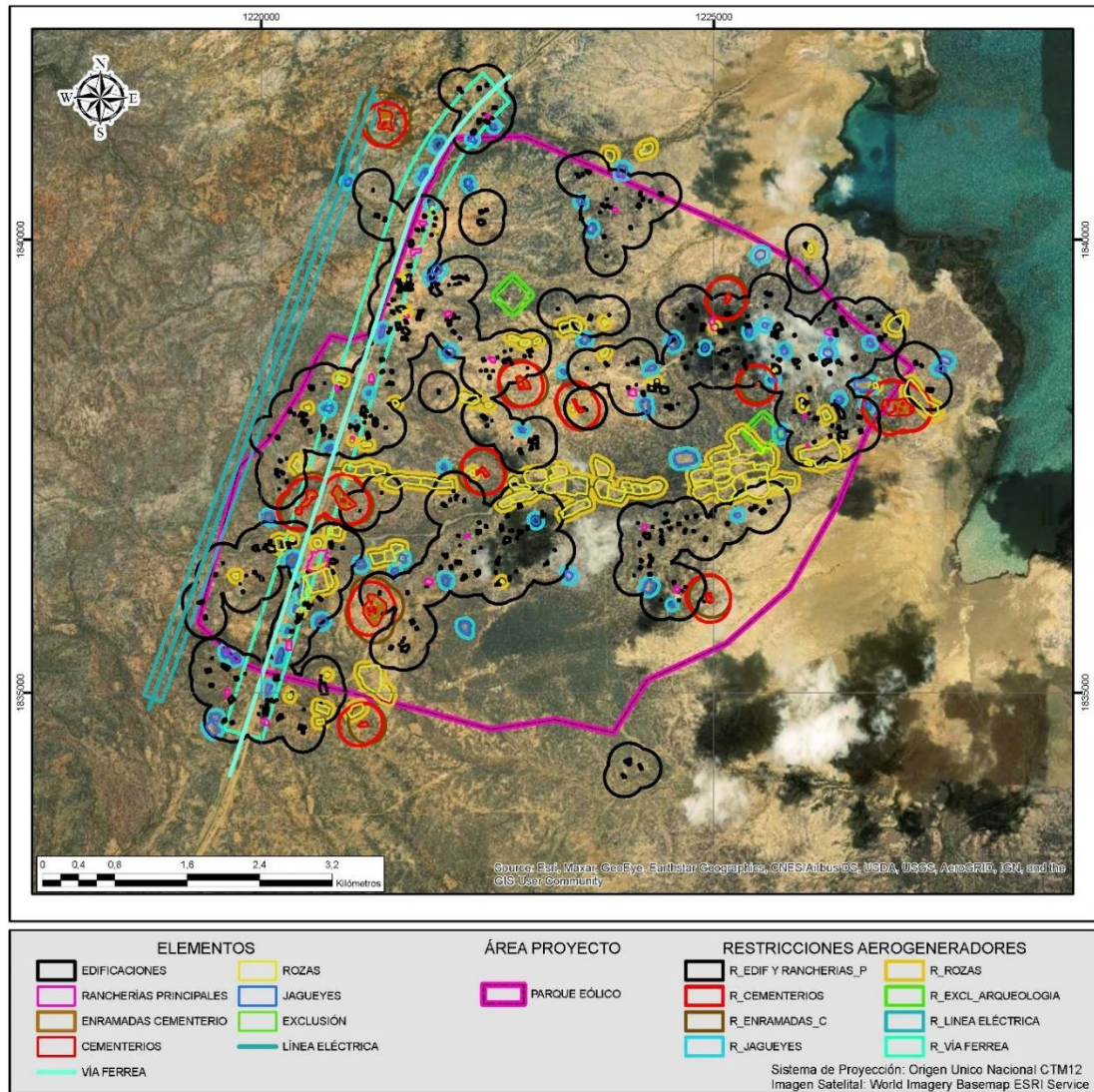
**Figura 3-5 Identificación de elementos área de estudio**



*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 3-8, de modo que se pudieran identificar las zonas disponibles para la ubicación de los aerogeneradores como se observa en la siguiente figura.

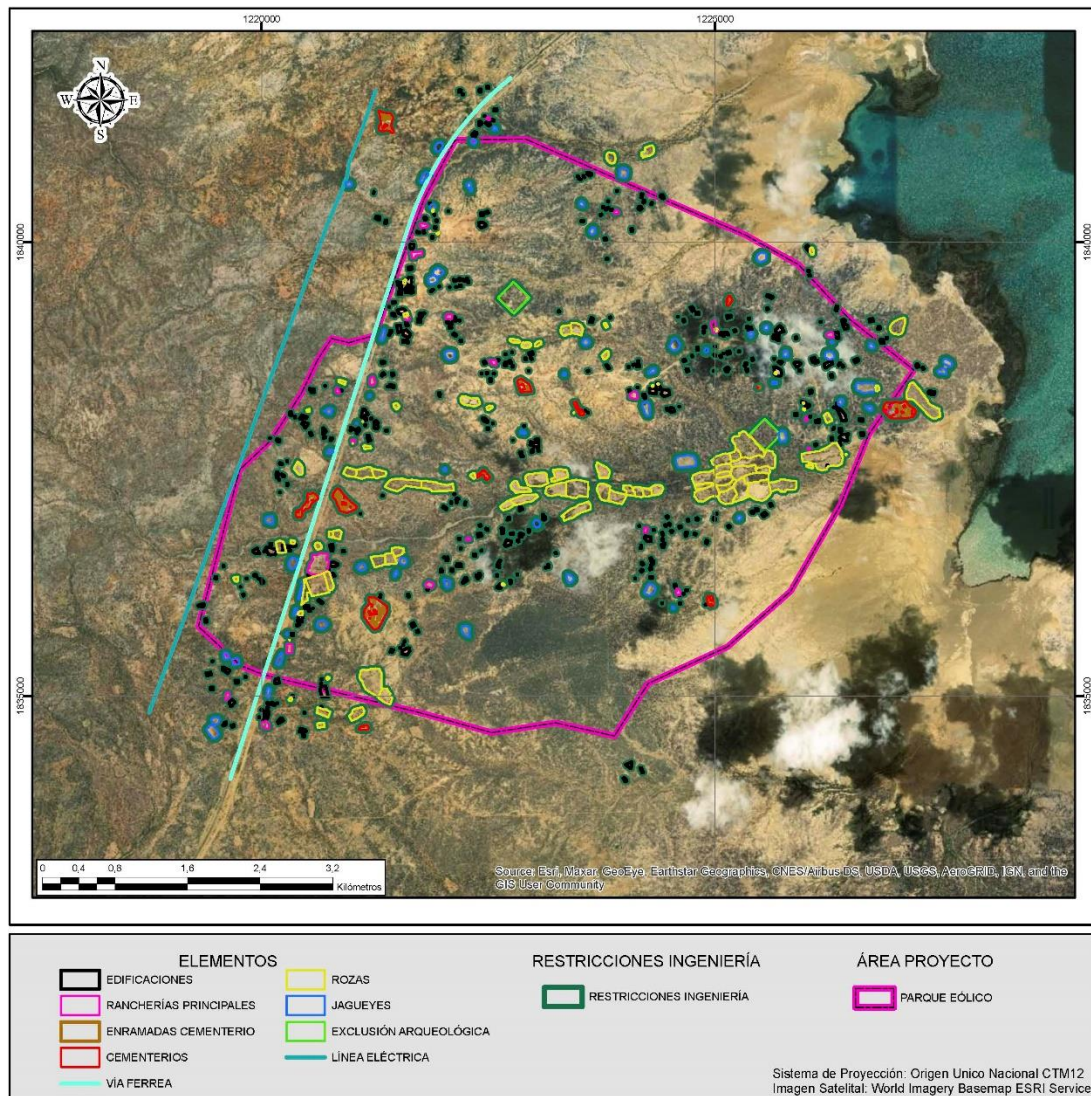
**Figura 3-6 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores**



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 3-9 para poder identificar las zonas disponibles para el trazado de las vías y otra infraestructura civil, como se observa en la siguiente figura.

Figura 3-7 Mapa de restricciones para la ubicación de vías y otra infraestructura civil



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

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

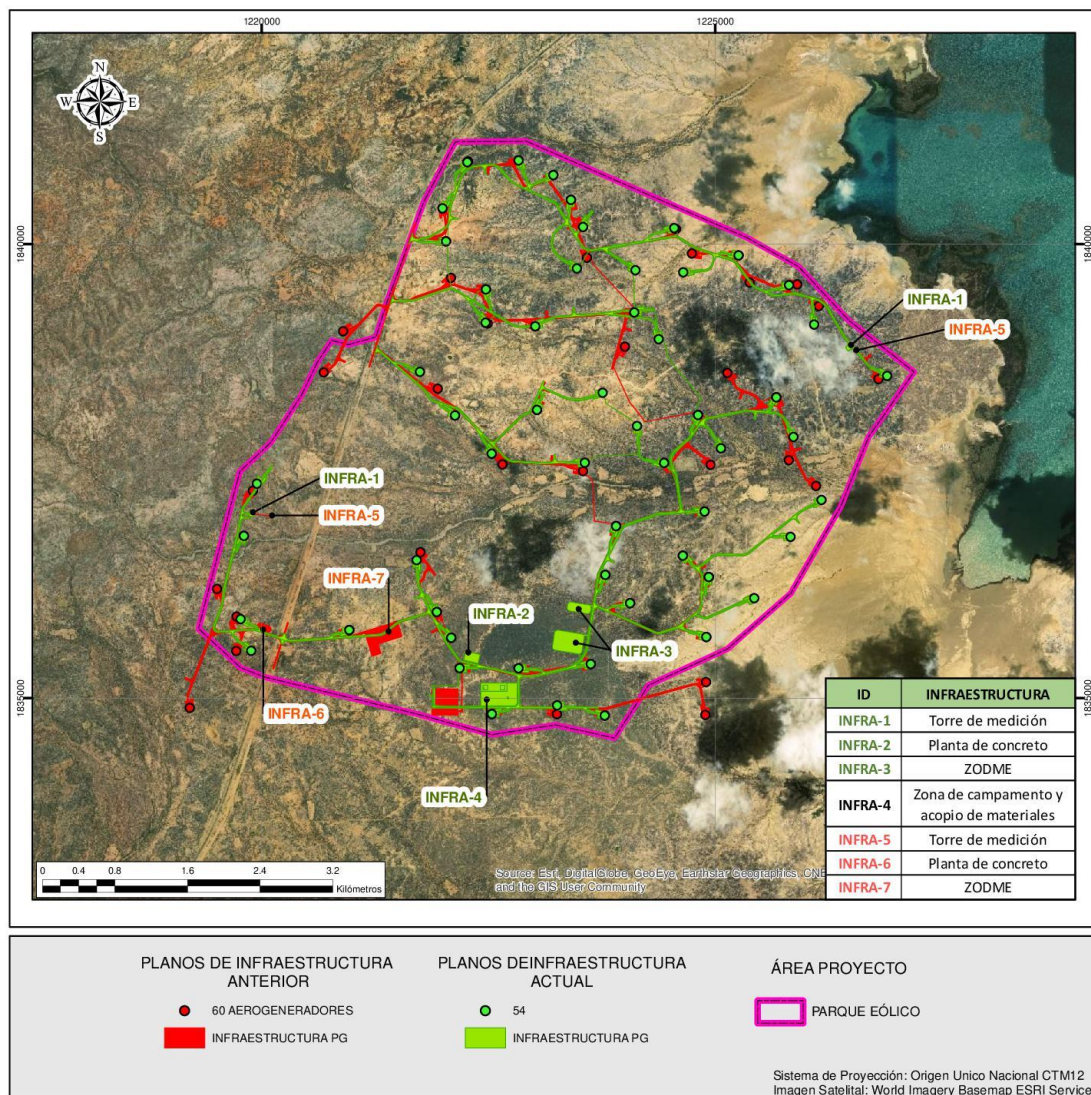
Además, teniendo en cuenta el trabajo de campo y fotointerpretación, se evidenciaron especialmente arroyos intermitentes y cauces efímeros presentes en el área del proyecto.

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 3-8 Mapa de restricciones para la ubicación de aerogeneradores**



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

|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA |                       | Jemeiwaa Ka'i |
|                                                                                   | 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 aerogeneradoras 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. Las áreas de ocupación y uso de los componentes permanentes y temporales de cada aerogenerador se muestran en el plano del Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos), identificado con el número 588-CEL-P-CIV-TI-003 y se resumen a continuación.
  - ❖ 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 3-8, Tabla 3-9 y Tabla 3-10 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

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

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

La ubicación de las unidades aerogeneradoras propuestas se presenta y describe en forma detallada en la sección 3.2.3.2 y en los planos incluidos en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos) asociado al presente capítulo. 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. Sin embargo, este fenómeno se evaluará dentro de los Impactos Ambientales generados por el proyecto y que se desarrollan en el Capítulo 8.

#### 3.2.3.3. Criterios de Recorrido y diseño de vías internas

La red de vías nuevas ha sido propuesta para permitir el acceso a cada una de las unidades de generación y áreas de construcción complementarias. Las mismas consideran los siguientes criterios de diseño:

- Origen y destino: Las vías conformarán una red vial cuyos orígenes serán puntos de derivación a partir de la carretera Uribia-Puerto Bolívar y que permitirá acceder a cada uno de los puntos de implantación de los generadores con un tramo final coincidente con la plataforma, presentando pendiente nula.
- Recorrido: Su recorrido se ha planteado cumpliendo los criterios de diseño señalados en la Tabla 3-8, evitando al máximo los cruces con cauces y otra infraestructura de la zona.

En la sección 3.2.4 se presenta la red vial resultante para el parque Eólico Casa Eléctrica.

#### 3.2.3.4. Requerimientos de Obras Temporales de construcción, operación y mantenimiento

Complementariamente se destinarán áreas propuestas como campamento, zona de acopio de equipos y maquinaria, planta de concreto y zonas de depósito de material sobrante de excavación (ZODMES).

Las dimensiones de las áreas de obras temporales para el Parque Eólico se resumen en la siguiente tabla.

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

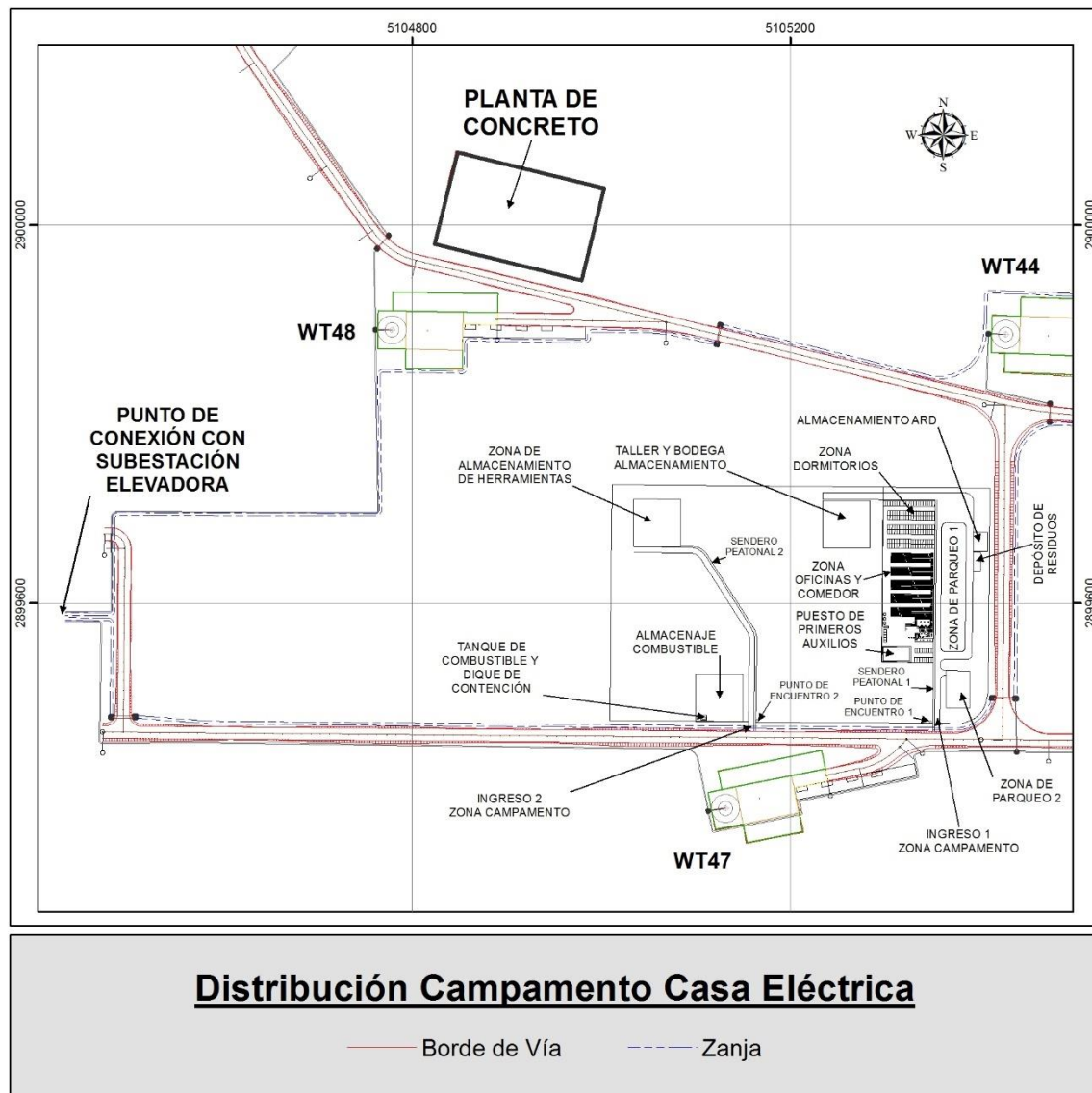
**Tabla 3-11 Requerimientos de áreas temporales de construcción y operación**

| Identificación de área temporal para obra         |                                               | Dimensiones Básicas                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Campamento                                        | Perímetro del campamento                      | 400 x 250 m                                                                                                                                               |
|                                                   | Almacenamiento de Aguas Residuales            | 15x20 m                                                                                                                                                   |
|                                                   | Depósito Central de Residuos                  | 21x9 m                                                                                                                                                    |
|                                                   | Zona de Oficinas, Comedor y Primeros Auxilios | 56x120 m                                                                                                                                                  |
|                                                   | Zona 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                    | 2.159 m <sup>2</sup>                                                                                                                                      |
|                                                   | Vías de Acceso Sector Oeste                   | 2.163 m <sup>2</sup>                                                                                                                                      |
| Zona Planta de concreto                           |                                               | 100x160 m                                                                                                                                                 |
| Zona depósito de material de excavación (ZODME 2) |                                               | 330x220 m                                                                                                                                                 |
| Zona depósito de material de excavación (ZODME 1) |                                               | 260x100 m                                                                                                                                                 |
| Vías Internas                                     |                                               | 41.032 m x 13 m (superficie de rodamiento) /<br>Con una superficie total de ocupación de 67,07128 Ha, que incluye los sobreanchos y terraplenes laterales |
| Zanjas eléctricas                                 |                                               | 49.054,00 m lineales con un área total de ocupación de 7,0402 Ha                                                                                          |
| Total, número de torres meteorológicas de 135m    |                                               | Dos torres meteorológicas con un área total de ocupación total de 0,4992 Ha (Al considerar taludes de nivelación del terreno)                             |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

La implantación preliminar del campamento y sus diferentes áreas se muestra en la siguiente figura:

Figura 3-9 Disposición de zona de campamento del Parque Eólico Casa Eléctrica.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021

### 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,

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

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.

Como se indicó en el numeral 3.2.1.2 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.

Como se comentó en el numeral 3.2.1.1, 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 nuevas a ser construidas dentro del Parque Eólico Casa Eléctrica, se han propuesto cuatro (4) derivaciones desde la carretera departamental Uribia-Puerto Bolívar, que se describen en la sección 3.2.4.4.1.

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.

Se aclara que, para el estudio de aforo vehicular y el modelo de fuentes móviles, se utilizó un ancho de calzada de 6 metros de acuerdo con categoría Ministerio de Transporte para vía secundaria y terciaria.

Para la determinación de las condiciones de tráfico vehicular típicas de esta vía que se encuentra en la zona de estudio, se tomó como base el aforo vehicular desarrollado por SGS COLOMBIA en noviembre de 2020 (ver Anexo 5/5.1 Medio Abiótico/C-Atmósfera/2-Inventarios/Aforo). El aforo para la vía Uribia-Puerto Bolívar en la zona de interés se realizó en 4 puntos, y consistió en un conteo visual directo hora a hora durante 48 horas continuas, del número de vehículos y su clasificación según categoría INVIAS (siendo esta información registrada en formatos de campo ajustados a dicha tipología).

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

En las siguientes tablas se muestran los resultados del aforo vehicular promedio en los 4 puntos aforados sobre esta vía:

**Tabla 3-12 Aforo vehicular promedio. Punto1**

| Media      | Carros | Buses | C-2P | C-2G | C-3-4 | C-5 | > C-5 | Motos | TOTAL |
|------------|--------|-------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|
| Veh/día    | 129    | 2     | 4    | 8    | 1     | 1   | 0     | 121   | 264   |
| Proporción | 49%    | 1%    | 2%   | 3%   | 0%    | 0%  | 0%    | 46%   | 100%  |

Fuente: SGS COLOMBIA, 2020.

**Tabla 3-13 Aforo vehicular promedio. Punto2**

| Media      | Carros | Buses | C-2P | C-2G | C-3-4 | C-5 | > C-5 | Motos | TOTAL |
|------------|--------|-------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|
| Veh/día    | 139    | 2     | 3    | 5    | 2     | 1   | 0     | 158   | 308   |
| Proporción | 45%    | 0%    | 1%   | 1%   | 1%    | 0%  | 0%    | 51%   | 100%  |

Fuente: SGS COLOMBIA, 2020.

**Tabla 3-14 Aforo vehicular promedio. Punto3**

| Media      | Carros | Buses | C-2P | C-2G | C-3-4 | C-5 | > C-5 | Motos | TOTAL |
|------------|--------|-------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|
| Veh/día    | 102    | 4     | 2    | 2    | 0     | 2   | 0     | 147   | 259   |
| Proporción | 39%    | 1%    | 1%   | 1%   | 0%    | 1%  | 0%    | 57%   | 100%  |

Fuente: SGS COLOMBIA, 2020.

**Tabla 3-15 Aforo vehicular promedio. Punto4**

| Media      | Carros | Buses | C-2P | C-2G | C-3-4 | C-5 | > C-5 | Motos | TOTAL |
|------------|--------|-------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|
| Veh/día    | 123    | 3     | 3    | 1    | 2     | 1   | 1     | 175   | 307   |
| Proporción | 40%    | 1%    | 1%   | 0%   | 0%    | 0%  | 0%    | 57%   | 100%  |

Fuente: SGS COLOMBIA, 2020.

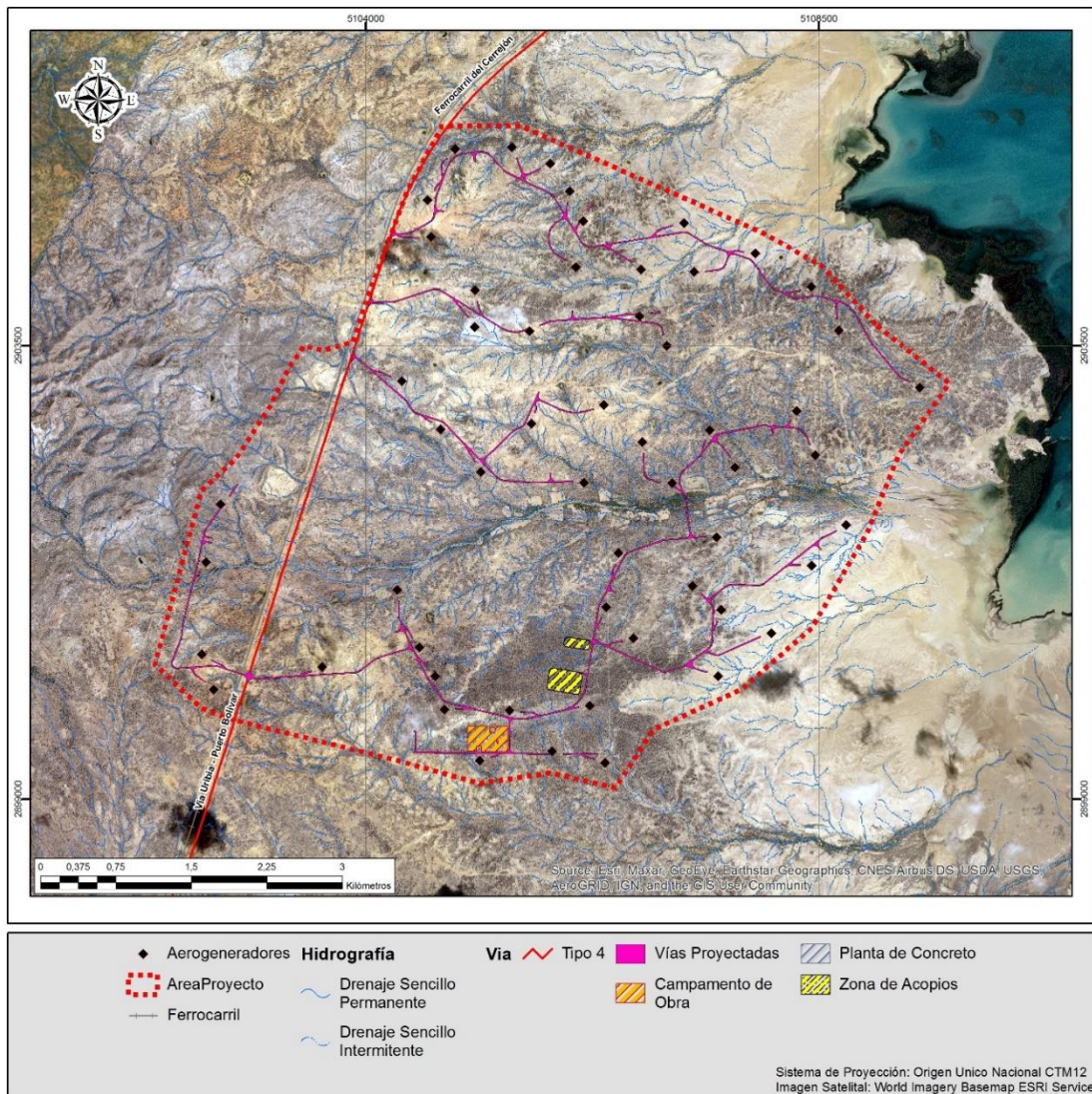
#### ▪ Puerto Bolívar y Puerto Brisa

Como se indicó en el numeral 3.2.1.3 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 aerogeneradoras. La Figura 3-10 muestra el área de ocupación del parque eólico destacando las nuevas vías propuestas.

Figura 3-10 Disposición de vías internas del parque eólico



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

El detalle de las vías diseñadas para el parque eólico se muestra en el plano del Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos), identificado con el número: 588-CEL-P-CIV-IM-001 (Hojas 1 a 7).

Los accesos internos propuestos para el Parque Eólico Casa Eléctrica son vías nuevas a ser desarrolladas 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

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

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.

Las vías que se muestran en la Figura 3-10 se detallan con mayor precisión en el plano de localización del proyecto (Plano No. 588-CEL-P-CIV-IM-002, incluido en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos)), donde se indican las distintas vías requeridas para el proyecto.

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 Uribí y se destacan en la Figura 3-10:

- 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. La Tabla 3-2 del numeral 3.2.1.1 resume los 47,32 km de vías más relevantes utilizadas por las comunidades en la zona de ocupación del proyecto. 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.

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

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 desmante 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.

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.

En los planos de planta del proyecto incluidos en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos), se muestra detalladamente cada eje vial propuesto para acceder a los aerogeneradores del parque. Para fines descriptivos, se identifican los aerogeneradores con la abreviatura WT ("Wind Turbine Generator"), nomenclatura que se utilizará en lo sucesivo para simplificar las tablas donde aplique este concepto.

Las vías internas que se mostraron en forma simplificada en la Figura 3-10, se resumen en la tabla siguiente se resumen las distintas vías y su destino:

**Tabla 3-16 Resumen de vías Parque Eólico Casa Eléctrica**

| Eje    | Longitud (m) | Uso     | Vía de donde deriva              | Progresiva de vía en WTG |
|--------|--------------|---------|----------------------------------|--------------------------|
| EJE 01 | 6.691,03     | WT01    | Carretera Uriibia-Puerto Bolívar | 0+000                    |
| EJE 02 | 234,60       | WT15    | EJE 1                            | 0+062,93                 |
| EJE 03 | 92,36        | retorno | EJE 1                            | 0+548,37                 |
| EJE 04 | 135,14       | WT14    | EJE 1                            | 0+861,78                 |
| EJE 05 | 237,27       | WT13    | EJE 1                            | 0+861,78                 |
| EJE 06 | 92,36        | retorno | EJE 1                            | 1+326,46                 |

| Eje    | Longitud (m) | Uso                    | Vía de donde deriva             | Progresiva de vía en WTG |
|--------|--------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| EJE 07 | 251,05       | WT12                   | EJE 1                           | 1+934,28                 |
| EJE 08 | 235,35       | WT11                   | EJE 1                           | 1+865,16                 |
| EJE 09 | 144,12       | WT10                   | EJE 1                           | 2+492,64                 |
| EJE 10 | 600,71       | WT08                   | EJE 1                           | 2+492,64                 |
| EJE 11 | 93,43        | Prolongación WT09      | Prolongación EJE 12             | 0+000                    |
| EJE 12 | 116,73       | WT09                   | EJE 1                           | 2+664,42                 |
| EJE 13 | 328,65       | WT07                   | EJE 1                           | 3+028,51                 |
| EJE 14 | 256,67       | WT06                   | EJE 1                           | 4+099,84                 |
| EJE 15 | 349,65       | WT04                   | EJE 1                           | 4+332,96                 |
| EJE 16 | 148,41       | WT05                   | EJE 1                           | 4+332,96                 |
| EJE 17 | 163,47       | WT03                   | EJE 1                           | 5+041,74                 |
| EJE 18 | 182,60       | WT02                   | EJE 1                           | 5+575,75                 |
| EJE 19 | 1.715,86     | WT16                   | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | 0+00075                  |
| EJE 21 | 260,83       | WT19                   | EJE 19                          | 0+000                    |
| EJE 22 | 149,11       | WT20                   | EJE 19                          | 0+142                    |
| EJE 23 | 1.314,70     | WT18                   | EJE 19                          | 0+098                    |
| EJE 24 | 92,36        | retorno                | EJE 19                          | 0+093                    |
| EJE 25 | 327,15       | WT17                   | EJE 19                          | 0+000                    |
| EJE 26 | 93,34        | maniobra               | EJE 19                          | 0+077                    |
| EJE 30 | 2.676,98     | WT33                   | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | 0+083                    |
| EJE 31 | 207,81       | WT37                   | EJE 30                          | 0+098                    |
| EJE 32 | 111,02       | WT36                   | EJE 30                          | 0+000                    |
| EJE 33 | 237,24       | WT34                   | EJE 30                          | 0+093                    |
| EJE 34 | 919,15       | Derivación a vía 35,36 | EJE 30                          | 0+101                    |
| EJE 35 | 601,75       | WT21                   | EJE 34                          | 0+104                    |

| Eje                 | Longitud (m) | Uso                           | Vía de donde deriva | Progresiva de vía en WTG |
|---------------------|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------|
| EJE 36              | 119,50       | WT22                          | EJE 34              | 0+000                    |
| EJE 37              | 89,93        | retorno                       | EJE 30              | 0+141                    |
| EJE 38              | 147,52       | Prolongación plataforma WT 56 | EJE 39              | 0+000                    |
| EJE 39              | 4.144,11     | WT56 hasta T con eje 48       | EJE 48              | 0+093                    |
| EJE 40              | 83,72        | torre med 2                   | EJE 39              | 0+000                    |
| EJE 41              | 92,36        | retorno                       | EJE 39              | 0+000                    |
| EJE 42              | 93,74        | WT55                          | EJE 39              | 0+093                    |
| EJE 45              | 202,26       | WT53                          | EJE 39              | 0+000                    |
| EJE 46              | 157,30       | WT54                          | EJE 39              | 0+000                    |
| EJE 47              | 136,83       | WT52                          | EJE 39              | 0+174                    |
| EJE 48              | 4.875,74     | WT51/WT33                     | EJE 48              | 0+138                    |
| EJE 49              | 92,36        | retorno                       | EJE 48              | 0+000                    |
| EJE 50              | 156,24       | WT50                          | EJE 48              | 5+035                    |
| EJE 51              | 164,71       | WT49                          | EJE 48              | 0+090                    |
| EJE 52              | 178,60       | WT48                          | EJE 48              | 0+000                    |
| EJE 53              | 353,99       | a campamento y eje 57         | EJE 48              | 0+086                    |
| EJE 54              | 187,17       | WT44                          | EJE 48              | 0+000                    |
| EJE 55              | 161,65       | WT43                          | EJE 7               | 0+000                    |
| EJE 56              | 224,18       | s/e                           | EJE 53              | 0+000                    |
| EJE 57              | 1.362,74     | WT46                          | EJE 57              | 0+041                    |
| EJE 58              | 96,03        | WT47                          | EJE 57              | 1+926                    |
| EJE 58 <sup>a</sup> | 344,11       | Prolongación eje 57 en WT48   | EJE 57              |                          |
| EJE 59              | 146,81       | WT45                          | EJE 58 <sup>a</sup> | 0+211                    |
| EJE 60              | 1.879,55     | WT38                          | EJE 48              | 0+265                    |
| EJE 61              | 166,90       | WT42                          | EJE 48              | 0+092                    |

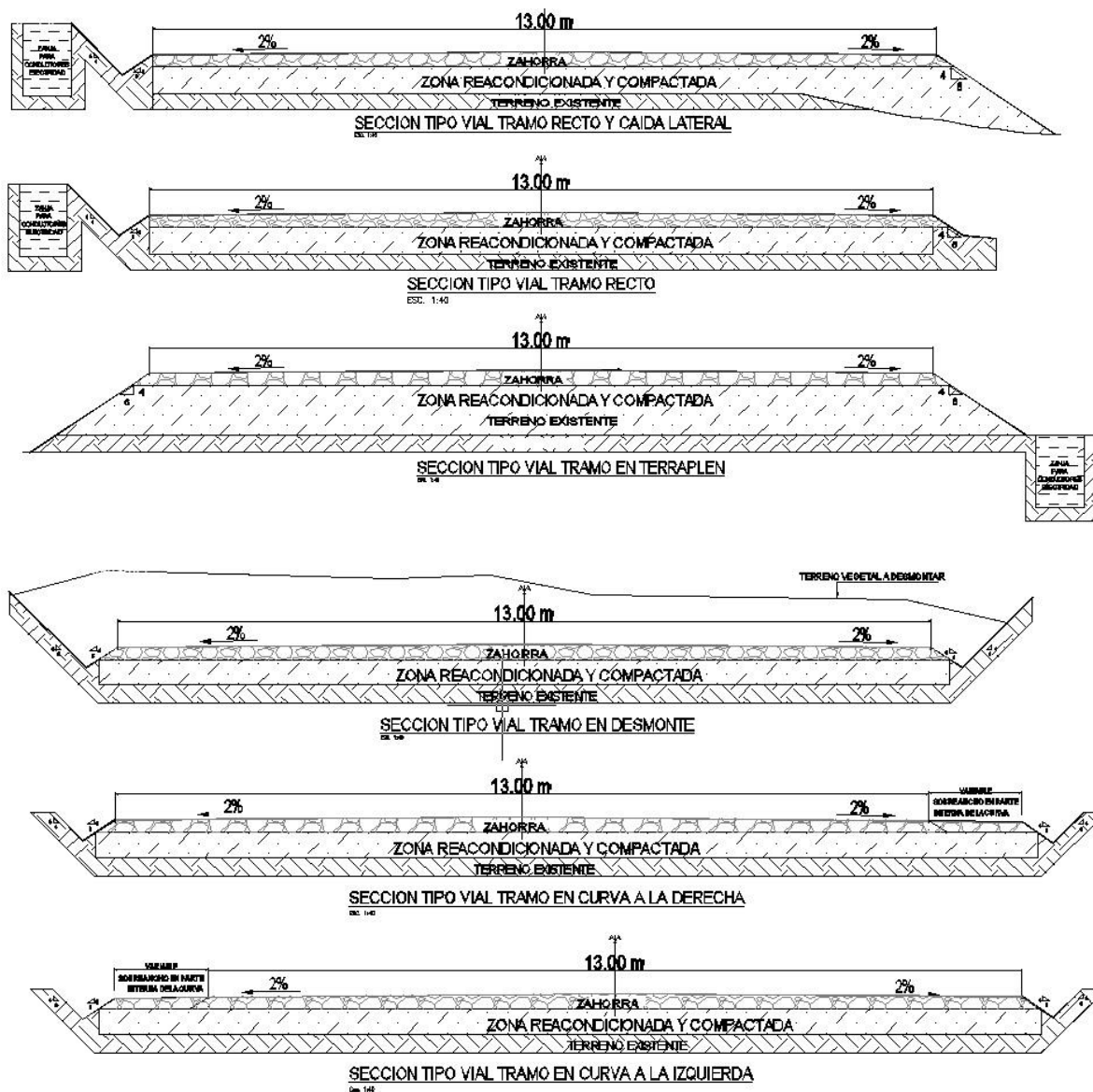
|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------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

| Eje    | Longitud (m) | Uso                         | Vía de donde deriva | Progresiva de vía en WTG |
|--------|--------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|
| EJE 62 | 226,01       | WT41                        | EJE 48              | 0+093                    |
| EJE 63 | 599,31       | WT40                        | EJE 40              | 0+000                    |
| EJE 64 | 96,72        | WT39                        | EJE 40              | 0+000                    |
| EJE 65 | 1.508,91     | WT36                        | EJE 60              | 0+000                    |
| EJE 66 | 127,87       | WT37                        | EJE 65              | 2+962                    |
| EJE 67 | 89,93        | retorno                     | EJE 65              | 0+000                    |
| EJE 68 | 132,37       | WT35                        | EJE 48              | 0+088                    |
| EJE 69 | 92,36        | retorno                     | EJE 48              | 0+000                    |
| EJE 70 | 162,80       | WT32                        | EJE 70              | 0+053                    |
| EJE 71 | 395,16       | Prolongación eje 72 en WT31 | EJE 72              | 2+914                    |
| EJE 72 | 131,73       | WT32                        | EJE 73              |                          |
| EJE 73 | 2.207,25     | WT27                        | EJE 48              | 0+000                    |
| EJE 74 | 120,00       | WT30                        | EJE 73              | 0+293                    |
| EJE 75 | 253,65       | WT29                        | EJE 73              | 0+000                    |
| EJE 76 | 92,36        | retorno                     | EJE 73              | 0+000                    |
| EJE 77 | 76,51        | WT28                        | EJE 73              | 0+112,5                  |

Fuente: PERSAEUS, 2021

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

Figura 3-11 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 3-17 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.

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

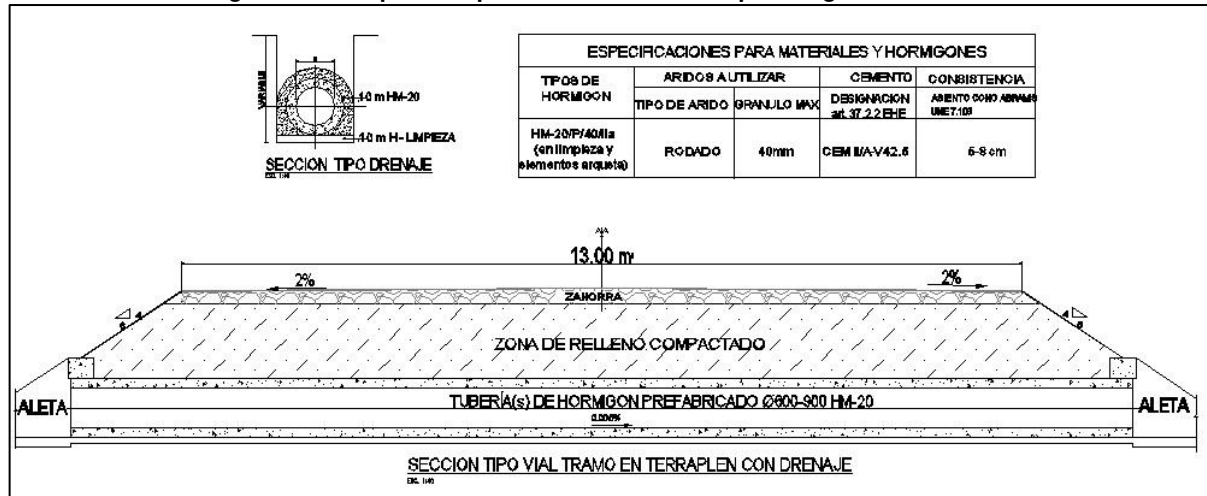
### 3.2.4.1.3. Infraestructura Civil – Drenajes y cruces con cuerpos de agua

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.

En la sección 3.2.4.4. 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 3-12 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

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

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.

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. Las características de estas zanjas se indican en los planos del proyecto. Ver Plano 588-CEL-P-ELE-TI-001, incluido en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos) y varían según el número de circuitos a instalar en cada tramo.

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 envolvente 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 envolvente 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 hincia horizontal, con lo cual se evita alterar el eje ferroviario.

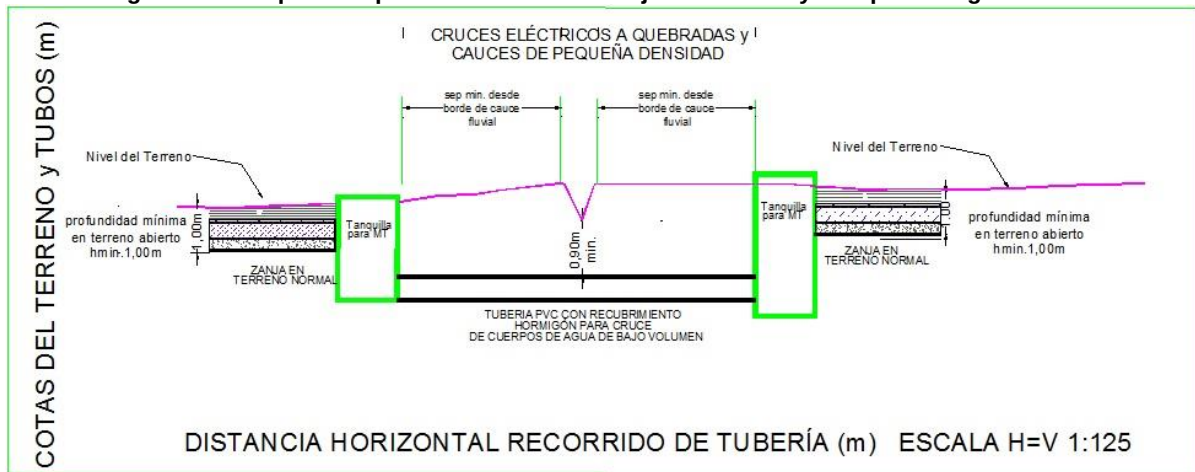
La red de comunicaciones utilizará igualmente las mismas zanjas de los cables de media tensión, que incorporan una fibra óptica según se muestra en los detalles de secciones de zanjas, incluidos en los planos del proyecto (Plano 588-CEL-P-ELE-TI-001 del Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos)).

En cuanto a la red de puesta a tierra, tal como se muestra en los planos del proyecto (Ver Plano 588-CEL-P-ELE-PT-001 del Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos)), se ha indicado la instalación en las mismas zanjas de cables de media tensión, un conductor de cobre desnudo que interconectará todos los aerogeneradores del parque entre sí y todos ellos a la malla de tierra de la subestación elevadora.

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

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

**Figura 3-13 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 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.

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

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 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

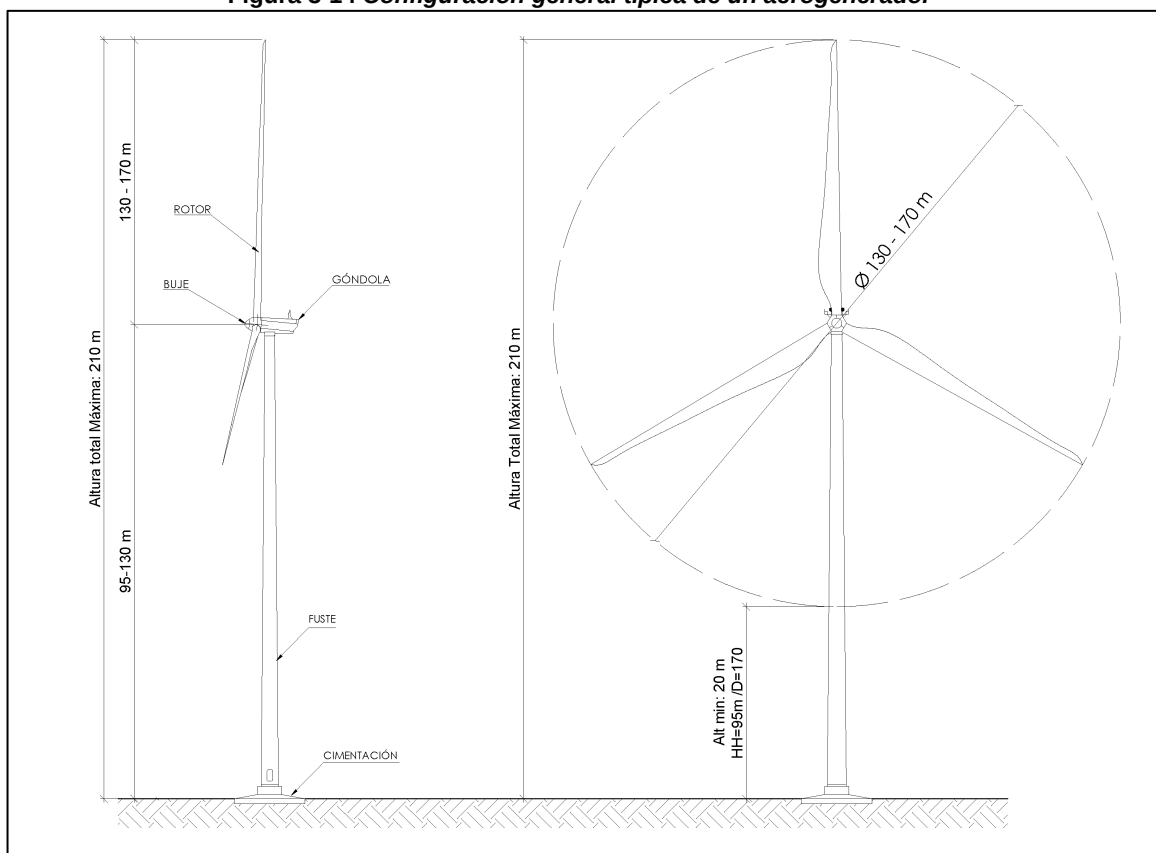
|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------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

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 3-14 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.

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

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 3-18, se seleccionaron las configuraciones de la altura más baja de buje y la curva de ruido más alta (Tabla 3-20), considerando el mayor impacto a los receptores más cercanos a cada aerogenerador. Las especificaciones de la metodología de cálculo empleada se muestran en el Anexo 5 (5.1 Medio Abiótico/C-Atmósfera/6-Modelo ruido).

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

**Tabla 3-18 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)<br>210 (Altura máxima)                   |

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

**Tabla 3-19 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 |

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

| Propiedad de los Aerogeneradores  | Rangos de Valores                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 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 <sup>2</sup> - 22.698 m <sup>2</sup> |
| 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.

En lo relativo al Ruido, las unidades por lo general han sido diseñadas para minimizar el ruido de la turbina. Ello depende de la velocidad y potencia de giro, periodos de tiempo a cada condición, dirección de incidencia del viento. Los estudios y simulaciones se basan en las curvas suministradas por el fabricante y las condiciones físicas de operación. Estas simulaciones permiten predecir los niveles de ruido teóricos que se presentan en las áreas circundantes a los generadores. Se destaca que para la evaluación de ruidos se establecieron las condiciones más desfavorables a fin de disponer de las condiciones más rigurosas de cálculo.

En la Tabla 3-20 se presentan los niveles de ruido estimados según variaciones en la velocidad del viento.

**Tabla 3-20 Nivel de ruido estimado**

| Velocidad de viento a la altura de buje (m/s) | Nivel de Ruido estimado (dB) |
|-----------------------------------------------|------------------------------|
| 5.0                                           | 97.3                         |
| 5.5                                           | 99,3                         |
| 6.0                                           | 101,20                       |
| 6.5                                           | 102,90                       |
| 7.0                                           | 104,40                       |
| 7.5                                           | 105,9                        |
| 8.0                                           | 106,7                        |
| 8.5                                           | 106,8                        |
| 9.0                                           | 106.8                        |
| 9.5                                           | 106,8                        |
| 10.0                                          | 106.8                        |
| 10.5                                          | 106.8                        |
| 11.0                                          | 106.8                        |

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

| Velocidad de viento a la altura de buje (m/s) | Nivel de Ruido estimado (dB) |
|-----------------------------------------------|------------------------------|
| 11.5                                          | 106.8                        |
| 12.0                                          | 106.8                        |
| 12.5                                          | 106.8                        |
| 13.0                                          | 106.8                        |
| 13.5                                          | 106.8                        |
| 14.0                                          | 106.8                        |
| 14.5                                          | 106.8                        |
| 15.0                                          | 106.8                        |

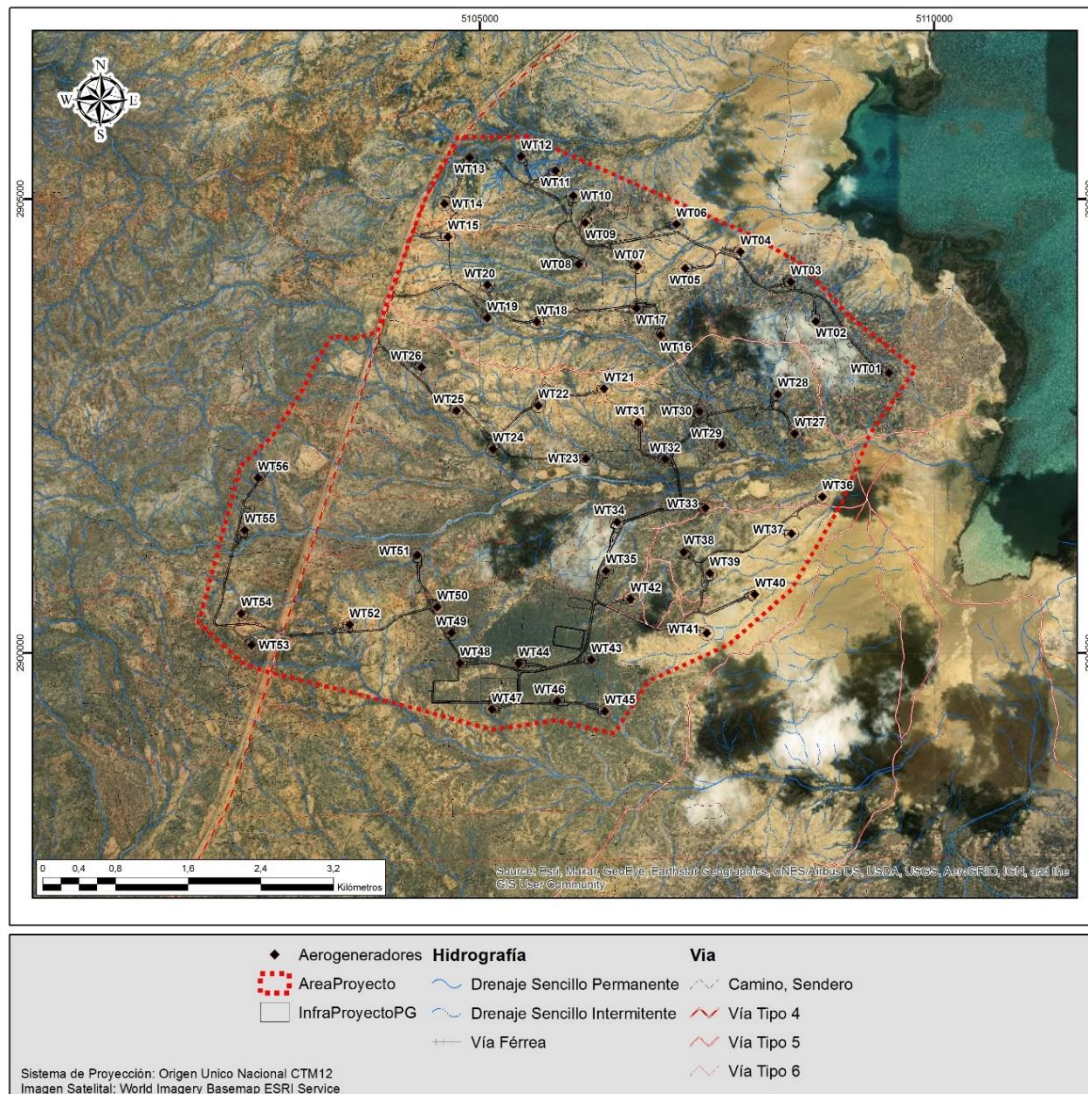
Fuente: ENERCON, 2020

#### ✓ 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.

La disposición final se indica en los planos del proyecto. Ver Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos).

Figura 3-15 Implantación general de las unidades aerogeneradores



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2021

La implantación en Detalle de los aerogeneradores se puede apreciar mejor en el Plano del Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos), identificado con el número: 588-CEL-P-CIV-IM-001 (Hojas 1 a 7).

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

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

**Tabla 3-21 Coordenadas de ubicación de los generadores**

| Aereogene-<br>rador No. | Coordenadas<br>Origen Único Nacional (CTM-12) |              | Aereogene-<br>rador No. | Coordenadas<br>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'l-AES Colombia, 2020.

#### ✓ Componentes del aerogenerador

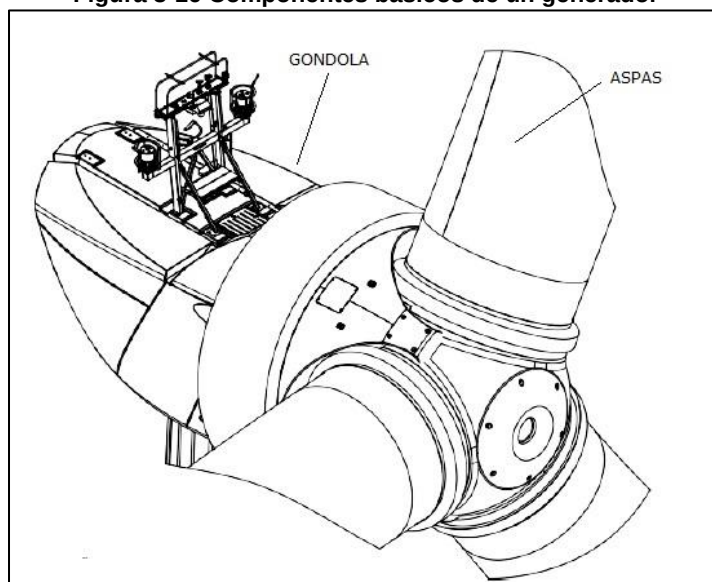
Un aerogenerador está constituido esencialmente por una turbina eólica, una caja multiplicadora y un generador eléctrico, así como la electrónica de potencia requerida situados en lo alto de una torre cimentada sobre una zapata de concreto armado.

Según la tecnología de las unidades, la caja multiplicadora podrá ser sustituida por sistemas que no conllevan engranajes.

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

Cada generador, está compuesto por los componentes que se describen en esta sección: Torre cimentada sobre fundación de concreto, Góndola (nacelle), Rotor (formado por el buje y las palas o palas del rotor) y el equipamiento de media tensión.

**Figura 3-16 Componentes básicos de un generador**



*Fuente: ENERCON, 2020.*

- Torre

La torre se ha diseñado como una torre de acero de forma troncónica, ensamblable por secciones, con una altura que puede variar entre 95m y 135m, según el modelo y potencia del generador. Se suministra en secciones de 10 a 25 metros cada una, para su ensamble en obra. Se proporciona una abertura de puerta en la base de la torre para permitir un ascenso a prueba de intemperie dentro de la torre. El ascenso a la góndola es un ascensor de servicio integrado. Cada segmento de torre está equipado con plataformas e iluminación de emergencia. Vendrá prevista con sistema de recubrimiento contra la corrosión. Dentro de la torre se dispone de elementos de escalado hacia la góndola y se ubican salas de control para equipos de comunicaciones y de media tensión.

- Góndola (Nacelle)

La góndola ha sido diseñada para ofrecer mejoras para el servicio y el mantenimiento.

El mantenimiento se puede realizar con la góndola cerrada, pero también se puede abrir parcialmente para reemplazos de componentes principales.

Mediante un multiplicador mecánico o con engranaje directo según la tecnología que se elija, se acopla a un generador (la caja multiplicadora podrá ser sustituidas por sistemas que no conllevan engranajes). Este sistema alterno estará igualmente ubicado en la nacelle.

Estos equipos van situados en el interior de una góndola colocada sobre la torre metálica, con la disposición que puede apreciarse en el esquema anterior. La góndola está construida sobre un bastidor realizado en perfiles tubulares.

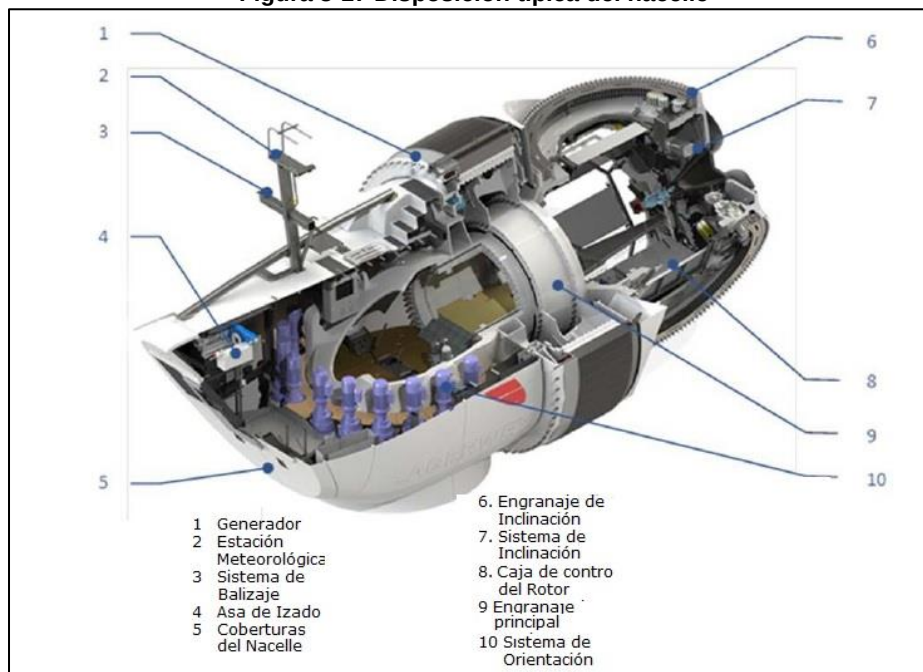
La entrada desde la torre a la góndola se puede obtener a través de una escotilla en el marco principal. Se ha instalado una plataforma de mantenimiento adicional para llegar a los componentes debajo del marco principal.

Todos los sistemas pueden operarse a través del sistema de control desde la góndola. Se instalará un pulsador de parada de emergencia por seguridad. Todas las piezas giratorias / móviles dentro de la góndola generalmente están protegidas por cubiertas para evitar el riesgo de lesiones.

El plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP) se ha elegido como material para la carcasa de la góndola, ya que ofrece una protección confiable y es liviano. La carcasa de la góndola también tiene funciones adicionales de aislamiento acústico y mantenimiento de la temperatura de funcionamiento.

En la siguiente figura se muestra la disposición típica del nacelle del aerogenerador.

**Figura 3-17 Disposición típica del nacelle**



Fuente: ENERCON, 2020.

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

- Rotor

La turbina tiene un rotor situado a barlovento que presenta los siguientes componentes:

- Tres palas aerodinámicas de paso variable controlado por microprocesador,
- Regulación electrónica de la potencia de salida mediante convertidores electrónicos,
- Un sistema activo de orientación.

Las palas están controladas por el sistema de control pitch, que garantiza el funcionamiento continuado del ajuste de la pala en caso de falla de energía o mal funcionamiento. Cada pala tiene su propio conjunto de batería de almacenamiento independiente que gira con la propia pala.

En función de las condiciones predominantes del viento, las palas se orientan de manera continua para optimizar el ángulo de inclinación.

En el rango de carga parcial, es decir, cuando el aerogenerador opera por debajo de la potencia nominal, la turbina funciona a un paso de pala constante y velocidad variable para explotar la aerodinámica óptima del rotor. Dentro del área de carga nominal, es decir, cuando el aerogenerador ha alcanzado su velocidad máxima de rotor, opera con un par nominal constante que es proporcionado por el generador. Los cambios de la velocidad del viento están controlados por el sistema pitch. La energía eólica de fuertes ráfagas se puede almacenar mediante una aceleración del rotor y solo entonces se convierte en energía eléctrica amortiguada a través del paso de la pala y se alimenta a la red.

- Generador eléctrico

El generador es del tipo asíncrono trifásico, rotor bobinado.

El montaje del generador está diseñado para reducir las vibraciones y la transmisión de ruido.

La refrigeración se lleva a cabo a través del intercambiador de calor aire / aire. El flujo de aire de refrigeración es generado por un ventilador externo. Inducción de aire refrigerante desde la góndola.

- Transformador Elevador de los aerogeneradores

Los aerogeneradores generarán la potencia normalmente a un voltaje de 690 V, producidas en la parte superior de la unidad. Para fines de distribución eficiente de la energía hacia un centro colector, la tensión deberá ser llevada al voltaje de media tensión que permitirá transportar la potencia las distancias que requiere el proyecto; de lo contrario las limitaciones de caída de tensión y pérdidas en la línea serían insostenibles para la operación eficiente del sistema eléctrico.

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

Para el presente caso, cada unidad dispondrá de un transformador de 690/34500 V, que se ubicará en la parte superior de la góndola o en la base de la torre según la tecnología a emplear. Dicho transformador será de una potencia acorde con la capacidad de cada aerogenerador, que en este caso exige una potencia aparente no mayor de 5000 VA. Su suministro formará parte de los componentes de la unidad generadora. Los transformadores serán acordes con los lineamientos del RETIE y de diseño eficiente “Ecodesign”, con el fin de minimizar las pérdidas y asegurar la eficiencia energética.

La transmisión de energía dentro de la torre tiene lugar a través de barras colectoras apantalladas que también contribuyen a minimizar la interferencia electromagnética.

- Celdas de Protección y Maniobra de los Aerogeneradores

Se distinguen tres tipos de sistemas de maniobra y protección asociados a los aerogeneradores, cada uno de ellos formado por un conjunto de celdas, que según la posición que ocupen dentro del circuito de interconexión entre los mismos, tendrá una de las siguientes configuraciones:

- Configuración 0L1P: Para aerogeneradores situados en extremo de línea.
- Configuración 0L1L1P: Para aerogeneradores con posición intermedia en línea radial, con llegada de cables desde un generador vecino y continuación de la red al siguiente punto de conexión.
- Configuración 0L1L1L1P: Para aerogeneradores con posición intermedia en esquema estrellado, con llegada de dos generadores vecinos y continuación de la red al siguiente punto de conexión.

Todas las celdas a instalar serán de corte y aislamiento en hexafluoruro de azufre, con características eléctricas 35 kV, 630 A, 25 kA. Las celdas se instalarán en la parte inferior de la torre del aerogenerador, como ya se ha indicado previamente.

Las celdas a instalar serán parte del suministro de la turbina, metálicas prefabricadas, modulares, de aislamiento y corte en SF6, con las funciones de protección de transformador del aerogenerador con un interruptor automático tripolar (CBP), de entradas de líneas con seccionador (SDP) y de entrada de línea directa desde el aerogenerador previo a la línea para el conexonado con cajas terminales enchufables a la red de M.T. (ICP).

Las características generales de las celdas de media tensión serán las siguientes:

**Tabla 3-22 Características técnicas de las celdas de media tensión**

| Característica técnica                                                          | Valor |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tensión nominal (kV)                                                            | 36    |
| Intensidad asignada a barras (A)                                                | 630   |
| Tensión soportada a frecuencia industrial a tierra y entre fases (kV)           | 70    |
| Tensión soportada a frecuencia industrial a la distancia de seccionamiento (kV) | 80    |

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

| Característica técnica                                                             | Valor |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tensión soportada a impulso tipo rayo a tierra y entre fases (kV)cresta            | 170   |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento (kV) cresta | 170   |
| Intensidad admisible de corta duración (kA):                                       | 25    |

Fuente: PERSAEUS, 2021

Según las funciones que componen las celdas modulares, tendrán las siguientes características:

#### Celdas de protección – 1P

Se identifican con el código 1P. Son utilizadas como celda de protección del transformador del aerogenerador. Están constituidas por una protección mediante interruptor automático tripolar en vacío. Además, también irán provistas de una bobina de disparo a emisión por temperatura del transformador, seccionador de puesta a tierra y alojamiento para las cabezas terminales de los puentes de unión de los interruptores seccionadores con el transformador

- Función de protección del conjunto aerogenerador-transformador 34,5kV:
- Interruptor automático tripolar, 34,5kV, con bobina de disparo, contactos auxiliares y mando manual.
- Seccionador tripolar de puesta a tierra 34,5kV, con mando manual, con posiciones Conectado – Seccionamiento - Puesta a tierra.
- Enclavamiento mecánico con cerradura interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad toroidales para protección de fases.
- Captadores capacitivos de presencia de tensión de 34,5 kV.
- Pasatapas en lateral de celda para llegada de cables con conexión atornillable.
- Embarrado tripolar para conexión a celdas conexas.
- Pletina de cobre para puesta a tierra de instalación.
- Accesorios y pequeño material.

Además, la celda irá provista de un relé de protección adicional autoalimentado, con las funciones de máxima intensidad de fases temporizada e instantánea y máxima intensidad de neutro temporizada e instantánea. El relé de protección incluye los transformadores o captadores de intensidad necesarios para las funciones de protección asignadas al relé.

#### Celdas de línea - 1L

Se identifican con el código 1L. Son utilizadas como celda de entrada o salida de otros aerogeneradores del mismo circuito. Están constituidas por un seccionador de tres posiciones con seccionador de puesta a tierra y su función es la de independizar o conectar el siguiente aerogenerador del circuito radial.

- Función de seccionador 34,5 kV:

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

- Seccionador tripolar con posiciones Conexión-Seccionamiento-Puesta a Tierra, 34,5 kV, con mando manual.
- Captore capacitivos de presencia de tensión de 34,5 kV
- Pasatapas en lateral de celda para llegada de cables con conexión atornillable (dependiendo de la configuración).
- Embarrado tripolar.
- Pletina de cobre de puesta a tierra.
- Accesorios y pequeño material.

#### Celdas de remonte – 0L

Se identifican con el código 0L. Son utilizadas como celda de salida del circuito radial desde generadores de final de ramal. Únicamente dispone de un seccionador de puesta a tierra por lo que la desconexión del aerogenerador y su circuito saliente se realiza en la celda CBP. Solamente están constituidas por un paso de cables a barras para unirse a la otra celda.

Función de entrada de cable:

- Entrada de cables con conexión enchufable.
- Captore capacitivos de presencia de tensión de 35 kV
- Embarrado tripolar.
- Seccionador de puesta a tierra
- Pletina de cobre de puesta a tierra.
- Accesorios y pequeño material.

#### ✓ 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.

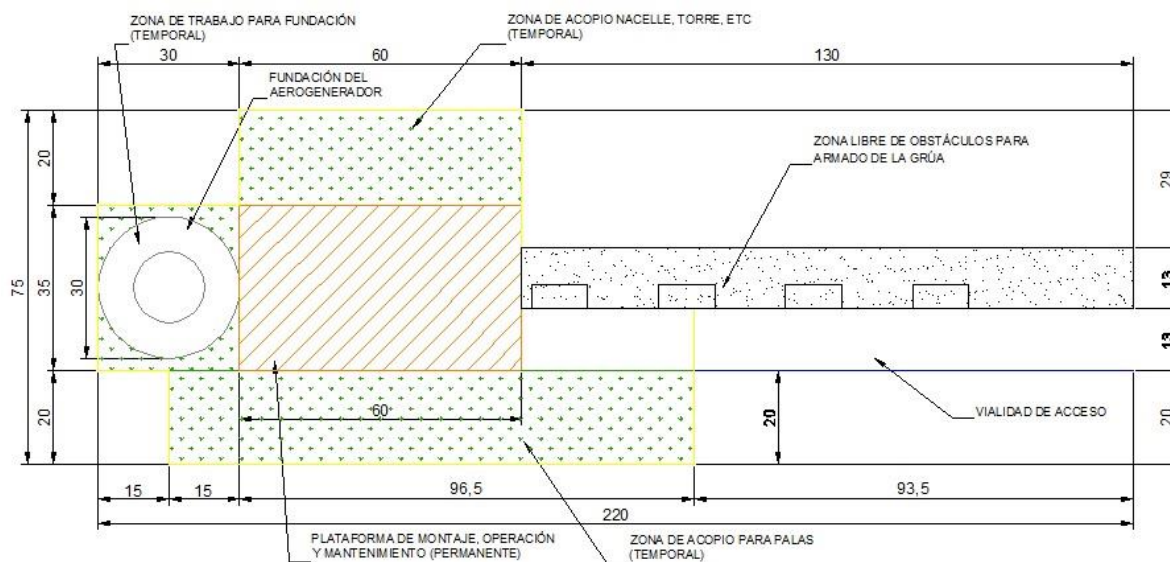
Cada aerogenerador estará formado por la fundación, complementado con superficies provisionales de construcción, que representan áreas libres de obstáculos previstos para la obra para la instalación de la grúa de izado, los elementos del aerogenerador. Una vez culminada la obra, las plataformas quedarán 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 3-18 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 3-23 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 <sup>2</sup> ) por generador | Cantidad de Generadores | Superficie (m <sup>2</sup> ) del área de trabajo | Superficie total de ocupación (Incluye terraplén de nivelación) (Hectáreas) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Diámetro cilíndrica                                                                               | Fundación (m)                                                        | 30                              | 706,84                                     | 56                      | 39.583,04                                        | 47,0320                                                                     |
|                                                                                                   | Profundidad Fundación (m)                                            | 3                               | -                                          | -                       | -                                                |                                                                             |
| Sub-áreas de las Plataforma 3.2.4.1.6. numeral (i) (m)                                            | 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,                                               | 60x40m                          | 2.400                                      | 56                      | 134.400,00                                       |                                                                             |

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

| Dimensiones de superficies de obras y zonas de construcción y mantenimiento de cada aerogenerador |                                              | Dimensiones | Superficie (m <sup>2</sup> ) por generador | Cantidad de Generadores | Superficie (m <sup>2</sup> ) del área de trabajo | Superficie total de ocupación (Incluye terraplén de nivelación) (Hectáreas) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   | operación y mantenimiento (permanente)       |             |                                            |                         |                                                  |                                                                             |
|                                                                                                   | 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                                       | <b>56,4960</b>                                                              |

*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), cuyas dimensiones se detallan en la sección 3.2.4.3. 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'i |
|                                                                                   | VERSIÓN: FINAL                                            | Fecha: Diciembre/2021 |               |

Tabla 3-24 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 <sup>2</sup>        | 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.

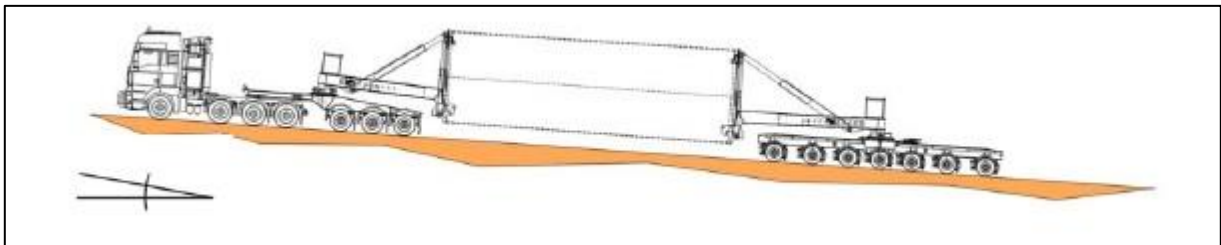
|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------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

### ✓ Equipos y maquinaria requerida

Para la ejecución de la obra se requiere equipo y maquinaria de características especializadas, para obras civiles de gran magnitud.

Para el traslado de los equipos, específicamente las palas, cuya dimensión no es divisible, se requiere el uso de vehículos de plataforma, con ejes pendulares y control de giro individual. Las características definitivas estarán determinadas por el transportista de la carga, pero el esquema típico de equipos para transporte de elementos de gran longitud será similar al indicado en la Figura 3-19 y la Foto 3-11.

**Figura 3-19 Imagen típica de un vehículo para transporte de palas y góndola**



*Fuente: ENERCON, 2020.*

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

**Foto 3-11 Vehículo de transporte para palas.**



*Fuente: ENERCON, 2020.*

Los equipos complementarios harán uso de equipos de plataforma baja (LO-Boy camabaja), de uso típico, así como camiones (Tractomulas) de plataforma cerrada.

Las obras civiles harán uso de los equipos típicos requeridos para estas funciones:

- Bulldozer.
- Retroexcavadora sobre oruga.
- Retroexcavadora sobre ruedas.
- Cargador (Payloador).
- Camión volqueta de eje tándem.
- Motoniveladora.
- Compactadora.

Para los cimientos y obras de concreto, e izado de estructuras, será necesario el uso de los siguientes vehículos:

- Camión mezcladora, con bomba de concreto.
- Minishovel (cargador para acceso a zonas confinadas).
- Cisterna de agua.
- Grúa.

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

- Grúa de no menos de 1000Tn ó grúa sobre oruga, con capacidad telescópica de extensión no menor de 150m.

Las zanjas eléctricas requerirán de lo siguiente:

- Retroexcavadora sobre ruedas.
- Minicargador (Minishovel).
- Camión volqueta.
- Mezcladora de concreto de 160lts de gasoil.
- Compactadoras manuales de gas oil.
- Camión de barandas 350.

Los vehículos de diario serán aquellos que estarán en uso constante para cumplir multifunciones como traslado de personal, supervisores, carga y descarga de material como el proveniente de excavación excedente:

- Buses para traslado de personal.
- Camiones volquetas.
- Camioneta Pick Up.
- Cisternas de agua (Para reducir partículas al aire en vías producido por vehículos).

La cantidad de vehículos requeridos dependerá del número de frentes a ser adoptados, cuya decisión recae sobre el contratista de la obra. Para disponer de un estimado referencial, se establecieron 2 frentes de trabajo, lo que permitió resumir la estimación de vehículos y maquinaria requerido para la obra. Las cantidades que se indican en la siguiente tabla se refieren al número estimado de maquinarias que se requieren en obra, mas no el número total de desplazamientos a lo largo de la ejecución del proyecto.

**Tabla 3-25 Estimación de maquinaria y equipo requerido**

| Obra a ejecutar                           | Maquinaria - Equipo                                                 | Cantidad Requerida |          |       |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|-------|
|                                           |                                                                     | Frente 1           | Frente 2 | Total |
| <b>Transporte Aerogeneradores</b>         | Camión especial de transporte, doble cama con control independiente | 5                  | 5        | 10    |
|                                           | Grúa de 1000Tn con orugas. Desmontable.                             | 1                  | 1        | 2     |
|                                           | Grúas auxiliares de 400Tn                                           | 2                  | 2        | 4     |
| <b>Obras civiles, Vías</b>                | Bulldozer                                                           | 2                  | 2        | 4     |
|                                           | Retroexcavadora sobre oruga                                         | 1                  | 1        | 2     |
|                                           | Retroexcavadora sobre ruedas                                        | 1                  | 1        | 2     |
|                                           | Cargador (Payloader)                                                | 1                  | 1        | 2     |
|                                           | Camión volqueta de eje tandem                                       | 2                  | 2        | 4     |
|                                           | Motoniveladora                                                      | 2                  | 2        | 4     |
|                                           | Compactadora                                                        | 2                  | 2        | 4     |
| <b>Cimientos e izado de Aerogenerador</b> | Camión mezcladora concreto (mixer)                                  | 6                  | 6        | 12    |
|                                           | Bomba de concreto*                                                  | 1                  | 1        | 2     |

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

| Obra a ejecutar                                      | Maquinaria - Equipo                                                                                   | Cantidad Requerida |         |       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------|
|                                                      |                                                                                                       | Frete 1            | Frete 2 | Total |
|                                                      | Minishovel (cargador para acceso a zonas confinadas)                                                  | 1                  | 1       | 2     |
|                                                      | Cisterna de agua                                                                                      | 1                  | 1       | 2     |
|                                                      | Grúa de no menos de 600Tn ó grúa sobre oruga, con capacidad telescópica de extensión no menor de 150m | 1                  | 1       | 2     |
| <b>Zanjas eléctricas y cableado</b>                  | Retroexcavadora sobre ruedas                                                                          | 1                  | 1       | 2     |
|                                                      | Minicargador (Minishovel)                                                                             | 1                  | 1       | 2     |
|                                                      | Camión volqueta                                                                                       | 1                  | 1       | 2     |
|                                                      | Mezcladora de concreto de 160lts de gasoil                                                            | 1                  | 1       | 2     |
|                                                      | Compactadoras manuales de gas oil                                                                     | 2                  | 2       | 4     |
| <b>Uso diario, transporte, control y supervisión</b> | Camión de barandas 350                                                                                | 2                  | 2       | 4     |
|                                                      | Buses para traslado de personal                                                                       | 7                  | 7       | 14    |
|                                                      | Camioneta Pick Up                                                                                     | 5                  | 5       | 10    |
|                                                      | Cisternas de agua                                                                                     | 1                  | 1       | 2     |

*\*Es posible que se requiera 1 bomba de respaldo adicional por frente de trabajo.*

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

- ✓ 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).

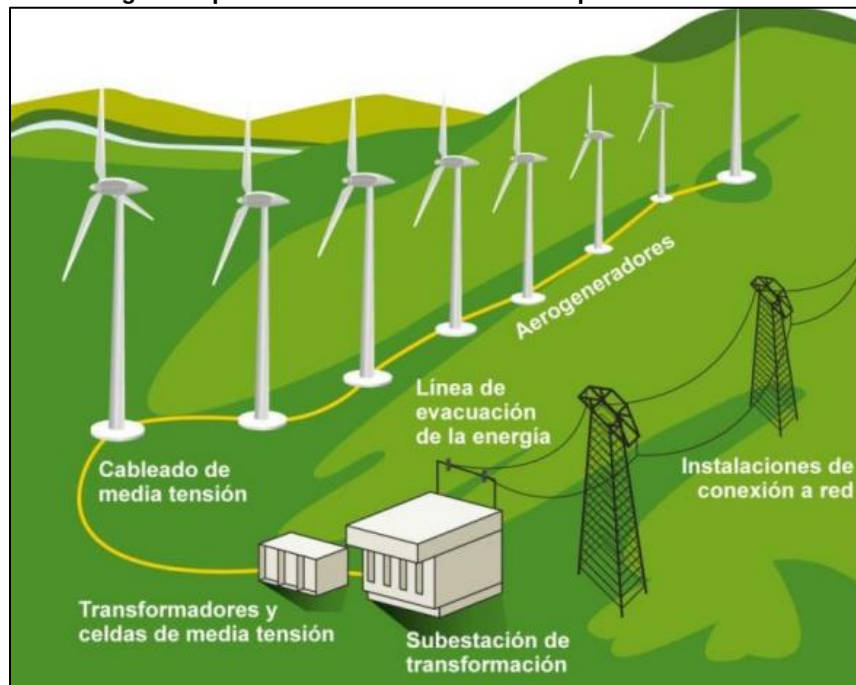
Esta energía, entregada al voltaje de media tensión, deberá ser elevada a la tensión 500kV, en una Subestación eléctrica que se ubicará al sur del parque eólico Casa Eléctrica.

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.

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

Figura 3-20 Imagen simplificada de la conexión del Parque eólico Casa Eléctrica al SIN



Fuente: (Ramos Rodríguez, 2016), 2020.

✓ Sistemas y métodos constructivos de los aerogeneradores

Los sistemas constructivos de las obras propias del aerogenerador se describen a continuación. Los restantes elementos asociados a sistemas de interconexión y exportación de energía se describen en la sección 3.2.4.1.6.

Los procedimientos y métodos constructivos de las obras requeridas para el proyecto principalmente se refieren a las siguientes obras:

- Vías.
- Preparación de terrenos para plataformas, campamentos y áreas de almacenamiento.
- Fundaciones (Cimientos) de aerogeneradores (WT).
- Izado y ensamblaje de aerogeneradores.
- Zanjas para redes eléctricas.

Como se indicó en el numeral 3.2.4.1.4 se tendrán zanjas y bancos de ductos para el tendido de los cables del proyecto. Las redes de distribución han sido propuestas en forma de circuitos subterráneos mediante cables de 34,5 kV enterrados en zanjas. Las características de estas zanjas se indican en los planos del capítulo. Ver Plano 588-CEL-P-ELE-TI-001 en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos).

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

En las zanjas se instalarán los cables directamente enterrados salvo en los puntos de cruces de vías donde se colocan dentro de tuberías y protegidos por una envolvente de concreto. Se dará preferencia a recorridos paralelos a las vías internas del parque salvo en aquellos casos en que el uso de estos recorridos afecte el comportamiento de los circuitos eléctricos o que obligue a recorridos innecesarios.

### Cimiento del aerogenerador

Las fundaciones de los aerogeneradores serán zapatas de concreto cilíndrico acorde con las dimensiones del proyecto, cuyas referencias se presentan a continuación.

La base inferior de la losa de fundación se conforma de una base de unas dimensiones estimadas de 5.40 m de diámetro mínimo y 30 cm de espesor. Por debajo de la fundación debe haber una losa de concreto de limpieza de al menos 10 cm.

En las siguientes imágenes fotográficas, se muestran referencias de la construcción de una fundación para generador, mostrando la colocación de la jaula de anclaje y la fundación en su etapa concluida. Cabe mencionar, que estas fundaciones pueden ser de tipo enterrado o sobre superficie.

**Foto 3-12 Construcción de fundaciones para aerogenerador**



*Fuente Sólida, Energías Renovables, 2020*

La profundidad de la cimentación se puede ajustar de acuerdo con las condiciones locales, siempre y cuando se tenga en cuenta la altura total admisible y el nivel de agua subterránea.

Un relleno de suelo permanente sobre la losa de fundación de hasta 10 cm por debajo del borde superior de base forma parte de los cimientos y no debe ser retirado.

La jaula de anclaje será suministrada por el fabricante del aerogenerador, para ser transportada e instalada en obra. La misma está propuesta para el anclaje en el cuerpo de concreto de la fundación para la fijación apernada de la torre. La jaula de anclaje está formada por pernos de anclaje, platos de carga de dispersión y una placa de anclaje. La brida en T de la torre se inserta en los pernos de anclaje y se atornilla.

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

Inicialmente, se hará el despeje de vegetación en los sectores donde se instalarán las fundaciones de los aerogeneradores.

Una vez despejada la zona de trabajo, se procederá a la excavación. Dadas las dimensiones, se debe realizar el sostenimiento de los taludes, a fin de garantizar la seguridad del personal y las instalaciones.

Una vez concluidas las excavaciones de cada fundación, se iniciará la colocación de las bases de concreto previo a la instalación de las armaduras y jaulas de cimentación correspondiente a cada una de las fundaciones. Se tiene previsto utilizar concretos premezclados provenientes de la planta de concreto instalada en el área de proyecto y trasladada al sitio por medio de camiones mezcladores con bomba de proyección.

El concreto se colocará en una sola etapa, para evitar la aparición de juntas, depositándose por medio de bombas, canoas y mangas, en las cuales el camión mezclador vaciará el concreto fresco. La compactación se hará por medio de vibradores de inmersión.

Los encofrados metálicos asegurarán la forma al concreto y se instalarán en coordinación con el avance de su vaciado y su fraguado. Todo elemento asociado al vaciado llegará al terreno en camiones y se almacenarán en obra. Posteriormente se prepararán las respectivas armaduras y moldes colocándose en el lugar de las obras según las definiciones y los requerimientos del proyecto.

Concluida la fundación, se efectuará un relleno con material seleccionado procedente de la excavación, debidamente compactado, hasta 10 cm por debajo del borde superior del pedestal.

Concluida la etapa de compactación se procederá al esparcimiento o retiro del material de relleno sobrante, a la remoción de escombros y retiro de las señalizaciones de protección de la excavación.

**Tabla 3-26 Resumen de magnitudes de obra - Fundaciones de aerogeneradores**

| Elemento asociado       | Volúmenes de obra (m³) |                    |                    |                              |                  |                 | Acero de refuerzo (kg) | Superficie de ocupación (m²) |
|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|
|                         | Excavación en desmonte | Excavación en pozo | Relleno en tierras | Excavación en Tierra Vegetal | Cemento Limpieza | Concreto Armado |                        |                              |
| Fundación Aerogenerador | 20.160,00              | 77.504,00          | 32.480,00          | 10.080,00                    | 2.794,04         | 42.243,04       | 4.857.949,60           | 50.400,00                    |

Fuente PERSAEUS, 2021

Las áreas de trabajo conexas a cada aerogenerador, descritas en la sección 3.2.4.1.5, deben ser preparadas para disponer de superficies libres de obstáculos, con terrenos

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

planos para cumplir su función de recibir y armar los equipos de construcción y almacenar los materiales a ser instalados.

La construcción incluye excavación y relleno, asegurando al mismo tiempo una adecuada capacidad de carga del suelo en relación con la topografía natural del lugar. Teniendo en cuenta las condiciones y necesidades para el montaje de los aerogeneradores, las plataformas serán planas, sin pendiente y en lo posible ubicadas sobre terraplenes o cortes mínimos. La plataforma debe coincidir con la cota de la vía. El material sobrante podrá ser utilizado para nivelar terrenos de las mismas plataformas o vías internas, siempre y cuando cumpla con las especificaciones exigidas.

Las magnitudes de obra para la totalidad de los generadores, incluyendo los movimientos de tierra para la preparación y nivelación de las plataformas propias del cada aerogenerador, según las dimensiones descritas en la sección 3.2.4.1.5, se muestran a continuación.

**Tabla 3-27 Resumen de magnitudes de obra de movimiento de tierras – aerogenerador plataformas**

| Elemento asociado | Volúmenes de obra (m <sup>3</sup> ) |                    |                              |                    |               |                   |                 |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|---------------|-------------------|-----------------|
|                   | Excavación                          | Relleno en tierras | Excavación en Tierra Vegetal | Excavación en pozo | Piedra Picada | Concreto Limpieza | Concreto Armado |
| Plataformas       | 339.515,24                          | 211.523,95         | 91.944,02                    |                    | 45.972,01     |                   |                 |
| Cimentación WTG   | 20.160,00                           | 32.480,00          | 10.080,00                    | 77.504,00          |               | 2.749,04          | 42.243,04       |
| TOTALES           | 359.675,24                          | 244.003,95         | 102.024,02                   | 77.504,00          |               | 2.749,04          | 42.243,04       |

*Fuente PERSAEUS, 2021*

En el documento identificado como 588-CEL-D-CIV-MC-001 incluido en el Anexo 3 Descripción Proyecto (A-Definición de Firmes) se detallan las cantidades de movimientos de tierra presentados en la tabla anterior.

### Izado y ensamblaje de aerogenerador

Las obras estructurales civiles se relacionan con el izado de las unidades, una vez las fundaciones hayan sido construidas y la jaula de anclaje colocada en forma alineada en la base de las torres.

Para ello, y en función de las dimensiones de las torres y equipos, se hará uso extensivo de las grúas telescópicas de gran alcance propuestas para la obra.

A continuación, se presentan algunas imágenes que ilustran el proceso de montaje de aerogeneradores similares a los que se instalarán en este proyecto.

**Foto 3-13 Área de ensamblaje de grúa en plataforma de cada aerogenerador***Fuente NORDEX, 2020***Foto 3-14 Ensamblaje de torres para de cada aerogenerador***Fuente NORDEX, 2020*

Los pasos constructivos serán los siguientes:

- Ensamblaje de la grúa en la plataforma prevista para tal fin en las plataformas de cada punto de implantación de las unidades generadoras. Las plataformas deberán estar completamente niveladas y las obras civiles concluidas antes del inicio del ensamblaje de la grúa.
- Una vez verificada la nivelación precisa de las bases y los pernos de anclaje, se procede al izado de la primera base de la torre, utilizando la grúa.

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

- Una vez asegurado la nivelación se procede al apernado de cada uno de los anclajes hasta concluir la fase de base, etapa 1.
- Subsiguientemente se irán colocando las distintas secciones de los postes, asegurando el alineamiento vertical, y con la amplia utilización de la grúa.
- Con la revisión detallada se procederá al montaje de la góndola y las palas.
- Respecto a las palas, estarán almacenadas temporalmente en plataforma prevista para tal fin, donde se colocarán horizontalmente sobre soportes hasta el momento de izado, instalación, alineamiento y confirmación.
- Una vez instalado con verificación precisa el aerogenerador se procederá a asegurar las conexiones eléctricas, de puesta a tierra, de balizaje y demás elementos hasta dar por concluida la instalación.
- Al concluir la instalación, la grúa podrá ser desmantelada, parcial o totalmente para su movilización hacia el siguiente punto de instalación de los aerogeneradores.

✓ Instalaciones de apoyo y cerramientos

Para el Parque Eólico Casa Eléctrica se tiene prevista la instalación de 2 torres de medición meteorológica, según se indica en el plano: 588-CEL-P-CIV-IM-001 (Hojas 1 a 7) del Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos).

Los sistemas o casetas de control o vigilancia estarán únicamente asociadas a las instalaciones como el campamiento y acopio de material y maquinaria, Planta de concreto.

En términos generales, los parques eólicos no contemplan cerramientos del perímetro del mismo, ni las unidades generadoras requieren limitación perimetral de acceso. El acceso a los equipos se lleva a cabo a través de puertas de acceso controladas en las torres, sin requerir otras acciones de aislamiento físico.

Respecto a los campamentos y plantas, se podrá establecer un cerramiento mediante cerca tipo mallada, en casos que, a juicio de los contratistas, se comprometa la seguridad de material de reducidas dimensiones, de factible o fácil extracción.

Únicamente se contempla muro perimetral o cercado a la subestación eléctrica, debido a la seguridad que el nivel de tensión involucra. No obstante, dicha instalación forma parte de un proceso de evaluación ambiental independiente y forma parte del Proyecto de Evacuación de Energía del Parque Eólico Casa Eléctrica.

#### 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:

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

- 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 envolvente de concreto en los casos donde se ejecutan cruces a vías y cuerpos de agua.

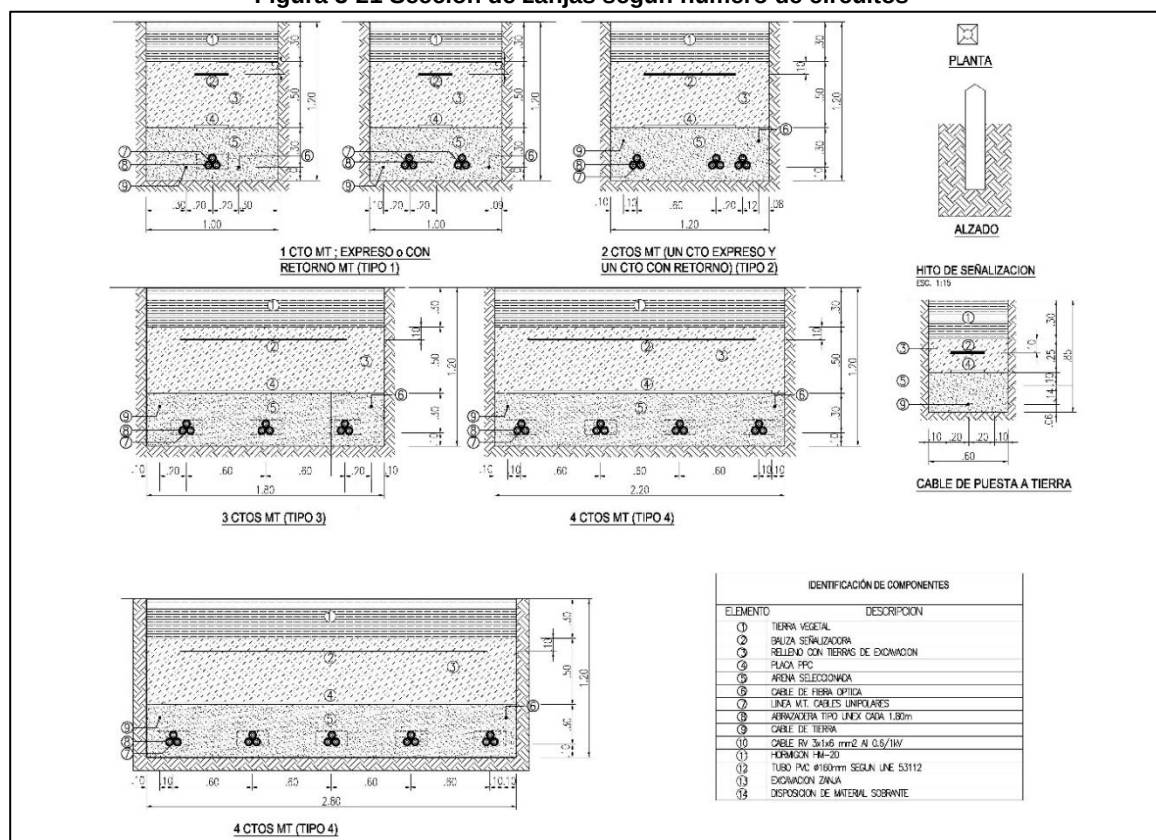
Las zanjas serán de cinco tipos de acuerdo con el número de circuitos a ser instalados en la misma.

**Tabla 3-28 Características técnicas de las zanjas**

| Zanja Tipo | No. De circuitos | Ancho (m) | Profundidad (m) |
|------------|------------------|-----------|-----------------|
| Tipo 1     | 1                | 1         | 1,2             |
| Tipo 2     | 2                | 1         | 1,2             |
| Tipo 3     | 3                | 1,60      | 1,2             |
| Tipo 4     | 4                | 2,20      | 1,2             |
| Tipo 5     | 5                | 2,80      | 1,2             |

*Fuente PERSAEUS, 2021*

Figura 3-21 Sección de zanjas según número de circuitos



Fuente PERSAEUS, 2020

Para su construcción se ejecutarán las siguientes acciones:

- Excavación de la zanja de acuerdo a la Figura 3-21, cuyos planos de detalle se encuentran en el Anexo 3 Descripción proyecto (B-Planos). El tipo de zanja requerida depende del tipo según el número de circuitos.
- 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 discurra por terreno agrícola esta capa se sustituirá por tierra vegetal.

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

La capa vegetal removida será almacenada temporalmente en zonas no afectadas por los movimientos de tierra mientras es reutilizada en reconformación 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.

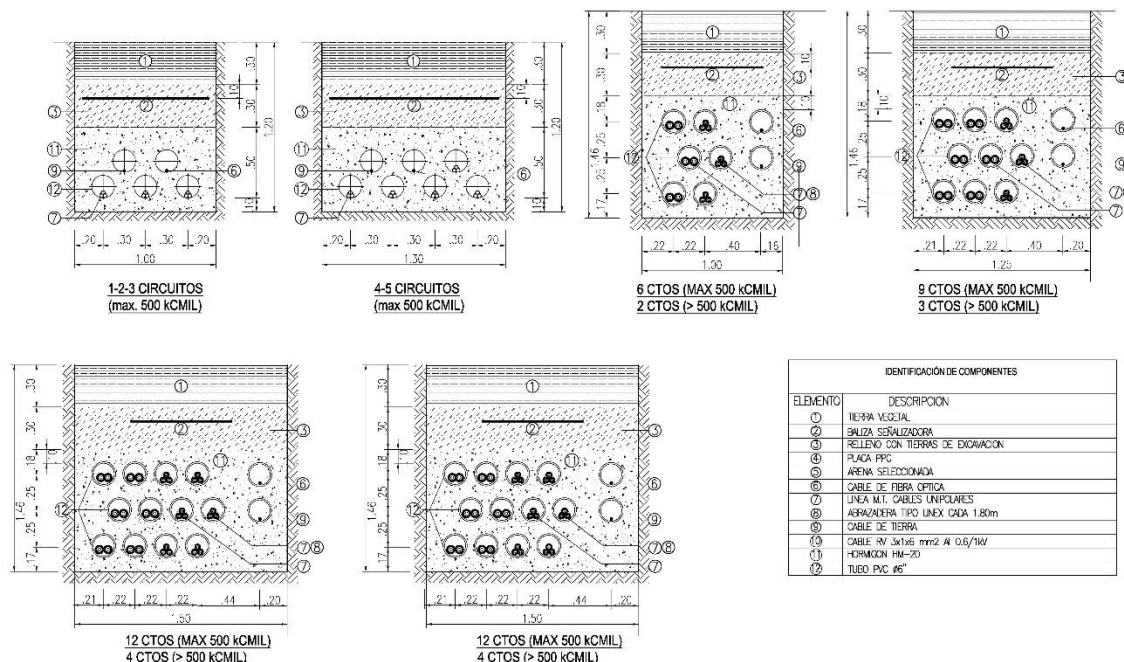
Los bancos de ductos para electricidad serán de dos tipos. Se establece un criterio de reserva de manera de facilitar cualquier requerimiento futuro sin tener que recurrir a la re-ejecución de obras civiles. Se dispondrá de uno de los tubos para el pase del cable de fibra óptica de comunicaciones. Los tipos de bancos de ductos previstos se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 3-29 Características técnicas de bancadas en ductos para cruzamientos**

| Banco de ductos | No. máximo De circuitos                             | Ancho (m) | Profundidad (m) | Número de tubos PVC |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------|-----------------|---------------------|
| Tipo 1          | 3 ctos ( ≤ 500 kCMIL)                               | 1,00      | 1,20            | 5                   |
| Tipo 2          | 5 ctos ( ≤ 500 kCMIL)                               | 1,30      | 1,20            | 7                   |
| Tipo 3          | 6 ctos ( ≤ 500 kCMIL) / ó<br>2 ctos ( > 500 kCMIL)  | 1         | 1,46            | 8                   |
| Tipo 4          | 9 ctos ( ≤ 500 kCMIL) / ó<br>2 ctos ( > 500 kCMIL)  | 1,25      | 1,46            | 11                  |
| Tipo 5          | 12 ctos ( ≤ 500 kCMIL) / ó<br>3 ctos ( > 500 kCMIL) | 1,50      | 1,46            | 14                  |

*Fuente PERSAEUS, 2021*

Figura 3-22 Sección típica de bancos de ductos para uso eléctrico



Fuente PERSAEUS, 2020

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

Las magnitudes de obra estimadas para las zanjas y bancadas eléctricas se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 3-30 Resumen de magnitudes de Obra – Zanjas y bancadas eléctricas

| Obra Civil                              | Excavación (m³) | Relleno en tierras(m³) | Excavación en Tierra Vegetal (m³) | Arena de relleno (m³) | Concreto simple (m³) |
|-----------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Zanjas                                  | 71.305,36       | 34.783,10              | 12.174,09                         | 27.826,48             |                      |
| Bancadas eléctricas para cruce vial     | 1.664,10        | 623,11                 | 311,56                            |                       | 842,54               |
| Bancadas eléctricas para cruce de cauce | 13.996,08       | 5.601,00               | 1.120,20                          |                       | 6.392,51             |
| Totales                                 | 86.965,53       | 41.007,21              | 13.605,84                         | 27.826,48             | 7.235,05             |

Fuente PERSAEUS, 2021

#### ✓ 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

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

las mayores corrientes. Las características básicas con una temperatura de operación de 90° C, un (1) metro de profundidad, y una resistividad térmica del terreno de 1,5 km/W, serán:

**Tabla 3-31 Características técnicas de los cables de media tensión**

| Cable tipo | Calibre | mm <sup>2</sup> | R(Ω/km) | X(Ω/km) | I <sub>max</sub> (A) |
|------------|---------|-----------------|---------|---------|----------------------|
| Tipo 1     | 2/0     | 67,44           | 0,5469  | 0,1764  | 168,39               |
| Tipo 2     | 4/0     | 107,20          | 0,3440  | 0,1666  | 219,30               |
| Tipo 3     | 250kCM  | 167,70          | 0,2936  | 0,1611  | 238,88               |
| Tipo 4     | 350kCM  | 177,30          | 0,2184  | 0,1526  | 289,78               |
| Tipo 5     | 500kCM  | 253,40          | 0,1601  | 0,1451  | 490,00               |
| Tipo 6     | 750kCM  | 380,00          | 0,1019  | 0,1362  | 430,76               |
| Tipo 7     | 1000kCM | 506,70          | 0,0764  | 0,1302  | 497,33               |

*Fuente PERSAEUS, 2021*

#### ✓ Sistema de Puesta a tierra

A lo largo de todas las zanjas se colocará un cable de cobre desnudo de calibre no menor a 50mm<sup>2</sup>, de acuerdo con la normativa RETIE, por lo que se ha definido el uso de un cable calibre No. 1/0 (50mm<sup>2</sup>). Este cable recorrerá todas las zanjas y se conectará al sistema de puesta a tierra de cada aerogenerador, en los gabinetes eléctricos y en puntos selectos a lo largo de la red. Existirán interconexiones redundantes en puntos estratégicos para brindar seguridad ante cualquier evento puntual en el sistema. Los planos del proyecto (ver Anexo 3 Descripción proyecto/B-Planos) establecen el recorrido esquemático del sistema de puesta a tierra. Dicho cable se coloca dentro de las zanjas por lo que las obras de movimiento de tierras y civiles se encuentran ya incluidas en las cantidades previamente establecidas para zanjas.

#### ✓ Sistema de Comunicaciones

La red de comunicaciones utilizará igualmente las zanjas de cables de media tensión, que incorporan una fibra óptica según se muestra en los detalles de secciones de zanjas, incluidos en los planos del proyecto y en el esquema de conexión, incluidos en los planos del Anexo 3 Descripción (B-Planos). Los cables de comunicaciones llevarán la data proveniente de cada aerogenerador hasta el centro principal de comunicaciones SCADA a ubicarse en la Subestación eléctrica. Existirán interconexiones redundantes en puntos estratégicos para brindar seguridad ante cualquier evento puntual en el sistema. Los planos del proyecto establecen el recorrido esquemático del sistema de comunicaciones. Igual que la red de tierras, los cables se colocan dentro de las zanjas por lo que las obras de movimiento de tierras y civiles se encuentra ya incluidas en las cantidades establecidas para zanjas.

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

#### 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.
- 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.

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

- 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.

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.

Las protecciones de este sistema se encuentran en dos niveles:

- Nivel 1, ubicado en cada unidad y que detecta y actúa sobre cualquier anomalía operativa a nivel de cada aerogenerador.
- Nivel 2, ubicado en las celdas de protección de cada circuito que se encuentran en cada una en la subestación.

Durante la fase de operación, se estarán monitorizando permanentemente las protecciones eléctricas y la operatividad continua de los aerogeneradores.

#### 3.2.4.2.3. Potencia a 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

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

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.

#### 3.2.4.2.4. Actividades y procesos a 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.

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

- 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 re-establecimiento 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. Características de la infraestructura, equipos e insumos

La operación del parque eólico no requiere de obras físicas de envergadura, siendo su operación un sistema principalmente dictado por la gestión electrónica de control que brinda el sistema SCADA. En este sentido, los equipos se basan en sistemas electrónicos de computación, software específico de operación y disponibilidad de la red de comunicaciones instalada.

Labores de operación y maniobra de los equipos y celdas de control implican el uso de herramientas típicas de sistemas eléctricos; ello incluye equipos supervisores, como sistemas de detección térmica, telurómetros, equipos electrónicos de medición, planta de emergencia de ACPM de 10KVA. Este tipo de plantas tienen tanques de combustible de 10 a 15 galones. Esta se ubicará en la zona de campamento.

Respecto a la protección personal del personal, éste deberá estar provisto de equipos de seguridad; lentes, cascos, guantes, botas, protectores auditivos, protección respiratoria y arnés de seguridad, entre otros.

Finalmente, para llevar a cabo las labores de supervisión, el personal deberá realizar inspecciones periódicas en toda el área del parque por lo que se requerirá en forma permanente la presencia de camionetas y vehículos para traslado de personal en caso de requerir alguna obra física.

La necesidad de equipo complementario como camiones de carga, equipo de excavación entre otros, se determinará según los requerimientos que dicten las inspecciones periódicas. Por ello, estará disponible un conjunto de vehículos para mantenimiento; principalmente se requerirá lo siguiente:

- Camión volqueta.
- Miniexcavadora.
- Equipos de compactación manual.
- Compresor móvil para obras civiles.
- Camión cisterna (Para riego de los caminos durante tránsito de vehículos del proyecto).

Los equipos y vehículos mayores de mantenimiento serán coordinados con el sistema de evacuación de energía para optimizar la cantidad de vehículos y equipos requeridos.

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

#### 3.2.4.2.6. Mecanismos para evitar sobrecargas mecánicas y eléctricas

Los aerogeneradores poseen un completo equipamiento y accesorios para proveer la seguridad personal y de la turbina y garantizar un funcionamiento estable. Toda la turbina está diseñada de acuerdo con protocolos de seguridad de operación y certificada según las normas IEC.

En caso de excederse los parámetros operativos a la seguridad de la turbina, la turbina eólica se detendrá inmediatamente y se colocará en un estado seguro. Dependiendo de la causa de la desconexión, se activarán diferentes programas de freno. En caso de causas externas como velocidades excesivas del viento (Cut off wind) o si la temperatura de funcionamiento se encuentra fuera del rango de operación, el rotor frena suavemente por medio del ajuste de las palas del rotor.

Referente a eventos externos como son las descargas atmosféricas, las unidades poseen un sistema de protección contra descargas acorde con las normativas IEC, con bajantes expresos y sistema de puesta a tierra firme.

#### 3.2.4.2.7. 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:

##### 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:

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

- 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.
- 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.

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

- Pruebas de rendimiento de la turbina.
- Funcionamiento general de la turbina.
- Pruebas de cargabilidad.

#### 3.2.4.2.8. 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.

#### 3.2.4.3. Infraestructura asociada al proyecto

Adicional a las plataformas y áreas de construcción asociados a cada aerogenerador, descritas en la sección 3.2.4.1.5 numeral (v) 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) cuyas dimensiones se resumen en la [Tabla 3-32](#) de esta sección.

- Zona de taller y área de resguardo de maquinarias, equipos y materiales

#### Resumen General de áreas de ocupación

A partir de la estimación de superficies requeridas para las obras permanentes y temporales, se puede establecer una cuantificación general de las áreas de ocupación requeridas para el proyecto Eólico Casa Eléctrica. Estas áreas incluyen los taludes de nivelación de las superficies de trabajo. Al sumar las superficies de los aerogeneradores con las áreas temporales se obtiene una superficie total de intervención de 152,2391 ha.

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

Tabla 3-32 Cuantificación de áreas de ocupación Obra P.E. Casa Eléctrica

| Identificación del componente                                                                                                                     | Cantidad de elementos | Superficie total de ocupación incluyendo taludes de nivelación (Hectáreas) |            |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
|                                                                                                                                                   |                       | Temporal                                                                   | Permanente | Total    |
| Fundaciones                                                                                                                                       | 56                    | 2.4918                                                                     | 3.9582     | 6.4500   |
| Plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente)                                                                                     | 56                    |                                                                            | 12.9000    | 12.9000  |
| Zona de acopio de palas (temporal)                                                                                                                | 56                    | 20.9620                                                                    |            | 20.9620  |
| Zona de acopio nacelle, torre, etc. (temporal)                                                                                                    | 56                    | 6.7200                                                                     |            | 6.7200   |
| Zona libre de obstáculos para armado de grúa                                                                                                      | 56                    | 9.4640                                                                     |            | 9.4640   |
| Zona total de campamentos, oficina, servicios, taller, almacén de combustibles maquinaria y acopio provisional de material proveniente de la obra | 1                     | 9.9456                                                                     |            | 9.9456   |
| Zona planta de concreto                                                                                                                           | 1                     | 1.5963                                                                     |            | 1.5963   |
| Zona acopio de material de excavación (ZODME 1)                                                                                                   | 1                     |                                                                            | 2.4041     | 2.4041   |
| Zona acopio de material de excavación (ZODME 2)                                                                                                   | 1                     |                                                                            | 7.1225     | 7.1225   |
| Área de ocupación total de vías                                                                                                                   | 1                     |                                                                            | 67.0713    | 67.0713  |
| Zanjas eléctricas                                                                                                                                 | S.G.                  |                                                                            | 7.1041     | 7.1041   |
| Torres meteorológicas                                                                                                                             | 2                     |                                                                            | 0.4992     | 0.4992   |
| Superficie total de ocupación (m²)                                                                                                                |                       | 51,1797                                                                    | 101,0594   | 152,2391 |
|                                                                                                                                                   |                       | 152,2391                                                                   |            |          |

Fuente PERSAEUS, 2021

#### 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.

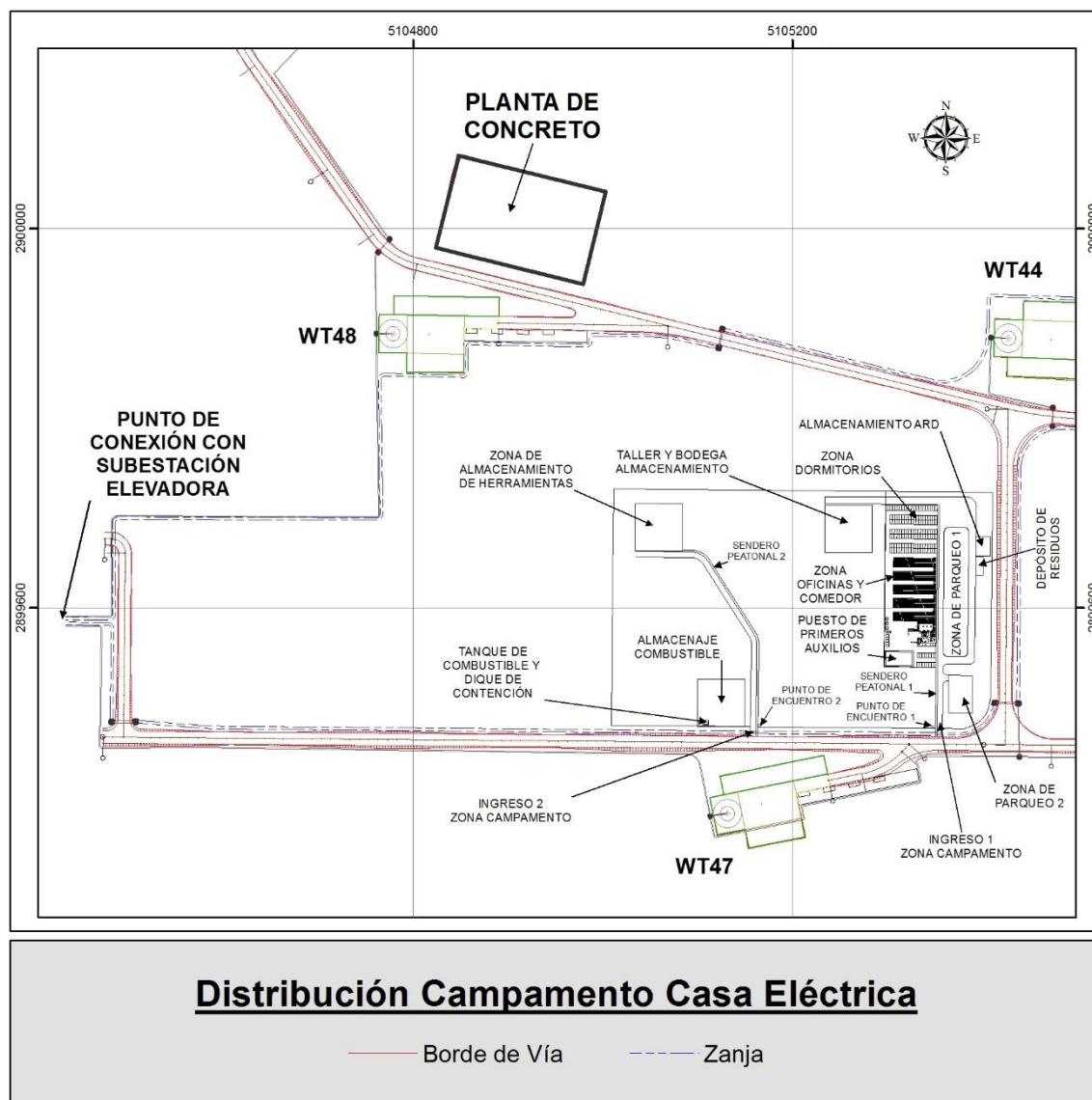
El campamento estará dotado de los servicios básicos para su operatividad, e incluye áreas de uso público como comedor, dormitorios, áreas de servicio, áreas de esparcimiento y estacionamiento, zonas de almacenaje, áreas cerradas de oficina y zonas de resguardo (almacén, servicios médicos, salas de reunión 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.

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

En el numeral 3.2.5, se describe cómo se va a realizar el almacenamiento de combustibles (ACPM y gasolina) y sustancias peligrosas, las cuales estarán ubicadas en la zona de campamentos y acopio.

Por su parte, en el numeral 3.2.8 se describe la recolección de aguas residuales que se tiene prevista para las diferentes actividades del proyecto, teniendo en cuenta que se entregará a un tercero autorizado quien se encargará del transporte, tratamiento y disposición final.

**Figura 3-23 Ubicación de áreas temporales de campamento y Subestación eléctrica**



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021.

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

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 según las coordenadas indicadas en la Tabla 3-33. Su ubicación se muestra en forma general en la Figura 3-23 y en mayor detalle en la Figura 3-9. Estas áreas representan zonas adecuadas para este fin, existiendo adicionalmente zonas para el almacenamiento específico de sustancias químicas y herramientas.

**Tabla 3-33 Coordenadas de Campamento y Proyectos de evacuación de energía**

| Identificación                                                                                                                                           | Vértices   | Coordenadas Origen Único Nacional |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                          |            | Norte                             | Este         |
| <b>Campamento Casa Eléctrica</b>                                                                                                                         | <b>P1</b>  | 2.899.725,63                      | 5.105.011,28 |
|                                                                                                                                                          | <b>P2</b>  | 2.899.722,14                      | 5.105.410,64 |
|                                                                                                                                                          | <b>P3a</b> | 2.899.505,88                      | 5.105.408,74 |
|                                                                                                                                                          | <b>P3b</b> | 2.899.472,81                      | 5.105.379,82 |
|                                                                                                                                                          | <b>P4</b>  | 2.899.476,02                      | 5.105.009,09 |
| <b>Subestación Casa Eléctrica</b><br>(esta infraestructura no es del alcance de este EIA) Sólo se indica el punto de conexión con la línea de evacuación | <b>PL</b>  | 2.899.639,55                      | 5.104.288,26 |

Fuente PERSAEUS, 2021

#### 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

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

almacén de insumos y maquinaria), así como la facilidad de acceso de vehículos con material para disponer.

Los perímetros de las ZODMEs se definen por la poligonal creada contra el terreno en su topografía natural; sin embargo, se puede considerar que estén contenidas dentro de los siguientes polígonos (no ocupándolos en su totalidad):

**Tabla 3-34 Coordenadas de las Zodmes**

| Identificación | Vértices | Coordenadas Origen Único Nacional |              |
|----------------|----------|-----------------------------------|--------------|
|                |          | Este                              | Norte        |
| ZODME 1        | P1       | 5.105.954,70                      | 2.900.515,61 |
|                | P2       | 5.105.972,15                      | 2.900.622,19 |
|                | P3       | 5.106.239,59                      | 2.900.578,41 |
|                | P4       | 5.106.222,14                      | 2.900.471,83 |
| ZODME 2        | P1       | 5.105.787,54                      | 2.900.084,58 |
|                | P2       | 5.106.125,05                      | 2.900.029,32 |
|                | P3       | 5.106.162,53                      | 2.900.258,28 |
|                | P4       | 5.105.825,02                      | 2.900.313,53 |

*Fuente PERSAEUS, 2021.*

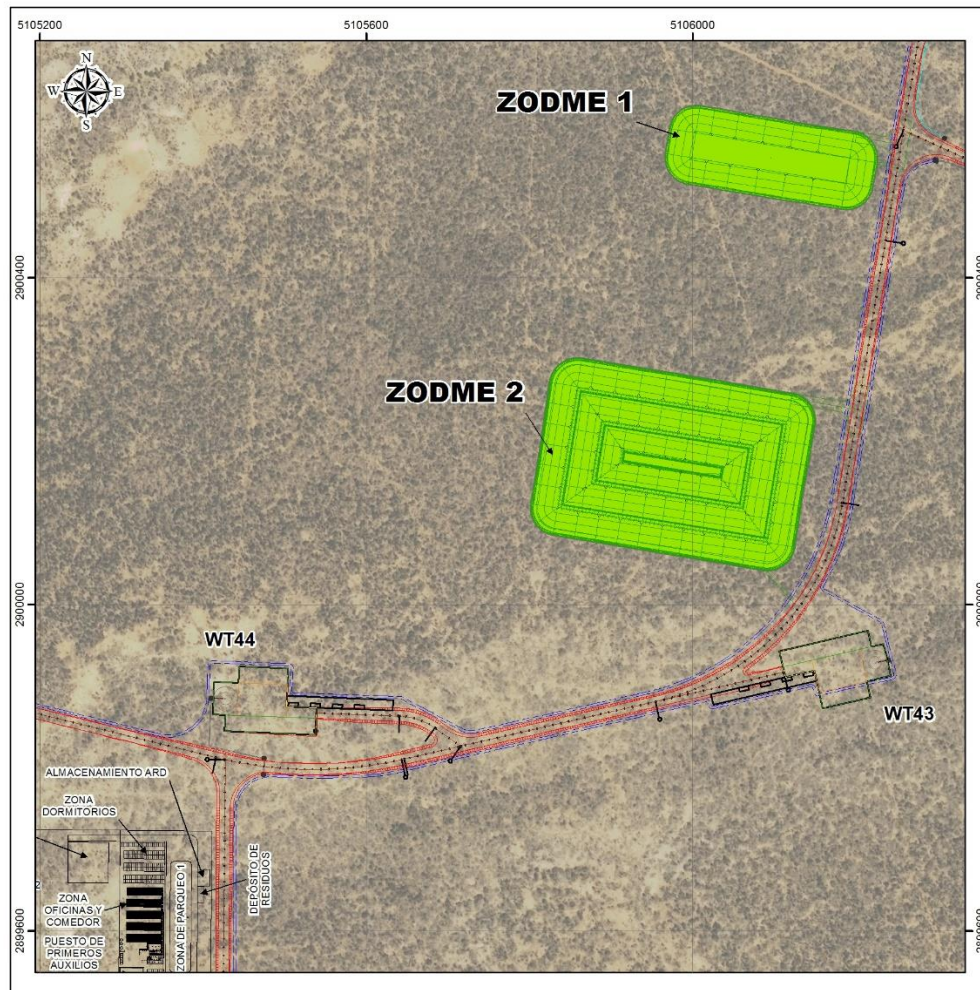
Igualmente, para seleccionar la ubicación definitiva se verificaron adecuadas características geológicas (como buena capacidad portante del suelo y estabilidad), y se evitaron las viviendas y otra infraestructura. Todo esto, con el fin de asegurar la minimización de los impactos sobre los terrenos seleccionados 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 3-24 Ubicación general de ZODMES



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021.

Su ubicación relativa a las vías y otras instalaciones del Proyecto se muestra en la siguiente figura del sector sur del Parque Eólico donde se encontrarán las áreas de servicio: Planta de Concreto, Campamento y ZODME.



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

### 3.2.4.3.3. Fuentes de Materiales

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

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. En la Tabla 3-35 se presentan los proveedores de materiales de construcción que pueden ser utilizados en el desarrollo del proyecto (Ver Anexo Correspondencia con entidades/1-CorpoGujira/E-Empresas autorizadas).

**Tabla 3-35 Listado de proveedores de materiales**

| Licencia o Plan de Manejo | Resolución No. | Fecha de Expedición | Estado Autori. Vigente | Titular de la Autorización                      | Identificación    | Mineral(es) Autorizado(s)  | Ubicación Mina                  |
|---------------------------|----------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Licencia Ambiental        | 2046           | 15/08/2008          | SI                     | C.I. GRODCO S C.A. INGENIEROS CIVILES           | NIT: 860506688-1  | Materiales de Construcción | Cotoprix, Riohacha-La Guajira   |
| Licencia Ambiental        | 3034           | 23/12/2010          | SI                     | LA MACUIRA-INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES S.A.    | NIT: 0825000164-2 | Materiales de Construcción | Ebanal, Riohacha-La Guajira     |
| Licencia Ambiental        | 1926           | 04/08/2008          | SI                     | MINERA LA MILAGROSA                             | NIT: 36532019-9   | Materiales de Construcción | Cuestecitas, Albania-La Guajira |
| Licencia Ambiental        | 907            | 12/05/2010          | SI                     | AGREGADOS DE LA SIERRA                          | NIT: 71627083-3   | Materiales de Construcción | Matitas, Riohacha-La Guajira    |
| Licencia Ambiental        | 2105           | 23/09/2010          | SI                     | CANTERAS DEL SUR DE LA GUAJIRA LTDA-C.S.G. LTDA | NIT: 900228871-3  | Materiales de Construcción | Hatonuevo - La Guajira          |
| Licencia Ambiental        | 3385           | 30/12/2008          | SI                     | AGREGADOS RIO NEGRO                             | NIT: 12554092-9   | Materiales de Construcción | Palomino, Dibulla - La Guajira  |
| Plan de Manejo Ambiental  | 1535           | 29/07/2011          | SI                     | RAMON VIECCO ARIZA                              |                   | Materiales de Construcción | Matitas, Riohacha-La Guajira    |
| Plan de Manejo Ambiental  | 1537           | 29/07/2011          | SI                     | ALVARO RAFAEL BARRIOS BENJUMEA                  | NIT: 84028286-2   | Materiales de Construcción | Campana, Dibulla - La Guajira   |

Fuente: CORPOGUAJIRA. Oficio Rad: SAL-288, 2021.

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

#### 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 del mismo. 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 m<sup>3</sup>/día
- Operación estimada de 6h/día como condición media y pico máximo de 15h/día

Los componentes básicos de la planta de concreto son las siguientes:

- Báscula para agregados, contando con dos (2) tolvas básculas para agregados con capacidad de 5,5m<sup>3</sup> c/u
- Banda transportadora inclinada de 24" de ancho aproximado, accionado por motorreductor de 8,9kW para el transporte de los agregados (dimensiones variables de acuerdo a disponibilidad en el mercado).
- Báscula para cemento, de 3000kg de capacidad, soportada sobre celdas de acero inoxidable y contando con un motovibrador y válvula con actuador neumático para la descarga del cemento.
- Línea para agua, formado por un sistema de dosificación de agua con sensores de flujo, sistema de tuberías galvanizadas, motobomba eléctrica, motobomba auxiliar y sistema de mangueras para lavado general.
- Línea Neumática, basada en un compresor móvil para obras civiles de 3,7kW con tanque de 60 galones, cilindros neumáticos y electroválvulas; todo ensamblado bajo normas internacionales.
- Silo (s) Vertical (es) para almacenamiento de cemento fabricado de láminas de acero, con salida cónica y dosificación controlada. Dispone de tapa de inspección, sistema de escalera y barandas para facilitar la segura inspección.
- Sistema de Control Automático previsto para asegurar la dosificación, control y registro de la operación detallada del sistema, permitiendo el reporte periódico de producción según los requerimientos de la obra.
- Cabina de operación que permite disponer de un punto estratégico para el comando y operación de la 'planta, con sistemas electrónicos de computación y consolas de mando.

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

- Sistema de transporte, que cuenta con un eje rígido de cuatro llantas, sistema de frenos, válvula de presión, luces de navegación y cunetas de acople rápido y “kinpin” para conexión transporte.
- Tanques de aditivos. Se prevén dos tanques con capacidad estimada de 22.000 litros cada uno y tendrán sistema de contención secundaria. Estas dimensiones podrán ser ajustadas por la ingeniería de detalle del proyecto.
- Tanque de agua
- Generador

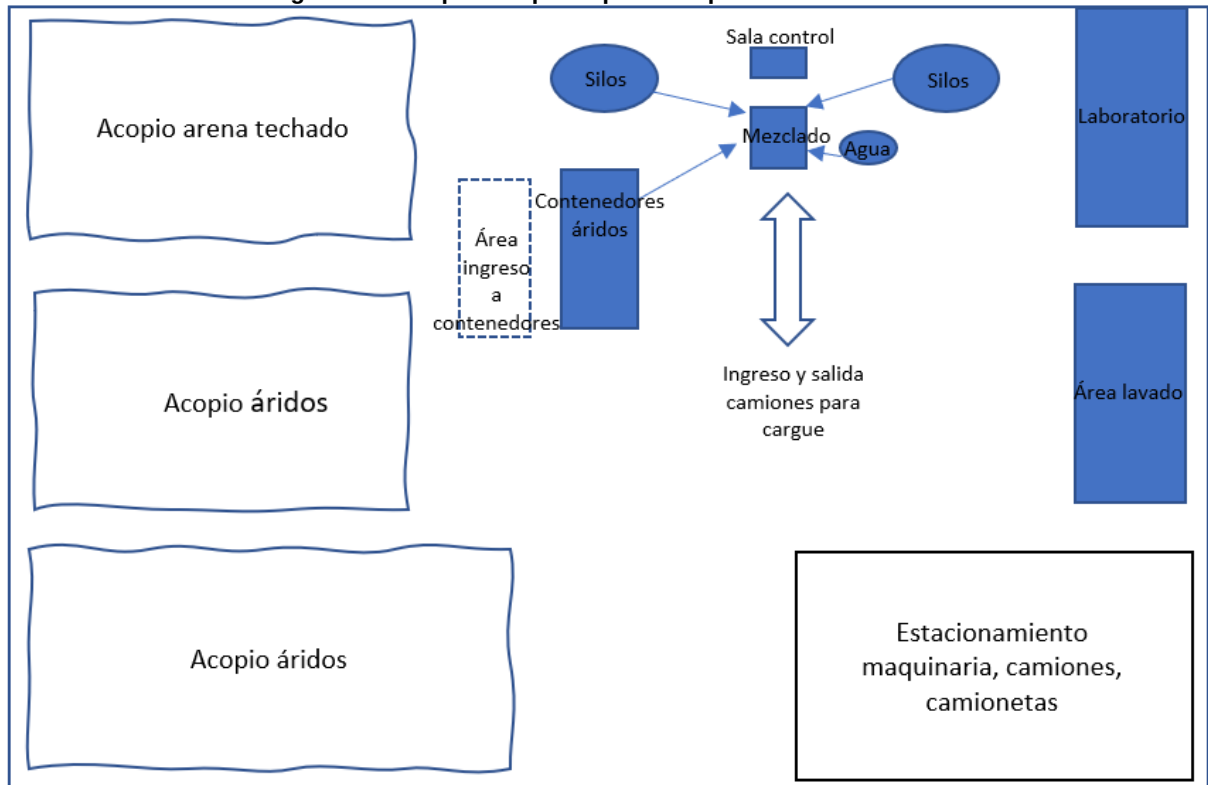
El área propuesta dispone de espacio suficiente para contar con áreas dentro de la Planta de concreto para los insumos de la mezcla. La disposición de esta zona destinada para la planta de concreto tendrá como mínimo:

- 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.

Un esquema general de la posible disposición de la planta de concreto se presenta en la siguiente figura:

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

**Figura 3-26 Esquema tipo disposición planta de concreto**

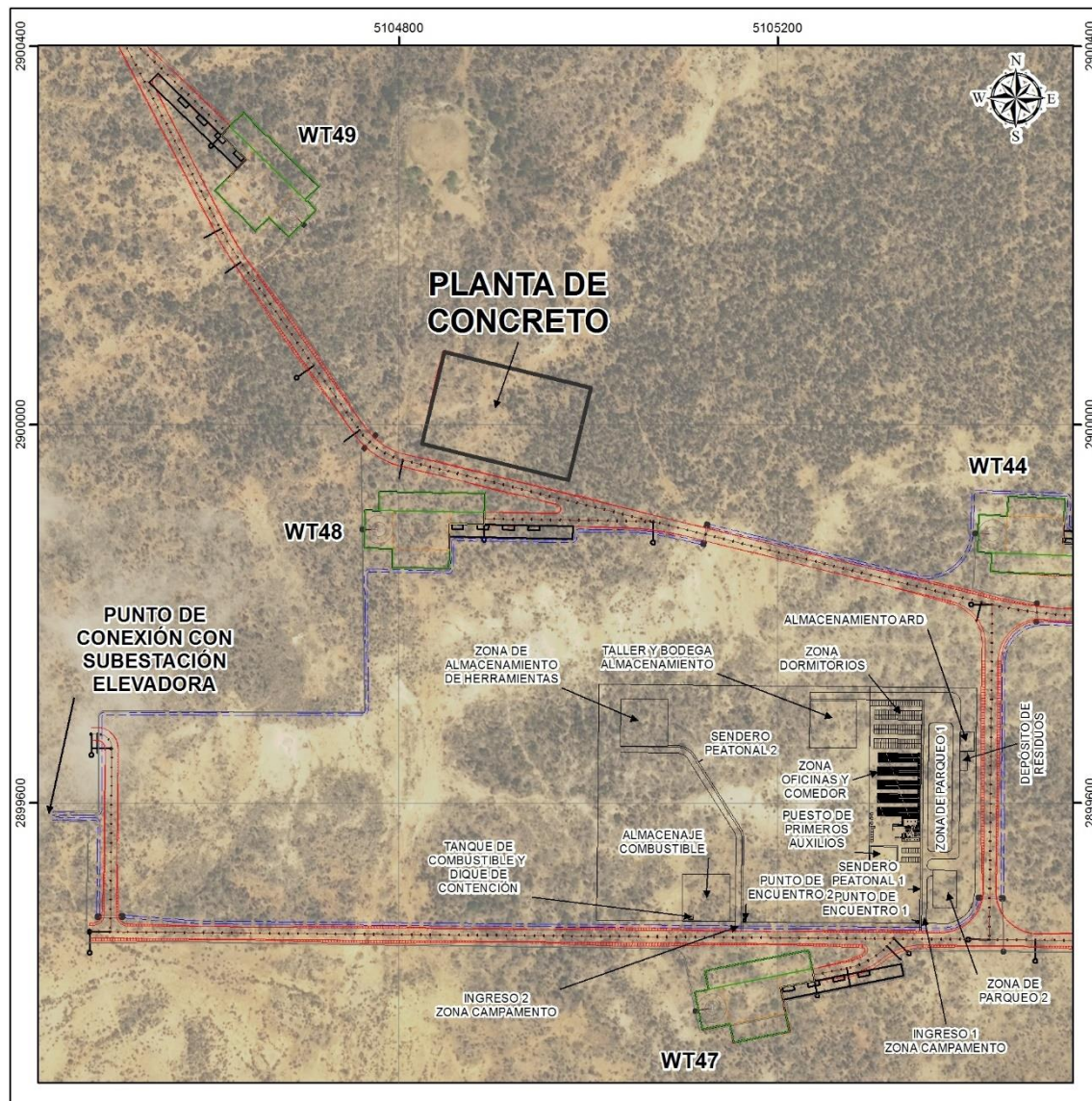


*Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.*

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.

Figura 3-27 Ubicación de Planta de concreto



Fuente AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021

La Planta de concreto se localizará en la zona sureste del Parque Eólico según las coordenadas siguientes.

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

**Tabla 3-36 Coordenadas de la Planta de Concreto**

| Identificación     | Vértices | Coordenadas Origen Único Nacional |           |
|--------------------|----------|-----------------------------------|-----------|
|                    |          | Norte                             | Este      |
| Planta de Concreto | P1       | 5.104.823                         | 2.899.979 |
|                    | P2       | 5.104.847                         | 2.900.076 |
|                    | P3       | 5.105.002                         | 2.900.038 |
|                    | P4       | 5.104.979                         | 2.899.941 |

Fuente PERSAEUS, 2021.

Se estima que se requerirán 52.000 m<sup>3</sup> de concreto para las fundaciones de los 56 aerogeneradores, previéndose adicionalmente 7.800 m<sup>3</sup> para obras civiles complementarias y desperdicio, totalizando 59.800 m<sup>3</sup> de concreto que sería producido por la planta de concreto.

Se estiman las siguientes cantidades aproximadas de insumos para uso en la planta de concreto durante la fase de construcción:

- Cemento 20.332 m<sup>3</sup>
- Agregados (Piedra picada) 31.018 m<sup>3</sup>
- Agregados (Arena lavada) 37.495 m<sup>3</sup>
- Agua (Para preparación, curado y lavado) 17.910 m<sup>3</sup>

#### 3.2.4.3.5. Infraestructura de drenajes

Las edificaciones y áreas de trabajo dispondrán de su propio sistema de drenaje para el desagüe de aguas lluvias.

Las vías poseerán un sistema lateral de drenaje que recoge el agua que drena desde la superficie de la vía hacia los laterales de la misma, tal como se describió en la sección 3.2.4.1.

#### 3.2.4.3.6. Cruces de corrientes superficiales

Respecto a cruces con cuerpos de agua, se prevén sistemas hidráulicos de drenaje descritos en la sección 3.2.4.4.

#### 3.2.4.3.7. Infraestructura geotécnica

No se prevén estudios especiales de geotecnia, aparte de las evaluaciones de suelo indispensables para el diseño de las fundaciones y cuyos muestreos forman parte de la fase de ingeniería pre-construcción. Sin embargo, durante la obra, se procederá a realizar evaluaciones puntuales donde las condiciones del terreno lo sugieran. En general, la característica netamente plana de los terrenos hace innecesarias las obras de estabilización de taludes.

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

### 3.2.4.3.8. Infraestructura de suministro de energía

Las obras dispondrán de equipos autónomos para la ejecución de las obras, con un generador eléctrico para cada una de las siguientes zonas: zona de oficinas (200 KVA), planta de concreto (250 KVA), arranque (200 KVA), reserva (200 KVA). Los generadores se montarán sobre una plataforma con contención secundaria impermeables para retener goteos o eventuales pérdidas o derrames de combustible

No se requerirá de generadores para los frentes de trabajo en la obra propiamente dicha, ya que todos los equipos de compactación, construcción de zanjas, cimentaciones, redes de media tensión, etc. utilizarán maquinaria que trabaja con motores de combustión.

### 3.2.4.3.9. Infraestructura de suministro de agua

El proyecto no contempla el uso ni la habilitación de sistemas de aprovechamiento de agua, ni extracción de aguas subterráneas mediante pozos, en ninguna de sus fases dentro del área de influencia del parque eólico.

Para el abastecimiento de la demanda de agua doméstica, potable e industrial del proyecto, se tienen como alternativas el establecimiento de una infraestructura de abastecimiento de agua en el marco del programa Guajira Azul (explicado en mayor detalle en el numeral 3.2.4.3.10), los desarrollos industriales para el suministro del agua a nivel regional que sean implementados y que permitan hacer un uso racional y eficiente del agua, así como otras fuentes convencionales de suministro en la región que se encuentren autorizadas.

De todos modos, el agua debe ser adquirida por medio de empresas, desarrollos industriales o proyectos de suministro que cuenten con todos los permisos ambientales y/o sanitarios respectivos, incluyendo el traslado a los frentes de trabajo con carro tanques y almacenamiento en tanques dispuestos para ello, cumpliendo con todas las normativas que exijan las autoridades ambientales. En la Tabla 3-37 se muestra listado de proveedores que disponen de las licencias tanto ambientales como legales para su función en el suministro de agua potable, y en la Tabla 3-38 el listado de proveedores de agua para consumo humano en agua envasada para la construcción del proyecto (ver Anexo Correspondencia con entidades/1-Corpoguajira/E-Empresas autorizadas).

**Tabla 3-37 Listado de empresas de servicio público para abastecimiento de agua potable**

| Empresa                                                               | Municipio            |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Avanzadas Soluciones de Acueducto y Alcantarillado S.A. E.S.P. (ASAA) | Distrito de Riohacha |
| Aguas de la Península S.A E.S.P.                                      | Maicao               |
| Triple A de Uribia                                                    | Uribia               |
| Triple A de Manaure                                                   | Manaure              |
| Aguas de Dibulla S.A. E.S.P.                                          | Dibulla              |

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

|                                                                                                  |                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Aguas de Albania – Aguas de la Península                                                         | Albania                                                                     |
| Acueducto del municipio de Urimita-Operado por Cooperativa Aguas de Urimita LTDA E.S.P. (AGUAUR) | Urimita                                                                     |
| Acueducto del municipio de La Jagua del Pilar – EMPILAR                                          | La Jagua del Pilar                                                          |
| Aguas Total S.A E.S.P.                                                                           | Villanueva, El Molino, Fonseca, San Juan del Cesar, Distracción y Hatonuevo |

Fuente: CORPOGUAJIRA. Oficio Rad: SAL-288, 2021.

**Tabla 3-38 Listado de proveedores de agua para consumo humano (Agua envasada)**

| Empresa               | Localización |
|-----------------------|--------------|
| Aguas Pura para Golfo | Maicao       |
| Aguas Brix            | Maicao       |
| Biocogua              | Maicao       |

Fuente: CORPOGUAJIRA. Oficio Rad: SAL-288, 2021.

La circulación de los carrotanques será una actividad continua durante la obra, debido a los requerimientos establecidos. Para optimizar el uso de vehículos y su circulación, se han propuesto tanques de almacenamiento de agua superficiales en las distintas áreas de servicios del parque eólico. Los tanques superficiales de almacenamiento de agua a instalar en la zona de campamento tendrán capacidades de 10.000 litros. Estos se instalarán sobre una placa de concreto con malla electrosoldada.

Cada zona principal (Oficinas y Planta de concreto) dispondrá de tanques de fibra para disponer de almacenaje con una autonomía de 2 a 3 días, y serán recargados periódicamente por medio de camiones cisterna. Se dispondrán al menos 2 tanques de almacenaje de fibra de vidrio, con capacidad de 10.000L.

#### 3.2.4.3.10. Suministro de agua a partir de Proyecto Guajira Azul

El abastecimiento de agua para la construcción y operación de los proyectos eólicos en La Guajira debe considerar la problemática histórica relacionada a la disponibilidad del líquido vital y las complejas dinámicas sociales asociadas a su distribución y consumo.

Como se describe en la Sentencia T 302 de 2017 de la Corte Constitucional:

*“Las comunidades wayúu sufren de manera generalizada una carencia de agua potable. Esta situación tiene al menos dos causas significativas, (i) el entorno ambiental que ha sufrido periodos extensos de sequía que secan los pozos naturales y (ii) una omisión de parte de las autoridades competentes para proveer un servicio sostenible de suministro de agua potable.*

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

*Las comunidades wayúu, en especial las ubicadas en la Alta Guajira, sufren una vulneración grave y persistente de su derecho al agua, en especial en relación con las dimensiones de disponibilidad y accesibilidad. En efecto, un número importante de comunidades no cuentan con fuentes de agua potable, y quienes cuentan con ellas tienen dificultades importantes para acceder a ellas. La ausencia de agua potable incide de manera decisiva en los problemas de desnutrición de los niños y niñas wayúu. Sin agua potable disponible, accesible y de calidad, ningún esfuerzo de alimentación o de atención en salud podrá solucionar la crisis de muertes de niños y niñas en La Guajira.*

*Teniendo en cuenta que existe una gran escasez de agua, las comunidades han perdido las prácticas de sus economías tradicionales, el pastoreo de ganado ovino y caprino, la siembra de la yuja (parcela, comunitaria), allí sembraban frijol, sandía, maíz, ahuyama, sorgo, mijo, afectando directamente la dieta principal del Wayúu. El cambio climático, derivado en la falta de las precipitaciones, han llevado a que el pueblo Wayúu se haya empobrecido, limitando su acceso a los recursos que le permiten no solamente sobrevivir biológicamente, sino también mantenerse culturalmente como pueblo, afectando la pervivencia del mismo.”*

La situación es tan grave y compleja que condujo a la declaración de Estado Inconstitucional de las Cosas en el Departamento y a la adopción de medidas cautelares impuestas por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos.

Tal como se establece en el Plan Departamental de Desarrollo de La Guajira:

*“Acceso al agua en la Alta Guajira. De acuerdo al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la cobertura de agua potable alcanza un 4% de la población total rural de La Guajira. Igualmente, de acuerdo al Centro de Pensamiento Guajira360° en el año 2016, las coberturas de acueducto en La Guajira fueron del 80% a nivel urbano y 26% en la parte rural, implicando que existan aproximadamente 111.000 personas en la zona urbana y 342.000 en la zona rural que tienen vulnerados su derecho al agua.”*

Siendo esta la condición del territorio donde se desarrollará el proyecto eólico, el abastecimiento de agua se vuelve en una tarea crítica respecto de los impactos sociales que puede ocasionar.

Es de destacar que el fortalecimiento de la infraestructura de abastecimiento de agua en la región conllevará beneficios sociales de mayor alcance y plazo.

Es por tal motivo que 8 compañías del sector eléctrico y participantes del desarrollo eólico de La Guajira (GEB, ISA, ISAGEN, ENEL, EDPR, CELSIA, EPM y AES COLOMBIA – JEMEIWAA KA I SAS) se encuentran desarrollando conjuntamente con el Viceministerio del Agua los diseños de un sistema de abastecimiento de agua multipropósito definido de la siguiente manera:

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

*Esquema de suministro de agua potable a la población, mediante el modelo de Pilas Públicas, así como el suministro de agua no potable, mediante puntos de abastecimiento a los complejos de desarrollo de los parques eólicos y proyectos de energía eléctrica priorizados en el Plan de Desarrollo 2018 – 2022, ubicados en los municipios dentro del departamento de La Guajira.*

A continuación, se realiza una descripción de los alcances de esta alternativa y su gran potencialidad para ofrecer una solución de largo alcance para el suministro de agua en el Departamento de La Guajira.

En el Anexo 3. Descripción proyecto (F-Guajira Azul) se encuentra en mayor detalle el proyecto que vienen desarrollando conjuntamente las empresas con el Viceministerio del Agua.

#### ✓ Programa Guajira Azul<sup>5</sup>

Las brechas del sector del agua potable y del saneamiento básico ha acompañado históricamente al departamento de La Guajira, presentando una baja o nula continuidad del servicio de acueducto, baja calidad del agua de consumo, restricciones de la oferta hídrica general, y en algunas zonas la inexistencia de fuentes de agua superficiales en su entorno, además de la dispersión de la zona rural.

Teniendo en cuenta las facultades dadas y buscado mejorar las condiciones de acceso a agua y saneamiento en el Departamento, el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, promueve el Programa Guajira Azul – cuyo lema es “Agua Limpia y Siempre Para Todos”, el cual incluye enfoques y acciones diferenciadas por regiones, lo que permitirá que cada solución esté diseñada a la medida de la comunidad a la cual va dirigida, de acuerdo a sus necesidades y tradiciones (Alta y Media Guajira, Riohacha y Sur de La Guajira).

En concordancia con lo anterior, para las zonas rurales dispersas de la Media y Alta Guajira se ha impulsado el “MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES INDÍGENAS WAYUÚ DE LA ZONA RURAL DISPERSA DE LA ALTA Y MEDIA GUAJIRA”, orientada a apoyar la solución a la problemática que enfrentan las comunidades indígenas en cuanto al acceso al agua, nutrición y salud, a partir del cual se formularon mecanismos y esquemas de acceso a éstos servicios, siendo Las Pilas Públicas el definido para garantizar el acceso de agua potable a la población de zonas rurales de la media y alta Guajira, los cuales se esperan materializar través del programa “Guajira Azul – Agua Limpia Siempre y Para Todos”.

El esquema regional de pila pública se basa en la ubicación estratégica de puntos de producción de agua potable a nivel municipal (Figura 3-28). A partir de los puntos de

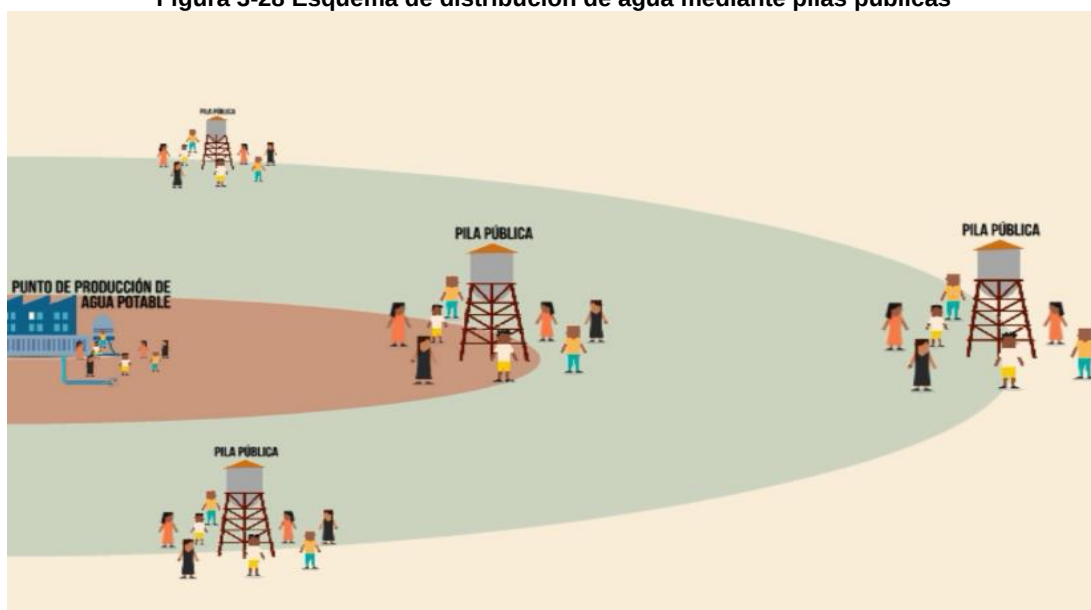
<sup>5</sup> La información presentada en este apartado hace parte del trabajo mancomunado entre el Viceministerio del Agua y las compañías participantes en el diseño del sistema de abastecimiento de agua multipropósito.

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

producción se realiza la distribución del agua potable (mediante carro tanques o redes de distribución) a un sistema de pilas públicas situadas en radios de hasta 15 kilómetros en el área de influencia de la infraestructura de producción en donde se habilitará infraestructura de descarga, almacenamiento y entrega. Las cuales deberán estar ubicadas de manera prioritaria en colegios, aulas escolares y centros de salud y se deberán tener en cuenta las vías de acceso disponibles.

Finalmente, las comunidades realizarán recolección del agua en la pila pública que se encuentre más cercana a su ranchería mediante tanques de acarreo.

**Figura 3-28 Esquema de distribución de agua mediante pilas públicas**



*Fuente: Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico – Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020.*

- ✓ Necesidad de agua industrial para la construcción de los proyectos.

Adicional a la necesidad de suministro de agua potable para las comunidades, se identifica la necesidad de agua industrial para el desarrollo de otras actividades en la región.

Tal es el caso del creciente sector eólico y las empresas desarrolladoras que han puesto sus ojos en La Guajira para el aprovechamiento del gran potencial energético renovable con el que cuenta esta región.

Si bien existe un recurso energético de gran importancia para el país, la construcción de la infraestructura necesaria para su aprovechamiento implica un inmenso reto logístico y de planeación. Uno de los elementos fundamentales para la construcción de estos proyectos es el agua.

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

Actualmente, se identifican 14 parques eólicos, localizados en dos zonas geográficas dentro del departamento a saber; Chemesky, Carrizal, Irraipa, Guajira I, Casa Eléctrica, Apotolorry, Tumawind y Jepirachi en el sector norte, y Alpha, Beta, Acacia 2, Camelias, EO200i, El Ahumado y Windpeshi, en el sector sur. Adicionalmente, se avanza con la construcción de las líneas de transmisión que conectan Línea colectora – Cuestecitas – La Loma y Línea Cuestecitas – Copey.

En concordancia, de acuerdo con las condiciones de indisponibilidad del recurso hídrico en el Departamento, se hace necesario la estructuración de un proyecto integral para el suministro de agua con usos industrial y potable, para la construcción, puesta en marcha y operación de dichos proyectos, que a su vez abastezcan las comunidades rurales dispersas e indígenas Wayuú en el territorio y que contemplen restricciones asociadas a la indisponibilidad de agua superficial y posibles limitaciones de explotación subterránea por cuenta de los usos, así como la limitación para uso de agua de mar para riego de vías, por procesos de salinización de los suelos según Corpoguajira.

Para esto, deberá contemplarse y sin limitarse a ello, la utilización, rehabilitación, ampliación y/u optimización de los sistemas de tratamiento de desalinización mediante la tecnología de Osmosis Inversa existentes en el territorio y que a su vez tratan agua de mar y/o de pozos profundos, como lo son la PTAP Kasiwoulin, propiedad del municipio de Uribí, y con una capacidad de producción de 0,46 l/s, la PTAP Puerto Bolívar, propiedad de El Cerrejón Ltd., y con capacidad de 13,88 l/s, las PTAP de Cabo de la Vela, con una capacidad de 2,77 l/s, la PTAP Puerto Nuevo, con capacidad de 0,33 l/s, la PTAP Los Cocos, con capacidad de 0,5 l/s, estas tres propiedad del municipio de Uribí.

En atención a lo mencionado anteriormente, y con el propósito de impulsar la implementación de la estrategia de pilas públicas y el suministro de agua para otros usos, el **MVCT** ha identificado la necesidad de efectuar la contratación de una consultoría para la elaboración de los estudios y diseños de un proyecto doble propósito para definir el esquema de suministro de agua potable mediante el modelo de Pilas Públicas u otro esquema diferencial de prestación a la población rural y, por su parte suministro de agua no potable mediante puntos de abastecimiento o similar a los complejos de desarrollo de los parques eólicos y proyectos de generación de energías alternativas y que se localizarán en el departamento de La Guajira.



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

- a. Un plan de trabajo de todas las fases del proyecto.
- b. La determinación de la línea base poblacional y sus proyecciones para el diseño adecuado en un horizonte de tiempo acorde a la realidad del Departamento, a partir la información existente recolectada por los estudios del MVCT en la zona, así como la recolectada por las empresas que desarrollarán los proyectos de generación de energía y trabajo de recolección de información en campo, en las zonas donde no exista información disponible dentro del área del proyecto. Además, contemplar las poblaciones flotantes en corregimientos como el Cabo de La Vela, donde el suministro de agua y su correspondiente pago, pueden contribuir al sostenimiento del proyecto completo.
- c. La estimación de demandas de agua por usos según lo descrito en la resolución MVCT 0844 de 2018<sup>6</sup>, incluyendo la sobre la estimación de consumos de agua para la construcción de los proyectos.
- d. El prediagnóstico según las oportunidades existentes para la producción y/o aprovechamiento de agua a partir de información secundaria.
- e. Diagnóstico técnico y ambiental, incluyendo listado de permisos y trámites necesarios para la ejecución del proyecto.
- f. La determinación del perfil del proyecto.
- g. Análisis de restricciones ambientales.
- h. El análisis y evaluación de alternativas.
- i. La evidencia de la participación comunitaria y social donde se vaya a establecer infraestructura, según lo establecido en el RAS Rural, Resolución MVCT 0844 de 2018 y la formulación del plan de aseguramiento descrito en el Decreto 1898 de 2016. Teniendo en cuenta siempre que los procesos de concertación se lleven a cabo con los líderes comunitarios en este caso; autoridades tradicionales que se encuentran inscritos ante la secretaría de asuntos indígenas del departamento de La Guajira y tienen reconocimiento por parte del ministerio del interior. Por su parte, el plan de aseguramiento deberá incluir todos los componentes de infraestructura a través de una o varias figuras asociativas.
- j. La ingeniería de detalle.
- k. Constancia de radicación de solicitud de permisos ambientales a los que haya lugar.
- l. Viabilidad técnica del diseño por parte de la ventanilla única del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)

#### 3.2.4.4. Infraestructura de servicios interceptados por el proyecto

Durante el trazado vial y de circuitos eléctricos se determinaron las afectaciones sobre servicios e infraestructura interceptados por el proyecto. No obstante, dado que durante la fase de trazado y estudio se trató en lo posible de evitar cualquier efecto sobre servicios

<sup>6</sup> Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015.

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

existentes, se pudieron minimizar las afectaciones en los casos que se identifican en esta sección.

Así, el proyecto ha sido definido de manera de evitar al máximo toda obra de infraestructura presente, y en los casos donde se deberán ejecutar cruces, se ejecutarán utilizando métodos constructivos que minimicen efectos sobre ellos.

El proyecto del Proyecto Eólico Casa Eléctrica posee interrelación con los siguientes elementos:

#### Vía Nacional. Carretera Uribia-Puerto Bolívar

La zona del proyecto queda definida por la presencia de la carretera de alcance Nacional Uribia-Puerto Bolívar. Dicha vía representa el acceso principal a Puerto Bolívar y recorre de sur a norte el parque eólico con aerogeneradores a ambos lados, y con derivaciones desde ella hacia las nuevas vías propuestas para el proyecto. Adicionalmente, se requirieron cruces con los circuitos eléctricos sobre dicha vía.

#### Línea Férrea del Cerrejón

Por la zona de estudio se pasa la línea férrea del Cerrejón, que representa un eje ferroviario en uso del proyecto carbonífero del mismo nombre. Se encuentra construida sobre un terraplén y dispone de una vía de rieles.

Esta vía ferroviaria será interceptada por cruces con la nueva vía del proyecto eólico y los circuitos eléctricos que inevitablemente deben cruzar desde los aerogeneradores ubicados al lado occidental hacia la Subestación eléctrica ubicada al lado oriental de la vía férrea.

##### 3.2.4.4.1. Derivaciones y cruces con la carretera Uribia-Puerto, Bolívar

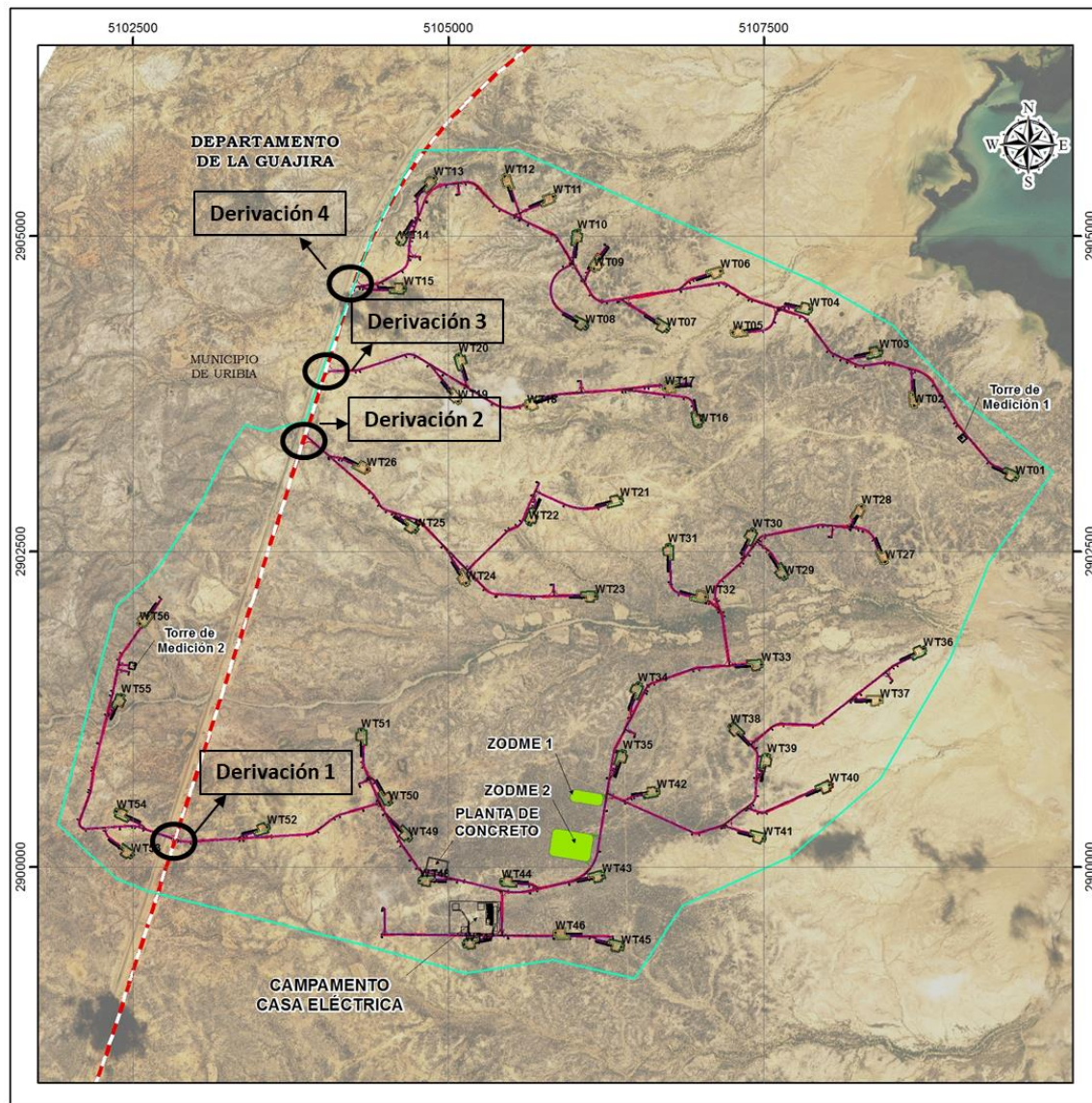
Referente a la carretera nacional Uribia-Puerto Bolívar, se hará uso de un tramo inicial de 12 km de dicha vía desde el Puerto Bolívar hasta el primer punto de derivación (entronque 1 con el eje vial 01) propuesto en el proyecto para derivar hacia el Este a las redes viales propias que se proponen construir para el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica.

A partir de ese punto se conservará la circulación de equipos sobre la carretera Uribia-Puerto Cabello en un tramo de 500 m hasta una segunda derivación (entronque 2 con el eje 19) hacia el Este para las vías internas del parque.

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 3-30 Ubicación general de las derivaciones propuestas de la carretera Uribia-Puerto Bolívar



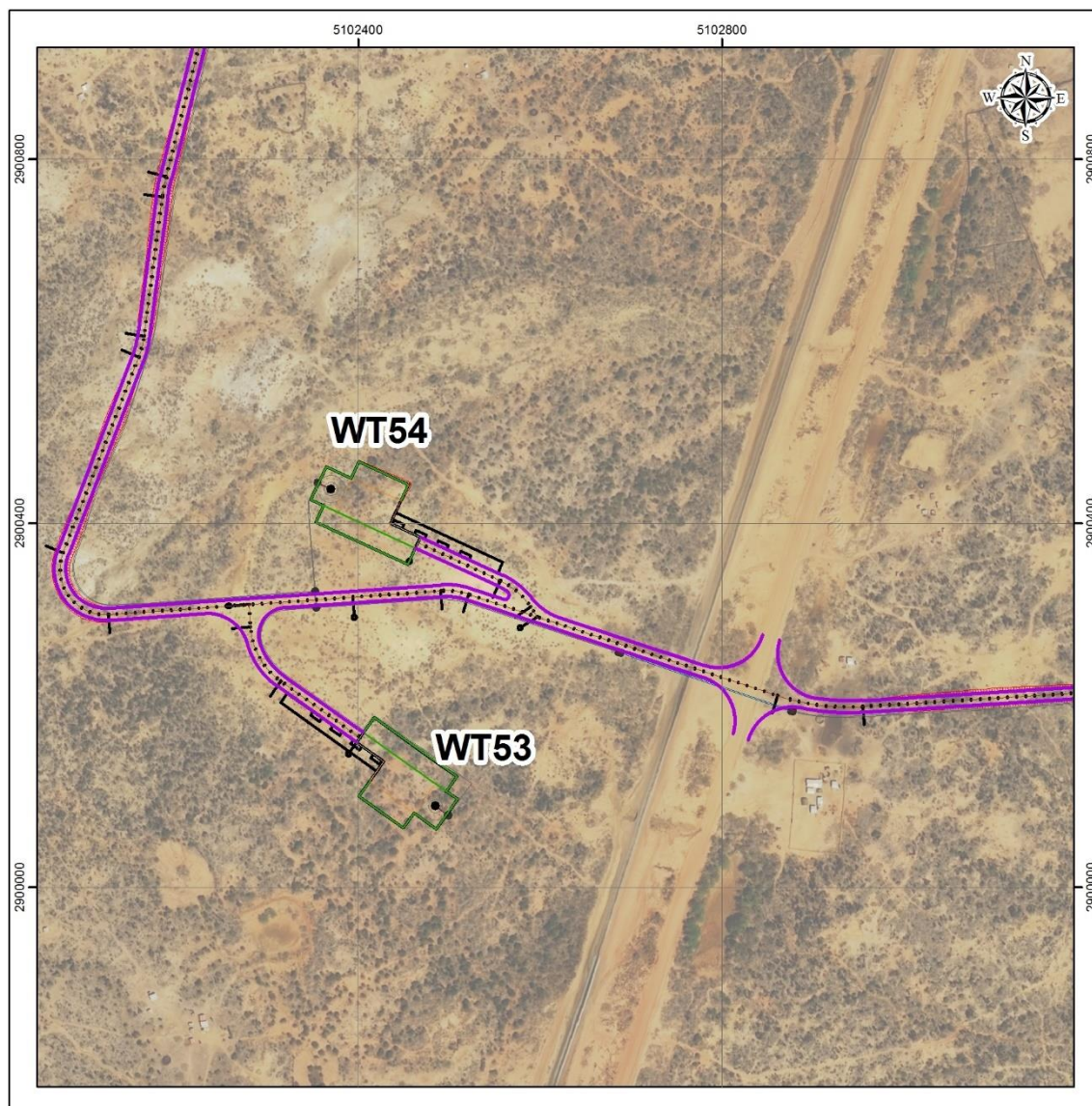
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 2021

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. Los puntos de acceso desde la carretera nacional a la red de vías del parque eólico se identifican en la Tabla 3-39. 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

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

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 3-31 Derivación típica propuesta a la carretera Uribia-Puerto Bolívar



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL, 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.

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

Debido a que en este caso los equipos, materiales e insumos son de dimensiones básicas de circulación autorizada, no se requieren obras especiales de modificación de las vías.

**Tabla 3-39 Identificación de derivaciones propuestas sobre carretera Uribia-Puerto. Bolívar**

| Afección No. | Obra del P.E. involucrado     | Infraestructura existente       |                       | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Tipo de Afección                                                                                                           |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                               | Identificación                  | Operador              | X                                 | Y            |                                                                                                                            |
| Derivación 1 | Vía interna No. 01 (PK 0+000) | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | INVIAS/DPuerto Uribia | 2.904.592,59                      | 5.104.243,73 | Entronque hacia el Noreste desde la Carretera Uribia-Puerto Bolívar para acceso al P.E. Casa Eléctrica                     |
| Derivación 2 | Vía interna No. 19 (PK 0+000) | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | INVIAS/DPuerto Uribia | 2.903.929,28                      | 5.103.866,07 | Entorque hacia el Noreste desde la Carretera Uribia-Puerto Bolívar para acceso al P.E. Casa Eléctrica.                     |
| Derivación 3 | Vía interna No. 30 (PK 0+000) | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | INVIAS/DPuerto Uribia | 2.903.419,59                      | 5.103.866,07 | Entorque hacia el Sureste desde la Carretera Uribia-Puerto Bolívar para acceso al P.E. Casa Eléctrica                      |
| Derivación 4 | Vía interna No. 39 (PK 2+475) | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | INVIAS/DPuerto Uribia | 2.900.214,44                      | 5.102.849,61 | Entorques hacia el Sureste y hacia el Noroeste desde la Carretera Uribia-Puerto Bolívar para acceso al P.E. Casa Eléctrica |

Fuente PERSAEUS, 2021

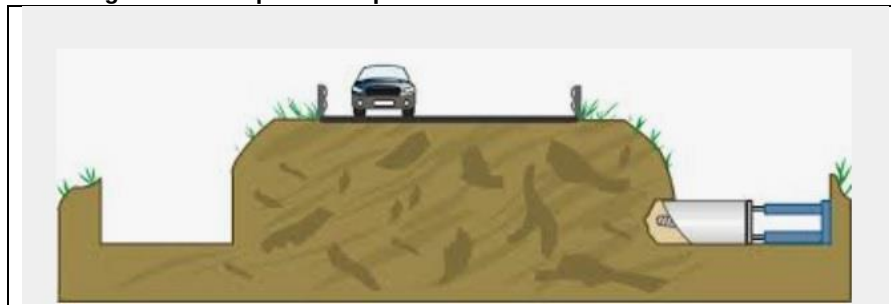
#### 3.2.4.4.2. Cruces eléctricos a la carretera Uribia-Puerto. Bolívar y red ferroviaria del Cerrejón

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 3-32, Figura 3-33 y Figura 3-34.

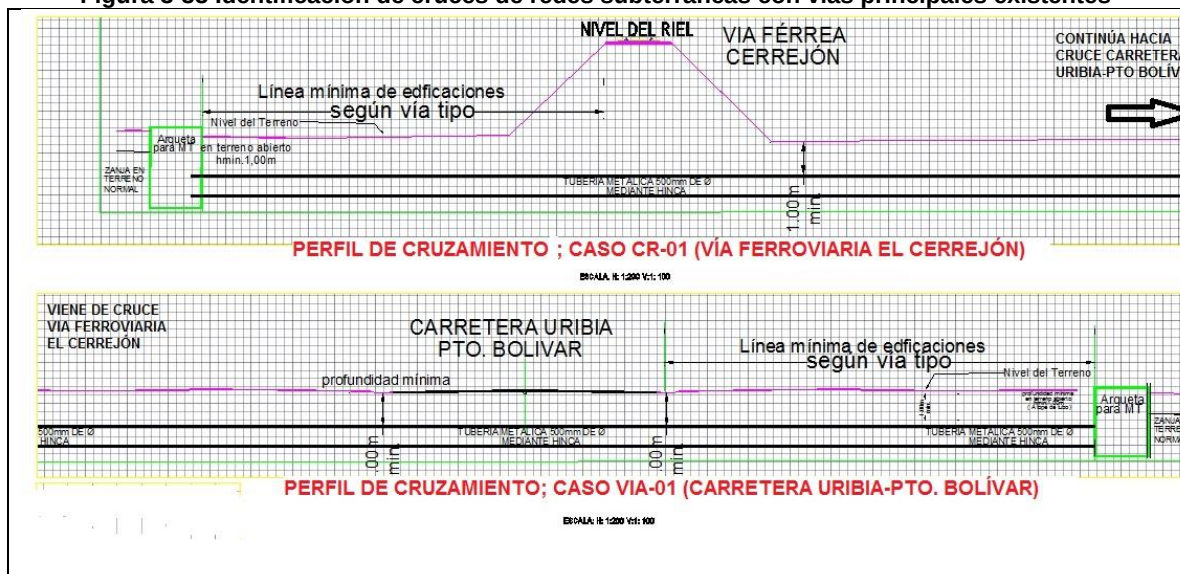
Para la ejecución de estas y dado que los elementos a ser cruzados están claramente definidos y delimitados, se ejecutarán por medio de perforaciones dirigidas, las cuales requieren de equipos sofisticados. Consiste en el uso de esquema de perforación horizontal, que obliga a establecer áreas de aproximadamente 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 3-32 Esquema simplificado del hincado horizontal



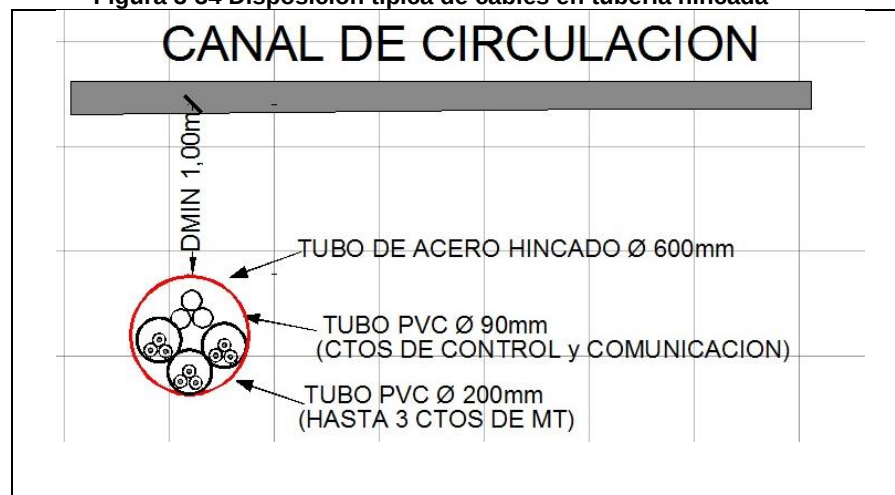
Fuente: PERSAEUS, 2020.

Figura 3-33 Identificación de cruces de redes subterráneas con vías principales existentes



Fuente: PERSAEUS, 2020.

Figura 3-34 Disposición típica de cables en tubería hincada



Fuente: PERSAEUS, 2020.

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

Los cruces eléctricos propuestos se resumen en la tabla siguiente:

**Tabla 3-40 Identificación de cruces de redes eléctricas propuestas sobre carretera Uribia-Puerto Bolívar y vía férrea del Cerrejón**

| Afección No.     | Obra del P.E. involucrado                          | Infraestructura existente       |          | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Tipo de Afección                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                    | Identificación                  | Operador | X                                 | Y            |                                                                                                   |
| VIA-01<br>CRJ-01 | Redes subterráneas de media tensión (Circuito C11) | Carretera Uribia-Puerto Bolívar | INVIAS   | 2.900.208,71                      | 5.102.830,32 | Cruces de zanjas eléctricas con vía existente (Se propone uso de hincas cruzando ambos servicios) |
|                  | Redes subterráneas de media tensión (Cto C11)      | Ferrocarril del Cerrejón        | CERREJÓN | 2.900.230,77                      | 5.102.763,30 |                                                                                                   |

*Fuente PERSAEUS, 2020.*

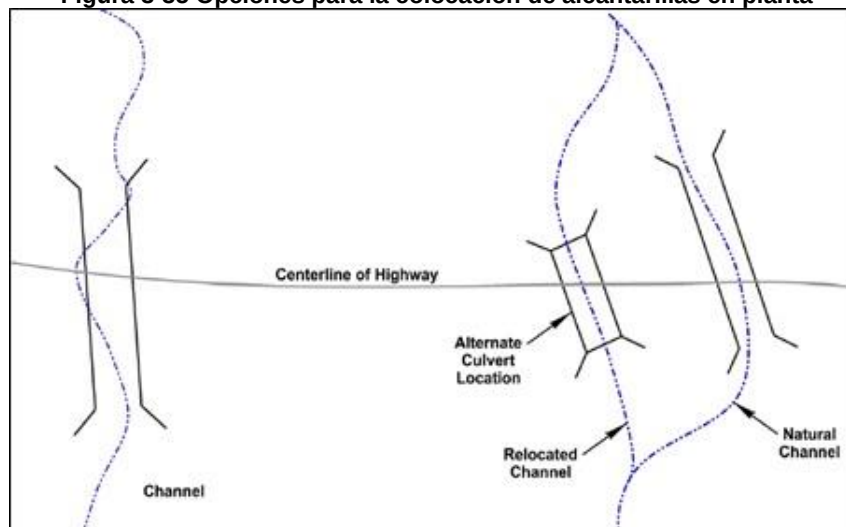
#### 3.2.4.4.3. Cruces de nuevas vías internas con cauces de agua

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, el cual se presenta en el Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/A-FUN). En el capítulo 7.4, se desarrollan en detalle las evaluaciones y detalles específicos de los casos de afectación y las soluciones técnicas propuestas para cada cruce. Para fines del presente capítulo, se resumen los resultados de dicho estudio y se presentan las tablas más representativas para brindar una descripción completa de las soluciones de cruce de drenajes aplicables a las vías proyectadas y la tipificación de obras aplicables a cada caso.

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 3-35 se presentan las alternativas de localización en planta de las obras de drenaje.

**Figura 3-35 Opciones para la colocación de alcantarillas en planta**

*Fuente: Hydraulic Design Series Number 5, 2012*

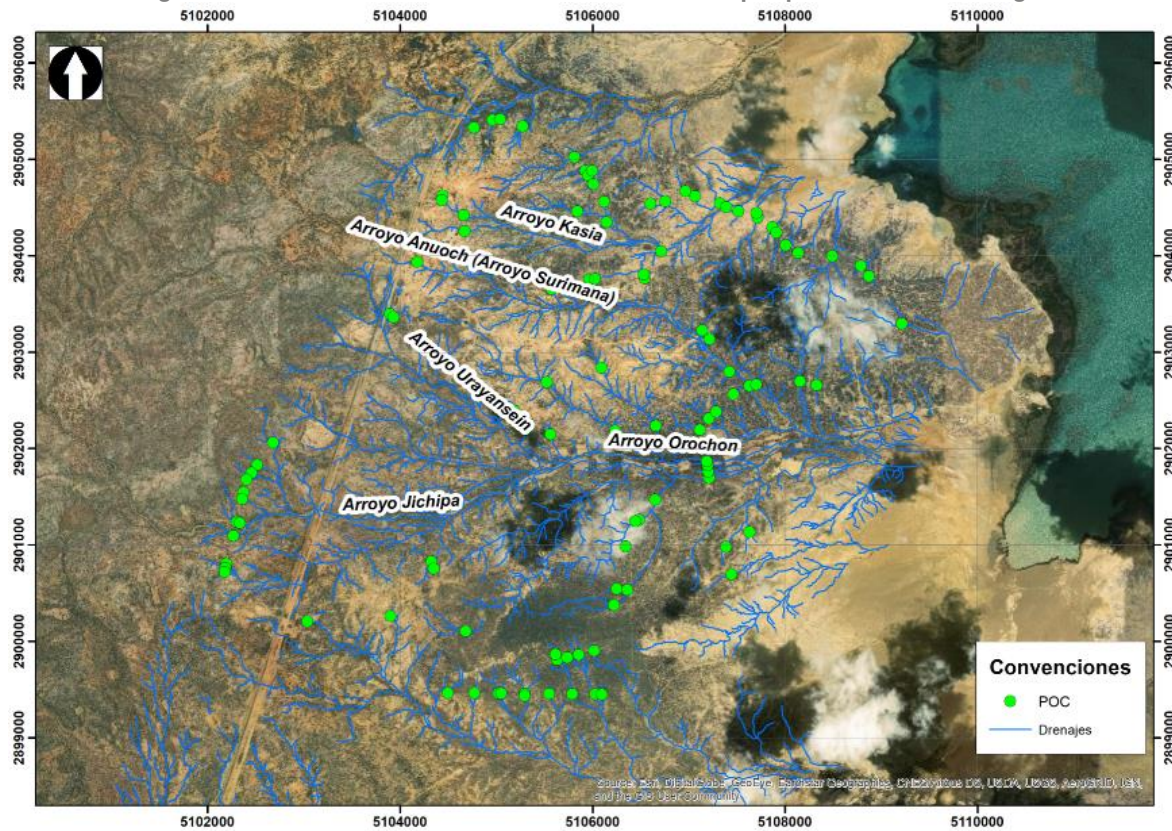
La viabilidad del proyecto, que se describe en la sección 3.2.4.1.1., y cuya imagen se muestra en la Figura 3-10, se conforma por ejes viales. A partir de esta disposición y la localización de los cuerpos de agua presentes dentro del polígono de ocupación del parque eólico (Figura 3-36), se definen los cruces y/o ocupaciones que se resumen en la Tabla 3-41. Se indican allí 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 viabilidad, 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.

La descripción detallada de estos casos de ocupación se encuentra en el Capítulo 7.4 Ocupación de cauces (numeral 7.4.5).

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

Figura 3-36 Ubicación de cruces de vías internas del parque con cauces de agua



Fuente: INGETEC, 2021.

Tabla 3-41 Identificación de puntos de ocupación de cauces

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 1    | 1-1          | 5.104.441,63                        | 2.904.625,65 | NN 2-1                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 2    | 1-2          | 5.104.959,92                        | 2.905.407,00 | NN 1-2                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 3    | 1-3          | 5.105.041,68                        | 2.905.416,34 | NN 1-3                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 4    | 1-5          | 5.105.276,30                        | 2.905.344,10 | NN 1-5                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 5    | 1-6          | 5.105.811,33                        | 2.905.021,59 | NN 1-6                    | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 6    | 1-7          | 5.105.926,28                        | 2.904.882,02 | NN 1-7                    | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 7    | 1-8          | 5.105.955,04                        | 2.904.834,78 | NN 1-8                    | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 8    | 1-9          | 5.106.011,45                        | 2.904.742,11 | NN 1-9                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 9    | 1-10         | 5.106.120,68                        | 2.904.562,68 | NN 1-10                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 10   | 1-13         | 5.106.610,64                        | 2.904.541,22 | NN 1-13                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 11   | 1-14         | 5.106.763,16                        | 2.904.566,18 | NN 1-14                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 12   | 1-15         | 5.107.066,85                        | 2.904.615,88 | NN 1-15                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 13   | 1-16-1       | 5.107.324,66                        | 2.904.545,37 | Arroyo Kasia              | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 14   | 1-16-2       | 5.107.393,08                        | 2.904.503,72 | Arroyo Kasia              | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 15   | 1-17         | 5.107.517,86                        | 2.904.460,25 | NN 1-17                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 16   | 1-18         | 5.107.711,28                        | 2.904.395,89 | NN 1-18                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 17   | 1-19         | 5.107.870,46                        | 2.904.295,17 | NN 1-19                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 18   | 1-20         | 5.107.912,00                        | 2.904.239,05 | NN 1-20                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 19   | 1-21         | 5.108.008,94                        | 2.904.108,05 | NN 1-21                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 20   | 1-22         | 5.108.138,02                        | 2.904.026,28 | NN 1-22                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 21   | 1-23         | 5.108.493,40                        | 2.903.996,56 | NN 1-23                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 22   | 1-24         | 5.108.791,46                        | 2.903.894,68 | NN 1-24                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 23   | 1-25         | 5.108.875,25                        | 2.903.785,88 | NN 1-25                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 24   | 1-27         | 5.109.217,13                        | 2.903.293,63 | NN 1-27                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 25   | 2-1          | 5.104.434,83                        | 2.904.575,96 | NN 2-1                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 26   | 5-1          | 5.104.769,09                        | 2.905.328,65 | NN 5-1                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 27   | 9-1          | 5.105.996,60                        | 2.904.881,91 | NN 1-7                    | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 28   | 10-1         | 5.105.842,77                        | 2.904.461,19 | NN 10-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía de acceso y redes eléctricas         |
| 29   | 14-1         | 5.106.964,92                        | 2.904.668,99 | NN 1-15                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 30   | 16-1         | 5.107.703,79                        | 2.904.443,04 | NN 1-18                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 31   | 19-1         | 5.104.177,61                        | 2.903.932,99 | Arroyo Anouch             | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 32   | 19-3         | 5.105.121,71                        | 2.903.817,13 | NN 19-3                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 33   | 19-6         | 5.105.575,19                        | 2.903.655,46 | NN 19-6                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 34   | 21-1         | 5.104.948,36                        | 2.903.865,14 | NN 21-1                   | Alcantarilla                                              | Vía de acceso                            |
| 35   | 23-2         | 5.105.968,17                        | 2.903.754,14 | NN 23-2                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 36   | 23-3         | 5.106.023,35                        | 2.903.758,06 | NN 23-3                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 37   | 23-6         | 5.106.543,46                        | 2.903.765,22 | NN 23-6                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 38   | 25-1         | 5.106.532,58                        | 2.903.802,92 | NN 23-6                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 39   | 30-1         | 5.103.880,26                        | 2.903.407,31 | NN 30-1                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 40   | 30-2         | 5.103.931,73                        | 2.903.362,76 | NN 30-2                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 41   | 30-3         | 5.104.316,96                        | 2.903.029,33 | NN 30-3                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 42   | 30-4         | 5.104.435,05                        | 2.902.903,14 | NN 30-4                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 43   | 30-8         | 5.105.235,3                         | 2.902.262,12 | NN 30-8                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 44   | 30-9         | 5.105.300,76                        | 2.902.195,59 | NN 30-9                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 45   | 30-10        | 5.105.564,16                        | 2.902.149,03 | NN 30-10                  | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 46   | 34-1         | 5.105.525,27                        | 2.902.688,14 | NN 34-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 47   | 34-3         | 5.105.188,17                        | 2.902.388,99 | NN 30-8                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 48   | 35-1         | 5.106.095,40                        | 2.902.839,12 | NN 35-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 49   | 38-1         | 5.102.680,47                        | 2.902.062,11 | NN 38-1                   | Alcantarilla                                              | Vía interna de acceso                    |
| 50   | 39-1         | 5.102.515,21                        | 2.901.830,97 | NN 39-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 51   | 39-2         | 5.102.455,13                        | 2.901.746,95 | NN 39-2                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 52   | 39-3         | 5.102.405,24                        | 2.901.676,02 | NN 39-3                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 53   | 39-4         | 5.102.372,28                        | 2.901.543,42 | NN 39-4                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 54   | 39-5         | 5.102.358,54                        | 2.901.475,90 | NN 39-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 55   | 39-6         | 5.102.303,83                        | 2.901.238,47 | NN 39-6                   | Alcantarilla                                              | Vía de acceso                            |
| 56   | 39-7         | 5.102.267,29                        | 2.901.093,20 | Arroyo Jichipa            | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 57   | 39-8         | 5.102.194,46                        | 2.900.803,60 | NN 39-8                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 58   | 39-9         | 5.102.184,86                        | 2.900.761,22 | NN 39-9                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 59   | 39-10        | 5.102.179,02                        | 2.900.717,09 | NN 39-10                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 60   | 42-1         | 5.102.335,00                        | 2.901.228,77 | NN 39-6                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 61   | 39-13        | 5.103.035,94                        | 2.900.203,89 | NN 39-13                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 62   | 39-15        | 5.103.359,06                        | 2.900.224,47 | NN 39-15                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 63   | 39-17        | 5.103.901,68                        | 2.900.261,06 | NN 39-17                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 64   | 48-1         | 5.104.325,22                        | 2.900.826,64 | NN 48-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 65   | 48-2         | 5.104.350,03                        | 2.900.752,23 | NN 48-2                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 66   | 48-3         | 5.104.681,13                        | 2.900.103,08 | NN 48-3                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 67   | 48-5         | 5.105.632,64                        | 2.899.807,53 | NN 48-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 68   | 48-6         | 5.105.740,14                        | 2.899.831,89 | NN 48-6                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 69   | 48-7         | 5.105.852,90                        | 2.899.857,64 | NN 48-7                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 70   | 48-8         | 5.105.855,63                        | 2.899.858,27 | NN 48-8                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 71   | 48-9         | 5.106.015,74                        | 2.899.902,03 | NN 48-9                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 72   | 48-10        | 5.106.224,90                        | 2.900.377,45 | NN 48-10                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 73   | 48-11        | 5.106.252,09                        | 2.900.543,47 | NN 48-11                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 74   | 48-12        | 5.106.345,83                        | 2.900.982,63 | NN 48-12                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 75   | 48-14        | 5.106.486,38                        | 2.901.257,20 | NN 48-14                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 76   | 48-15        | 5.106.653,40                        | 2.901.468,95 | NN 48-10                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 77   | 54-1         | 5.105.615,41                        | 2.899.864,12 | NN 48-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía de acceso y redes eléctricas         |
| 78   | 57-1         | 5.104.496,19                        | 2.899.463,80 | NN 57-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 79   | 57-2         | 5.104.771,18                        | 2.899.461,39 | NN 57-2                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 80   | 57-3         | 5.105.022,47                        | 2.899.459,2  | NN 57-3                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 81   | 57-4         | 5.105.051,16                        | 2.899.458,95 | NN 57-4                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 82   | 57-5         | 5.105.295,46                        | 2.899.456,81 | NN 57-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 83   | 57-6         | 5.105.548,36                        | 2.899.454,60 | NN 48-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 84   | 57-7         | 5.105.791,62                        | 2.899.452,48 | NN 57-7                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 85   | 58-1         | 5.105.295,56                        | 2.899.433,34 | NN 57-6                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 86   | 58A-1        | 5.106.028,73                        | 2.899.450,40 | NN 48-7                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 87   | 58A-2        | 5.106.097,16                        | 2.899.449,81 | NN 48-7                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 88   | 60-1         | 5.106.362,67                        | 2.900.534,02 | NN 60-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 89   | 60-4         | 5.107.444,04                        | 2.900.693,93 | NN 60-4                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 90   | 60-5         | 5.107.388,39                        | 2.900.978,10 | NN 60-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 91   | 65-2         | 5.107.633,47                        | 2.901.131,36 | NN 65-2                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 92   | 70-1         | 5.106.447,47                        | 2.901.245,77 | NN 48-14                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación                              | Infraestructura del proyecto asociada    |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                                           |                                          |
| 93   | 73-1-1       | 5.107.214,36                        | 2.901.693,14 | Arroyo Orochón            | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 94   | 73-1-2       | 5.107.204,30                        | 2.901.761,31 | Arroyo Orochón            | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 95   | 73-1-3       | 5.107.194,87                        | 2.901.826,82 | Arroyo Orochón            | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 96   | 73-1-4       | 5.107.189,48                        | 2.901.863,81 | Arroyo Orochón            | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 97   | 73-1-5       | 5.107.177,56                        | 2.901.945,59 | Arroyo Orochón            | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 98   | 73-3         | 5.107.117,61                        | 2.902.192,93 | NN 73-3                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 99   | 73-4         | 5.107.209,37                        | 2.902.312,26 | NN 73-4                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 100  | 73-5         | 5.107.287,30                        | 2.902.380,39 | NN 73-5                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 101  | 73-7-1       | 5.107.633,02                        | 2.902.649,78 | Arroyo Anouch             | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 102  | 73-7-2       | 5.107.701,97                        | 2.902.663,37 | Arroyo Anouch             | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 103  | 73-9         | 5.108.157,75                        | 2.902.693,70 | NN 73-9                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 104  | 73-11        | 5.108.329,04                        | 2.902.656,78 | NN 73-11                  | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía interna de acceso y redes eléctricas |
| 105  | 75-1         | 5.107.465,44                        | 2.902.561,70 | NN 75-1                   | Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos | Vía de acceso y redes eléctricas         |
| 106  | RE-1         | 5.104.671,44                        | 2.904.253,55 | Arroyo Kasia              | Banco de tubería para Circuitos eléctricos                | Redes eléctricas                         |
| 107  | RE-2         | 5.104.661,14                        | 2.904.421,52 | NN 2-1                    | Banco de tubería para Circuitos eléctricos                | Redes eléctricas                         |
| 108  | RE-3         | 5.106.146,67                        | 2.904.347,28 | NN 10-1                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos                | Redes eléctricas                         |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación               | Infraestructura del proyecto asociada |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                            |                                       |
| 109  | RE-4         | 5.106.715,13                        | 2.904.045,02 | Arroyo Kasia              | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 110  | RE-5         | 5.107.139,93                        | 2.903.226,93 | NN RE-5                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 111  | RE-6         | 5.107.215,62                        | 2.903.135,84 | NN RE-6                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 112  | RE-7         | 5.107.422,26                        | 2.902.796,57 | Arroyo Anouch             | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 113  | RE-8         | 5.106.658,26                        | 2.902.233,39 | NN RE-8                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 114  | RE-9         | 5.106.236,33                        | 2.902.182,47 | NN 34-1                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 115  | WT-23        | 5.106.165,55                        | 2.902.142,72 | NN-WT23                   | Plataforma aerogenerador                   | Plataforma aerogenerador              |
| 116  | WT-51        | 5.104.309,51                        | 2.901.078,91 | NN-WT51                   | Plataforma aerogenerador                   | Plataforma aerogenerador              |
| 117  | CO-1         | 5.105.385,86                        | 2.899.722,36 | NN-57-5                   | Área de campamento de obra                 | Área de campamento de obra            |
| 118  | ZODME-1      | 5.106.124,54                        | 2.900.510,18 | NN 48-11                  | Zodme 1                                    | Zodme 1                               |
| 119  | WT13         | 5.104.885,19                        | 2.905.455,46 | NN-WT13                   | Plataforma aerogenerador                   | Plataforma aerogenerador              |
| 120  | WT18         | 5.105.625,98                        | 2.903.647,20 | NN-19-6                   | Plataforma aerogenerador                   | Plataforma aerogenerador              |
| 121  | WT25         | 5.104.740,12                        | 2.902.669,23 | Arroyo Urayansein         | Plataforma aerogenerador                   | Plataforma aerogenerador              |

Fuente: INGETEC, 2021

#### ✓ Análisis de frecuencia caudales medios y máximos

En la zona de estudio no operan estaciones de caudales ni el IDEAM ni la Corporación Autónoma Regional de la Guajira (Corpoguajira) que permitan determinar de forma directa los caudales medios, máximos y mínimos de cada uno de los drenajes de interés.

Dado que no existen estaciones de caudales que tengan registros continuos o de eventos no es posible realizar la calibración y validación de modelos hidrológicos.

Por lo descrito anteriormente, las estimaciones de caudales se realizaron mediante metodologías indirectas.

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

Bajo el anterior lineamiento, los caudales medios se determinaron mediante técnicas de regionalización (método del coeficiente de escorrentía) y los caudales máximos mediante modelos de simulación hidrológica alimentados con datos hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo.

- Caudales medios

Los caudales medios presentados en la Tabla 3-42 se estimaron teniendo en cuenta la relación existente entre el coeficiente de escorrentía y la precipitación media de cada una de las subcuencas del proyecto. Se determinaron los caudales medios diarios para el periodo 1988 - 2019. La metodología y detalle de cálculos (precipitación, coeficientes de escorrentía y caudales) se presentan en el numeral 5.1.4. Hidrología.

El resultado de los caudales medios para los puntos de ocupación se presenta a continuación:

**Tabla 3-42 Caudales medios para los puntos de ocupación**

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                         |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                      |
| 1    | 1-1          | 1-1    | NN 2-1         | 5.104.441,63                      | 2.904.625,65 | 0,063                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 2    | 1-2          | 1-2    | NN 1-2         | 5.104.959,92                      | 2.905.407,00 | 0,363                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m                    |
| 3    | 1-3          | 1-3    | NN 1-3         | 5.105.041,68                      | 2.905.416,34 | 0,029                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 4    | 1-5          | 1-5    | NN 1-5         | 5.105.276,30                      | 2.905.344,10 | 0,253                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 5    | 1-6          | 1-6    | NN 1-6         | 5.105.811,33                      | 2.905.021,59 | 0,815                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 6    | 1-7          | 1-7    | NN 1-7         | 5.105.926,28                      | 2.904.882,02 | 0,086                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 7    | 1-8          | 1-8    | NN 1-8         | 5.105.955,04                      | 2.904.834,78 | 0,075                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 8    | 1-9          | 1-9    | NN 1-9         | 5.106.011,45                      | 2.904.742,11 | 0,052                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 9    | 1-10         | 1-10   | NN 1-10        | 5.106.120,68                      | 2.904.562,68 | 0,033                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                          |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                       |
| 10   | 1-13         | 1-13   | NN 1-13        | 5.106.610,64                      | 2.904.541,22 | 0,042                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería  |
| 11   | 1-14         | 1-14   | NN 1-14        | 5.106.763,16                      | 2.904.566,18 | 0,434                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería  |
| 12   | 1-15         | 1-15   | NN 1-15        | 5.107.066,85                      | 2.904.615,88 | 0,237                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería  |
| 13   | 1-16-1       | 1-16   | Arroyo Kasia   | 5.107.324,66                      | 2.904.545,37 | 6,647                         | Alcantarilla tipo 3, ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería  |
| 14   | 1-16-2       |        | Arroyo Kasia   | 5.107.393,08                      | 2.904.503,72 |                               | Alcantarilla, 3ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería        |
| 15   | 1-17         | 1-17   | NN 1-17        | 5.107.517,86                      | 2.904.460,25 | 0,263                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería  |
| 16   | 1-18         | 1-18   | NN 1-18        | 5.107.711,28                      | 2.904.395,89 | 0,773                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería  |
| 17   | 1-19         | 1-19   | NN 1-19        | 5.107.870,46                      | 2.904.295,17 | 0,123                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería  |
| 18   | 1-20         | 1-20   | NN 1-20        | 5.107.912,00                      | 2.904.239,05 | 0,127                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería  |
| 19   | 1-21         | 1-21   | NN 1-21        | 5.108.008,94                      | 2.904.108,05 | 0,100                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m Banco de tubería    |
| 20   | 1-22         | 1-22   | NN 1-22        | 5.108.138,02                      | 2.904.026,28 | 0,057                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería  |
| 21   | 1-23         | 1-23   | NN 1-23        | 5.108.493,4                       | 2.903.996,56 | 1,295                         | Alcantarilla tipo 3, 4ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería |
| 22   | 1-24         | 1-24   | NN 1-24        | 5.108.791,46                      | 2.903.894,68 | 0,090                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería  |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                         |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                      |
| 23   | 1-25         | 1-25   | NN 1-25        | 5.108.875,25                      | 2.903.785,88 | 0,059                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 24   | 1-27         | 1-27   | NN 1-27        | 5.109.217,13                      | 2.903.293,63 | 0,229                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 25   | 2-1          | 2-1    | NN 2-1         | 5.104.434,83                      | 2.904.575,96 | 0,080                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |
| 26   | 5-1          | 5-1    | NN 5-1         | 5.104.769,09                      | 2.905.328,65 | 0,02                          | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |
| 27   | 9-1          | 9-1    | NN 1-7         | 5.105.996,60                      | 2.904.881,91 | 0,179                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |
| 28   | 10-1         | 10-1   | NN 10-1        | 5.105.842,77                      | 2.904.461,19 | 0,446                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 29   | 14-1         | 14-1   | NN 1-15        | 5.106.964,92                      | 2.904.668,99 | 0,197                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |
| 30   | 16-1         | 16-1   | NN 1-18        | 5.107.703,79                      | 2.904.443,04 | 0,788                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m                    |
| 31   | 19-1         | 19-1   | Arroyo Anouch  | 5.104.177,61                      | 2.903.932,99 | 0,133                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |
| 32   | 19-3         | 19-3   | NN 19-3        | 5.105.121,71                      | 2.903.817,13 | 0,115                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 33   | 19-6         | 19-6   | NN 19-6        | 5.105.575,19                      | 2.903.655,46 | 0,168                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Zanja 1,2 m      |
| 34   | 21-1         | 21-1   | NN 21-1        | 5.104.948,36                      | 2.903.865,14 | 0,02                          | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |
| 35   | 23-2         | 23-2   | NN 23-2        | 5.105.968,17                      | 2.903.754,14 | 0,054                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 36   | 23-3         | 23-3   | NN 23-3        | 5.106.023,35                      | 2.903.758,06 | 0,023                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 37   | 23-6         | 23-6   | NN 23-6        | 5.106.543,46                      | 2.903.765,22 | 0,057                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m                    |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                         |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                      |
| 38   | 25-1         | 25-1   | NN 23-6        | 5.106.532,58                      | 2.903.802,92 | 0,044                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 39   | 30-1         | 30-1   | NN 30-1        | 5.103.880,26                      | 2.903.407,31 | 0,182                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m                    |
| 40   | 30-2         | 30-2   | NN 30-2        | 5.103.931,73                      | 2.903.362,76 | 0,136                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 41   | 30-3         | 30-3   | NN 30-3        | 5.104.316,96                      | 2.903.029,33 | 0,095                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 42   | 30-4         | 30-4   | NN 30-4        | 5.104.435,05                      | 2.902.903,14 | 0,302                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 43   | 30-8         | 30-8   | NN 30-8        | 5.105.235,3                       | 2.902.262,12 | 0,126                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 44   | 30-9         | 30-9   | NN 30-9        | 5.105.300,76                      | 2.902.195,59 | 0,09                          | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 45   | 30-10        | 30-10  | NN 30-10       | 5.105.564,16                      | 2.902.149,03 | 0,081                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m                    |
| 46   | 34-1         | 34-1   | NN 34-1        | 5.105.525,27                      | 2.902.688,14 | 1,281                         | Alcantarilla tipo 3, ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería |
| 47   | 34-3         | 34-3   | NN 30-8        | 5.105.188,17                      | 2.902.388,99 | 0,093                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 48   | 35-1         | 35-1   | NN 35-1        | 5.106.095,40                      | 2.902.839,12 | 0,240                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 49   | 38-1         | 38-1   | NN 38-1        | 5.102.680,47                      | 2.902.062,11 | 4,916                         | Alcantarilla tipo 3 celdas, ø0,9m - 1,9m             |
| 50   | 39-1         | 39-1   | NN 39-1        | 5.102.515,21                      | 2.901.830,97 | 0,134                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 51   | 39-2         | 39-2   | NN 39-2        | 5.102.455,13                      | 2.901.746,95 | 0,128                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 52   | 39-3         | 39-3   | NN 39-3        | 5.102.405,24                      | 2.901.676,02 | 0,042                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                         |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                      |
| 53   | 39-4         | 39-4   | NN 39-4        | 5.102.372,28                      | 2.901.543,42 | 0,040                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 54   | 39-5         | 39-5   | NN 39-5        | 5.102.358,54                      | 2.901.475,90 | 0,034                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 55   | 39-6         | 39-6   | NN 39-6        | 5.102.303,83                      | 2.901.238,47 | 1,714                         | Alcantarilla tipo 3, ø0,9m - 3,3m                    |
| 56   | 39-7         | 39-7   | Arroyo Jichipa | 5.102.267,29                      | 2.901.093,20 | 13,611                        | Alcantarilla, 7ø0,9m - 8,9m y Banco de tubería       |
| 57   | 39-8         | 39-8   | NN 39-8        | 5.102.194,46                      | 2.900.803,60 | 0,067                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 58   | 39-9         | 39-9   | NN 39-9        | 5.102.184,86                      | 2.900.761,22 | 0,396                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 59   | 39-10        | 39-10  | NN 39-10       | 5.102.179,02                      | 2.900.717,09 | 0,096                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 60   | 42-1         | 42-1   | NN 39-6        | 5.102.335,01                      | 2.901.228,77 | 1,730                         | Alcantarilla tipo 3, ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería |
| 61   | 39-13        | 39-13  | NN 39-13       | 5.103.035,94                      | 2.900.203,89 | 0,027                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 62   | 39-15        | 39-15  | NN 39-15       | 5.103.359,06                      | 2.900.224,47 | 0,291                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 63   | 39-17        | 39-17  | NN 39-17       | 5.103.901,68                      | 2.900.261,06 | 0,161                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 64   | 48-1         | 48-1   | NN 48-1        | 5.104.325,22                      | 2.900.826,64 | 0,260                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 65   | 48-2         | 48-2   | NN 48-2        | 5.104.350,03                      | 2.900.752,23 | 0,047                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                           |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                        |
| 66   | 48-3         | 48-3   | NN 48-3        | 5.104.681,13                      | 2.900.103,08 | 0,627                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 67   | 48-5         | 48-5   | NN 48-5        | 5.105.632,64                      | 2.899.807,53 | 0,168                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 68   | 48-6         | 48-6   | NN 48-6        | 5.105.740,14                      | 2.899.831,89 | 0,044                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 69   | 48-7         | 48-7   | NN 48-7        | 5.105.852,90                      | 2.899.857,64 | 0,254                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 70   | 48-8         | 48-8   | NN 48-8        | 5.105.855,63                      | 2.899.858,27 | 0,019                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 71   | 48-9         | 48-9   | NN 48-9        | 5.106.015,74                      | 2.899.902,03 | 0,183                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 72   | 48-10        | 48-10  | NN 48-10       | 5.106.224,90                      | 2.900.377,45 | 0,555                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 73   | 48-11        | 48-11  | NN 48-11       | 5.106.252,09                      | 2.900.543,47 | 0,038                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 74   | 48-12        | 48-12  | NN 48-12       | 5.106.345,83                      | 2.900.982,63 | 0,077                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería m |
| 75   | 48-14        | 48-14  | NN 48-14       | 5.106.486,38                      | 2.901.257,20 | 1,316                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 76   | 48-15        | 48-15  | NN 48-10       | 5.106.653,40                      | 2.901.468,95 | 3,232                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 77   | 54-1         | 54-1   | NN 48-5        | 5.105.615,41                      | 2.899.864,12 | 0,105                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 78   | 57-1         | 57-1   | NN 57-1        | 5.104.496,19                      | 2.899.463,80 | 0,166                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                           |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                        |
| 79   | 57-2         | 57-2   | NN 57-2        | 5.104.771,18                      | 2.899.461,39 | 0,092                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 80   | 57-3         | 57-3   | NN 57-3        | 5.105.022,47                      | 2.899.459,2  | 0,415                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 81   | 57-4         | 57-4   | NN 57-4        | 5.105.051,16                      | 2.899.458,95 | 0,064                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 82   | 57-5         | 57-5   | NN 57-5        | 5.105.295,46                      | 2.899.456,81 | 0,786                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 83   | 57-6         | 57-6   | NN 48-5        | 5.105.548,36                      | 2.899.454,60 | 0,132                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 84   | 57-7         | 57-7   | NN 57-7        | 5.105.791,62                      | 2.899.452,48 | 0,458                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería m |
| 85   | 58-1         | 58-1   | NN 57-6        | 5.105.295,56                      | 2.899.433,34 | 0,804                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m                      |
| 86   | 58A-1        | 58A-1  | NN 48-7        | 5.106.028,73                      | 2.899.450,40 | 0,518                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 87   | 58A-2        | 58A-2  | NN 48-7        | 5.106.097,16                      | 2.899.449,81 | 0,091                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 88   | 60-1         | 60-1   | NN 60-1        | 5.106.362,67                      | 2.900.534,02 | 0,892                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 89   | 60-4         | 60-4   | NN 60-4        | 5.107.444,04                      | 2.900.693,93 | 0,173                         | Alcantarilla tipo 2, Ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería   |
| 90   | 60-5         | 60-5   | NN 60-5        | 5.107.388,39                      | 2.900.978,10 | 0,143                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería   |
| 91   | 65-2         | 65-2   | NN 65-2        | 5.107.633,47                      | 2.901.131,36 | 0,262                         | Alcantarilla tipo 1, Ø0,6m - 1,6m y Zanja 1,2 m        |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca | Cuerpo de agua | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación                         |
|------|--------------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
|      |              |        |                | X                                 | Y            |                               |                                                      |
| 92   | 70-1         | 70-1   | NN 48-14       | 5.106.447,47                      | 2.901.245,77 | 1,296                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 93   | 73-1-1       | 73-1   | Arroyo Orochón | 5.107.214,36                      | 2.901.693,14 | 70,036                        | Alcantarilla, 4ø0,9m - 4,7m y Banco de tubería       |
| 94   | 73-1-2       |        | Arroyo Orochón | 5.107.204,30                      | 2.901.761,31 |                               | Alcantarilla, 4ø0,9m - 4,7m y Banco de tubería       |
| 95   | 73-1-3       |        | Arroyo Orochón | 5.107.194,87                      | 2.901.826,82 |                               | Alcantarilla 4ø0,9m - 4,7m y Banco de tubería        |
| 96   | 73-1-4       |        | Arroyo Orochón | 5.107.189,48                      | 2.901.863,81 |                               | Alcantarilla, 3ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería       |
| 97   | 73-1-5       |        | Arroyo Orochón | 5.107.177,56                      | 2.901.945,59 |                               | Alcantarilla, 3ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería       |
| 98   | 73-3         | 73-3   | NN 73-3        | 5.107.117,61                      | 2.902.192,93 | 0,203                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 99   | 73-4         | 73-4   | NN 73-4        | 5.107.209,37                      | 2.902.312,26 | 0,182                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 100  | 73-5         | 73-5   | NN 73-5        | 5.107.287,30                      | 2.902.380,39 | 0,044                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |
| 101  | 73-7-1       | 73-7   | Arroyo Anouch  | 5.107.633,02                      | 2.902.649,78 | 7,250                         | Alcantarilla, 4ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería       |
| 102  | 73-7-2       |        | Arroyo Anouch  | 5.107.701,97                      | 2.902.663,37 |                               | Alcantarilla, ø0,9m - 3,3m y Banco de tubería        |
| 103  | 73-9         | 73-9   | NN 73-9        | 5.108.157,75                      | 2.902.693,70 | 0,752                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m y Banco de tubería |
| 104  | 73-11        | 73-11  | NN 73-11       | 5.108.329,04                      | 2.902.656,78 | 0,154                         | Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m y Banco de tubería |

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

| Ítem | ID del punto | Cuenca   | Cuerpo de agua    | Coordenadas Origen Único Nacional |              | Caudal medio multianual (l/s) | Obra asociada a la ocupación      |
|------|--------------|----------|-------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|      |              |          |                   | X                                 | Y            |                               |                                   |
| 105  | 75-1         | 75-1     | NN 75-1           | 5.107.465,44                      | 2.902.561,70 | 0,015                         | Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m |
| 106  | RE-1         | RE-1     | Arroyo Kasia      | 5.104.671,44                      | 2.9042.53,55 | 0,756                         | Banco de tubería                  |
| 107  | RE-2         | RE-2     | NN 2-1            | 5.104.661,14                      | 2.904.421,52 | 0,334                         | Banco de tubería                  |
| 108  | RE-3         | RE-3     | NN 10-1           | 5.106.146,67                      | 2.904.347,28 | 0,723                         | Banco de tubería                  |
| 109  | RE-4         | RE-4     | Arroyo Kasia      | 5.106.715,13                      | 2.904.045,02 | 4,782                         | Banco de tubería                  |
| 110  | RE-5         | RE-5     | NN RE-5           | 5.107.139,93                      | 2.903.226,93 | 0,321                         | Banco de tubería                  |
| 111  | RE-6         | RE-6     | NN RE-6           | 5.107.215,62                      | 2.903.135,84 | 0,061                         | Banco de tubería                  |
| 112  | RE-7         | RE-7     | Arroyo Anouch     | 5.107.422,26                      | 2.902.796,57 | 6,354                         | Banco de tubería                  |
| 113  | RE-8         | RE-8     | NN RE-8           | 5.106.658,26                      | 2.902.233,39 | 1,063                         | Banco de tubería                  |
| 114  | RE-9         | RE-9     | NN 34-1           | 5.106.236,33                      | 2.902.182,47 | 2,087                         | Banco de tubería                  |
| 115  | WT-23        | WT-23    | NN-WT23           | 5.106.165,55                      | 2.902,142,72 | 2,084                         | Plataforma aerogenerador          |
| 116  | WT-51        | WT-51    | NN-WT51           | 5.104.309,51                      | 2.901.078,91 | 3,864                         | Plataforma aerogenerador          |
| 117  | CO-1         | CO-1     | NN-57-5           | 5.105.385,86                      | 2.899.722,36 | 0,031                         | Área de campamento                |
| 118  | ZODME-1      | NN 48-11 | NN 48-11          | 5.106.124,54                      | 2.900.510,18 | 0,038                         | Zodme 1                           |
| 119  | WT13         | WT13     | NN-WT13           | 5.104.885,19                      | 2.905.455,46 | 6,403                         | Plataforma aerogenerador          |
| 120  | WT18         | WT18     | NN-19-6           | 5.105.625,98                      | 2.903.647,20 | 0,168                         | Plataforma aerogenerador          |
| 121  | WT25         | WT25     | Arroyo Urayansein | 5.104.740,12                      | 2.902.669,23 | 13,298                        | Plataforma aerogenerador          |

Fuente: INGETEC, 2021.

- Caudales máximos

Teniendo en cuenta que las cuencas en estudio no se encuentran instrumentadas con estaciones de medición de caudales que permitan realizar calibraciones y validaciones se utilizaron metodologías indirectas.

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

La metodología empleada para el cálculo de caudales máximos corresponde al modelo lluvia - escorrentía basados en el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS), este modelo se implementó con ayuda del software HEC-HMS, teniendo en cuenta parámetros como características morfológicas de las subcuencas, el hidrograma unitario, hietograma de diseño, factor de reducción por área, distribución temporal de precipitación; como se indica en el numeral 5.1.4 Hidrología.

De acuerdo con la metodología y parámetros descritos anteriormente, se realizaron los modelos HMS con los cuales se calcularon los caudales máximos de las ocupaciones de cauces para diferentes periodos de retorno (Tr), presentados en la Tabla 3-43 para cada ocupación.

**Tabla 3-43 Caudales máximos para los puntos de ocupación**

| Ítem | ID del punto | Cuerpo de agua | Cuenc a | Área (km <sup>2</sup> ) | Q (l/s)    |        |        |        |        |        |        |
|------|--------------|----------------|---------|-------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      |              |                |         |                         | Tr2,3<br>3 | Tr5    | Tr10   | Tr20   | Tr25   | Tr50   | Tr100  |
| 1    | 1-1          | NN 2-1         | 1-1     | 0,0269                  | 11,1       | 46,6   | 89,6   | 139,4  | 157,1  | 215,1  | 287,4  |
| 2    | 1-2          | NN 1-2         | 1-2     | 0,1616                  | 21,4       | 184,5  | 383,6  | 620,5  | 705,5  | 988,8  | 1317,4 |
| 3    | 1-3          | NN 1-3         | 1-3     | 0,0129                  | 1,1        | 13,6   | 28,5   | 48,1   | 55,5   | 78,4   | 103,5  |
| 4    | 1-5          | NN 1-5         | 1-5     | 0,1235                  | 11,5       | 131,7  | 275,5  | 464,2  | 534,9  | 755,1  | 995,9  |
| 5    | 1-6          | NN 1-6         | 1-6     | 0,3340                  | 83,1       | 449,1  | 892,0  | 1401,4 | 1593,2 | 2192,4 | 2844,9 |
| 6    | 1-7          | NN 1-7         | 1-7     | 0,0401                  | 3,7        | 42,8   | 89,4   | 150,7  | 173,6  | 245,1  | 323,2  |
| 7    | 1-8          | NN 1-8         | 1-8     | 0,0351                  | 3,1        | 36,9   | 77,5   | 130,7  | 150,7  | 213,0  | 281,2  |
| 8    | 1-9          | NN 1-9         | 1-9     | 0,0224                  | 2,0        | 23,6   | 49,6   | 83,6   | 96,3   | 136,2  | 179,8  |
| 9    | 1-10         | NN 1-10        | 1-10    | 0,0130                  | 1,1        | 13,7   | 28,8   | 48,5   | 55,9   | 79,0   | 104,3  |
| 10   | 1-13         | NN 1-13        | 1-13    | 0,0164                  | 1,4        | 17,2   | 36,2   | 61,1   | 70,4   | 99,5   | 131,4  |
| 11   | 1-14         | NN 1-14        | 1-14    | 0,1782                  | 12,3       | 173,4  | 377,6  | 626,1  | 714,1  | 1010,6 | 1351,6 |
| 12   | 1-15         | NN 1-15        | 1-15    | 0,0971                  | 8,5        | 102,2  | 214,7  | 362,1  | 417,5  | 590,1  | 778,9  |
| 13   | 1-16-1       | Arroyo Kasia   | 1-16-1  | 2,72                    | 370,3      | 1635,3 | 3106,5 | 4872,7 | 5473,8 | 7509,4 | 9644,0 |
| 14   | 1-16-2       | Arroyo Kasia   | 1-16-2  | 2,72                    | 370,3      | 1635,3 | 3106,5 | 4878,7 | 5473,8 | 7509,4 | 9644,0 |
| 15   | 1-17         | NN 1-17        | 1-17    | 0,0793                  | 96,1       | 265,9  | 445,5  | 668,0  | 746,6  | 987,7  | 1252,0 |
| 16   | 1-18         | NN 1-18        | 1-18    | 0,3168                  | 35,3       | 319,7  | 681,2  | 1119,4 | 1276,2 | 1790,4 | 2371,6 |
| 17   | 1-19         | NN 1-19        | 1-19    | 0,0525                  | 8,1        | 63,5   | 128,5  | 213,6  | 244,7  | 341,2  | 448,4  |
| 18   | 1-20         | NN 1-20        | 1-20    | 0,0542                  | 5,0        | 57,8   | 120,9  | 203,8  | 234,8  | 331,4  | 437,1  |
| 19   | 1-21         | NN 1-21        | 1-21    | 0,0410                  | 3,6        | 43,1   | 90,6   | 152,7  | 176,1  | 248,8  | 328,5  |
| 20   | 1-22         | NN 1-22        | 1-22    | 0,0226                  | 2,1        | 24,1   | 50,5   | 85,1   | 98,1   | 138,4  | 182,6  |
| 21   | 1-23         | NN 1-23        | 1-23    | 0,5493                  | 22,9       | 407,5  | 956,4  | 1618,3 | 1869,5 | 2678,4 | 3579,4 |
| 22   | 1-24         | NN 1-24        | 1-24    | 0,0382                  | 3,3        | 40,2   | 84,5   | 142,5  | 164,3  | 232,2  | 306,6  |
| 23   | 1-25         | NN 1-25        | 1-25    | 0,0264                  | 2,3        | 27,8   | 58,3   | 98,4   | 113,4  | 160,3  | 211,6  |
| 24   | 1-27         | NN 1-27        | 1-27    | 0,1068                  | 9,9        | 113,8  | 238,1  | 401,2  | 462,3  | 652,5  | 860,7  |

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

| Ítem | ID del punto | Cuerpo de agua | Cuenc a | Área (km²) | Q (l/s) |        |        |        |        |        |        |
|------|--------------|----------------|---------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      |              |                |         |            | Tr2,33  | Tr5    | Tr10   | Tr20   | Tr25   | Tr50   | Tr100  |
| 25   | 2-1          | NN 2-1         | 2-1     | 0,0342     | 11,3    | 53,8   | 104,5  | 165,7  | 187,5  | 255,4  | 343,1  |
| 26   | 5-1          | NN 5-1         | 5-1     | 0,0089     | 0,8     | 9,4    | 19,7   | 33,2   | 38,3   | 54,1   | 71,5   |
| 27   | 9-1          | NN 1-7         | 9-1     | 0,0833     | 7,3     | 87,6   | 184,1  | 310,3  | 357,8  | 505,7  | 667,6  |
| 28   | 10-1         | NN 10-1        | 10-1    | 0,1903     | 35,7    | 241,1  | 486,0  | 776,0  | 878,5  | 1222,7 | 1617,2 |
| 29   | 14-1         | NN 1-15        | 14-1    | 0,0776     | 6,8     | 81,7   | 171,6  | 289,4  | 333,7  | 471,6  | 622,6  |
| 30   | 16-1         | NN 1-18        | 16-1    | 0,3230     | 38,9    | 333,3  | 704,7  | 1154,8 | 1315,8 | 1843,1 | 2439,1 |
| 31   | 19-1         | Arroyo Anouch  | 19-1    | 0,0428     | 22,9    | 84,2   | 158,5  | 241,2  | 270,4  | 375,3  | 495,0  |
| 32   | 19-3         | NN 19-3        | 19-3    | 0,0493     | 18,3    | 81,4   | 157,4  | 247,1  | 279,1  | 380,1  | 510,6  |
| 33   | 19-6         | NN 19-6        | 19-6    | 0,0818     | 7,1     | 86,1   | 180,8  | 304,8  | 351,5  | 496,8  | 655,8  |
| 34   | 21-1         | NN 21-1        | 21-1    | 0,0087     | 0,8     | 9,1    | 19,2   | 32,3   | 37,3   | 52,7   | 69,5   |
| 35   | 23-2         | NN 23-2        | 23-2    | 0,0209     | 7,4     | 33,9   | 65,7   | 103,5  | 117,0  | 159,2  | 214,0  |
| 36   | 23-3         | NN 23-3        | 23-3    | 0,0084     | 3,0     | 13,6   | 26,3   | 41,4   | 46,8   | 63,7   | 85,6   |
| 37   | 23-6         | NN 23-6        | 23-6    | 0,0190     | 19,8    | 57,2   | 96,3   | 146,1  | 164,2  | 219,8  | 279,7  |
| 38   | 25-1         | NN 23-6        | 25-1    | 0,0149     | 13,8    | 41,3   | 71,0   | 107,0  | 120,7  | 163,1  | 209,0  |
| 39   | 30-1         | NN 30-1        | 30-1    | 0,0564     | 34,9    | 120,1  | 221,8  | 333,3  | 374,5  | 521,1  | 682,3  |
| 40   | 30-2         | NN 30-2        | 30-2    | 0,0581     | 10,1    | 72,8   | 145,9  | 241,8  | 276,5  | 384,2  | 505,8  |
| 41   | 30-3         | NN 30-3        | 30-3    | 0,0418     | 3,7     | 44,0   | 92,5   | 156,0  | 179,9  | 254,2  | 335,6  |
| 42   | 30-4         | NN 30-4        | 30-4    | 0,1351     | 31,2    | 185,4  | 366,3  | 596,8  | 679,8  | 936,0  | 1243,4 |
| 43   | 30-8         | NN 30-8        | 30-8    | 0,0578     | 5,0     | 60,8   | 127,8  | 215,4  | 248,4  | 351,1  | 463,4  |
| 44   | 30-9         | NN 30-9        | 30-9    | 0,0397     | 3,5     | 41,7   | 87,7   | 147,8  | 170,5  | 240,9  | 318,0  |
| 45   | 30-10        | NN 30-10       | 30-10   | 0,0365     | 3,2     | 38,4   | 80,7   | 136,0  | 156,9  | 221,7  | 292,7  |
| 46   | 34-1         | NN 34-1        | 34-1    | 0,5952     | 22,5    | 383,0  | 909,1  | 1567,8 | 1807,6 | 2573,7 | 3467,3 |
| 47   | 34-3         | NN 30-8        | 34-3    | 0,0431     | 3,8     | 45,3   | 95,2   | 160,6  | 185,1  | 261,7  | 345,4  |
| 48   | 35-1         | NN 35-1        | 35-1    | 0,1167     | 10,2    | 122,8  | 258,0  | 434,9  | 501,5  | 708,8  | 935,7  |
| 49   | 38-1         | NN 38-1        | 38-1    | 1,39       | 347,0   | 1118,5 | 1790,0 | 2420,0 | 2741,0 | 3187,0 | 3716,5 |
| 50   | 39-1         | NN 39-1        | 39-1    | 0,0354     | 24,6    | 65,8   | 97,8   | 130,2  | 140,9  | 168,6  | 195,1  |
| 51   | 39-2         | NN 39-2        | 39-2    | 0,0624     | 43,4    | 115,8  | 172,3  | 229,4  | 248,1  | 296,9  | 343,6  |
| 52   | 39-3         | NN 39-3        | 39-3    | 0,0136     | 9,5     | 25,2   | 37,6   | 50,0   | 54,1   | 64,7   | 74,9   |
| 53   | 39-4         | NN 39-4        | 39-4    | 0,0129     | 9,0     | 24,0   | 35,7   | 47,6   | 51,5   | 61,6   | 71,3   |
| 54   | 39-5         | NN 39-5        | 39-5    | 0,0100     | 7,0     | 18,6   | 27,6   | 36,8   | 39,8   | 47,6   | 55,1   |
| 55   | 39-6         | NN 39-6        | 39-6    | 0,4636     | 209,1   | 633,5  | 990,4  | 1313,1 | 1422,3 | 1703,3 | 1972,7 |
| 56   | 39-7         | Arroyo Jichipa | 39-7    | 4,23       | 1336,8  | 3331,8 | 4971,3 | 6430,7 | 6832,6 | 8099,5 | 9332,5 |
| 57   | 39-8         | NN 39-8        | 39-8    | 0,0216     | 15,0    | 40,1   | 59,7   | 79,5   | 86,0   | 102,9  | 119,1  |
| 58   | 39-9         | NN 39-9        | 39-9    | 0,1221     | 85,0    | 226,8  | 337,4  | 449,1  | 485,8  | 581,4  | 672,8  |
| 59   | 39-10        | NN 39-10       | 39-10   | 0,0296     | 25,4    | 61,7   | 92,0   | 120,5  | 129,9  | 154,0  | 177,1  |

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

| Ítem | ID del punto | Cuerpo de agua | Cuenc a | Área (km²) | Q (l/s) |        |         |         |         |         |         |
|------|--------------|----------------|---------|------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|      |              |                |         |            | Tr2,33  | Tr5    | Tr10    | Tr20    | Tr25    | Tr50    | Tr100   |
| 60   | 42-1         | NN 39-6        | 42-1    | 0,4684     | 210,1   | 636,5  | 996,3   | 1322,1  | 1432,3  | 1716,1  | 1983,4  |
| 61   | 39-13        | NN 39-13       | 39-13   | 0,0083     | 6,5     | 16,5   | 24,5    | 32,4    | 34,9    | 41,6    | 47,9    |
| 62   | 39-15        | NN 39-15       | 39-15   | 0,0938     | 73,4    | 185,8  | 276,4   | 365,1   | 394,1   | 469,2   | 541,1   |
| 63   | 39-17        | NN 39-17       | 39-17   | 0,0475     | 35,4    | 91,6   | 136,1   | 180,5   | 195,0   | 232,7   | 268,7   |
| 64   | 48-1         | NN 48-1        | 48-1    | 0,0838     | 74,2    | 178,4  | 265,4   | 347,1   | 373,7   | 442,6   | 508,4   |
| 65   | 48-2         | NN 48-2        | 48-2    | 0,0129     | 15,8    | 34,8   | 50,2    | 63,9    | 68,3    | 79,8    | 90,6    |
| 66   | 48-3         | NN 48-3        | 48-3    | 0,1654     | 90,0    | 261,8  | 401,7   | 526,5   | 568,9   | 678,4   | 786,8   |
| 67   | 48-5         | NN 48-5        | 48-5    | 0,0592     | 41,2    | 110,0  | 163,7   | 217,9   | 235,7   | 282,0   | 326,4   |
| 68   | 48-6         | NN 48-6        | 48-6    | 0,0157     | 10,9    | 29,1   | 43,3    | 57,7    | 62,4    | 74,7    | 86,4    |
| 69   | 48-7         | NN 48-7        | 48-7    | 0,0900     | 62,6    | 167,2  | 248,8   | 331,1   | 358,2   | 428,7   | 496,1   |
| 70   | 48-8         | NN 48-8        | 48-8    | 0,0069     | 4,8     | 12,8   | 19,1    | 25,4    | 27,5    | 32,8    | 38,0    |
| 71   | 48-9         | NN 48-9        | 48-9    | 0,0648     | 45,1    | 120,4  | 179,2   | 238,5   | 258,0   | 308,7   | 357,3   |
| 72   | 48-10        | NN 48-10       | 48-10   | 0,1972     | 81,5    | 254,6  | 395,4   | 529,1   | 574,4   | 692,7   | 804,4   |
| 73   | 48-11        | NN 48-11       | 48-11   | 0,0134     | 9,3     | 25,0   | 37,1    | 49,4    | 53,5    | 64,0    | 74,0    |
| 74   | 48-12        | NN 48-12       | 48-12   | 0,0281     | 19,5    | 52,1   | 77,5    | 103,2   | 111,6   | 133,6   | 154,6   |
| 75   | 48-14        | NN 48-14       | 48-14   | 0,4248     | 196,4   | 595,9  | 925,3   | 1221,6  | 1322,2  | 1588,6  | 1847,1  |
| 76   | 48-15        | NN 48-10       | 48-15   | 1,1208     | 187,5   | 817,3  | 1379,3  | 1935,4  | 2121,0  | 2691,6  | 3252,7  |
| 77   | 54-1         | NN 48-5        | 54-1    | 0,0372     | 25,9    | 69,0   | 102,7   | 136,7   | 147,9   | 176,9   | 204,8   |
| 78   | 57-1         | NN 57-1        | 57-1    | 0,0589     | 41,0    | 109,4  | 162,8   | 216,7   | 234,4   | 280,5   | 324,6   |
| 79   | 57-2         | NN 57-2        | 57-2    | 0,0328     | 22,8    | 60,8   | 90,5    | 120,5   | 130,3   | 156,0   | 180,5   |
| 80   | 57-3         | NN 57-3        | 57-3    | 0,1470     | 99,6    | 269,5  | 400,5   | 524,7   | 566,3   | 680,1   | 790,5   |
| 81   | 57-4         | NN 57-4        | 57-4    | 0,0227     | 15,8    | 42,1   | 62,6    | 83,3    | 90,2    | 107,9   | 124,9   |
| 82   | 57-5         | NN 57-5        | 57-5    | 0,2791     | 187,2   | 507,8  | 757,0   | 990,8   | 1070,1  | 1272,4  | 1480,5  |
| 83   | 57-6         | NN 48-5        | 57-6    | 0,0469     | 32,6    | 87,0   | 129,5   | 172,4   | 186,5   | 223,1   | 258,2   |
| 84   | 57-7         | NN 57-7        | 57-7    | 0,1624     | 89,6    | 261,3  | 399,0   | 521,2   | 562,9   | 675,2   | 781,8   |
| 85   | 58-1         | NN 57-6        | 58-1    | 0,2852     | 191,4   | 519,0  | 773,8   | 1012,6  | 1093,7  | 1300,5  | 1513,2  |
| 86   | 58A-1        | NN 48-7        | 58A-1   | 0,1839     | 102,2   | 298,6  | 454,7   | 593,5   | 642,9   | 770,5   | 891,3   |
| 87   | 58A-2        | NN 48-7        | 58A-2   | 0,0322     | 22,4    | 59,8   | 89,0    | 118,4   | 128,1   | 153,3   | 177,4   |
| 88   | 60-1         | NN 60-1        | 60-1    | 0,3031     | 115,0   | 358,3  | 568,6   | 761,0   | 826,0   | 995,0   | 1154,5  |
| 89   | 60-4         | NN 60-4        | 60-4    | 0,0712     | 6,2     | 74,9   | 157,4   | 265,4   | 306,0   | 432,5   | 571,0   |
| 90   | 60-5         | NN 60-5        | 60-5    | 0,0536     | 5,0     | 57,1   | 119,5   | 201,4   | 232,1   | 327,6   | 432,1   |
| 91   | 65-2         | NN 65-2        | 65-2    | 0,0685     | 55,3    | 130,3  | 214,4   | 302,8   | 331,3   | 439,6   | 564,8   |
| 92   | 70-1         | NN 48-14       | 70-1    | 0,4181     | 193,3   | 586,6  | 910,8   | 1202,5  | 1301,5  | 1563,7  | 1818,2  |
| 93   | 73-1-1       | Arroyo Orochón | 73-1-1  | 22,096     | 2271,4  | 7061,3 | 11545,4 | 15824,7 | 17147,8 | 21370,8 | 25606,1 |
| 94   | 73-1-2       | Arroyo Orochón | 73-1-2  | 22,096     | 2271,4  | 7061,3 | 11545,4 | 15824,7 | 17147,8 | 21370,8 | 25606,1 |

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

| Ítem | ID del punto | Cuerpo de agua     | Cuenc a  | Área (km²) | Q (l/s) |        |         |         |         |         |         |
|------|--------------|--------------------|----------|------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|      |              |                    |          |            | Tr2,33  | Tr5    | Tr10    | Tr20    | Tr25    | Tr50    | Tr100   |
| 95   | 73-1-3       | Arroyo Orochón     | 73-1-3   | 22,096     | 2271,4  | 7061,3 | 11545,4 | 15824,7 | 17147,8 | 21370,8 | 25606,1 |
| 96   | 73-1-4       | Arroyo Orochón     | 73-1-4   | 22,096     | 2271,4  | 7061,3 | 11545,4 | 15824,7 | 17147,8 | 21370,8 | 25606,1 |
| 97   | 73-1-5       | Arroyo Orochón     | 73-1-5   | 22,096     | 2271,4  | 7061,3 | 11545,4 | 15824,7 | 17147,8 | 21370,8 | 25606,1 |
| 98   | 73-3         | NN 73-3            | 73-3     | 0,0932     | 8,1     | 98,1   | 206,1   | 347,5   | 400,7   | 566,4   | 747,7   |
| 99   | 73-4         | NN 73-4            | 73-4     | 0,0849     | 7,4     | 89,3   | 187,6   | 316,3   | 364,7   | 515,5   | 680,5   |
| 100  | 73-5         | NN 73-5            | 73-5     | 0,0195     | 1,7     | 20,5   | 43,0    | 72,6    | 83,7    | 118,3   | 156,1   |
| 101  | 73-7-1       | Arroyo Anouch      | 73-7-1   | 7,231      | 323,6   | 1682,4 | 3315,3  | 5245,6  | 5965,2  | 8206,6  | 10681,1 |
| 102  | 73-7-2       | Arroyo Anouch      | 73-7-2   | 7,231      | 323,6   | 1682,4 | 3315,3  | 5245,6  | 5965,2  | 8206,6  | 10681,1 |
| 103  | 73-9         | NN 73-9            | 73-9     | 0,3346     | 18,3    | 296,3  | 666,9   | 1112,8  | 1280,0  | 1808,4  | 2412,1  |
| 104  | 73-11        | NN 73-11           | 73-11    | 0,0657     | 5,7     | 69,1   | 145,2   | 244,9   | 282,3   | 399,0   | 526,8   |
| 105  | 75-1         | NN 75-1            | 75-1     | 0,0064     | 0,6     | 6,8    | 14,2    | 24,0    | 27,7    | 39,1    | 51,6    |
| 106  | RE-1         | Arroyo Kasia       | RE-1     | 0,250      | 0,081   | 0,381  | 0,726   | 1,135   | 1,282   | 1,746   | 2,278   |
| 107  | RE-2         | NN 2-1             | RE-2     | 0,137      | 0,028   | 0,180  | 0,357   | 0,588   | 0,671   | 0,928   | 1,227   |
| 108  | RE-3         | NN 10-1            | RE-3     | 0,307      | 0,032   | 0,300  | 0,639   | 1,060   | 1,211   | 1,693   | 2,253   |
| 109  | RE-4         | Arroyo Kasia       | RE-4     | 1,882      | 0,297   | 1,259  | 2,383   | 3,719   | 4,180   | 5,747   | 7,370   |
| 110  | RE-5         | NN RE-5            | RE-5     | 0,143      | 0,011   | 0,144  | 0,312   | 0,515   | 0,590   | 0,842   | 1,124   |
| 111  | RE-6         | NN RE-6            | RE-6     | 0,029      | 0,003   | 0,031  | 0,064   | 0,108   | 0,125   | 0,176   | 0,233   |
| 112  | RE-7         | Arroyo Anouch      | RE-7     | 2,826      | 0,294   | 1,520  | 2,980   | 4,715   | 5,352   | 7,347   | 9,609   |
| 113  | RE-8         | NN RE-8            | RE-8     | 0,495      | 0,019   | 0,345  | 0,805   | 1,393   | 1,607   | 2,289   | 3,069   |
| 114  | RE-9         | NN 34-1            | RE-9     | 0,970      | 0,021   | 0,399  | 0,978   | 1,719   | 1,993   | 2,880   | 3,883   |
| 115  | WT23         | NN-WT23            | WT23     | 0,970      | 0,021   | 399,0  | 978,0   | 1719,0  | 1993,0  | 2880,0  | 3883,0  |
| 116  | WT51         | NN-WT51            | WT51     | 1,680      | 40,00   | 600,00 | 1500,0  | 2700,0  | 3100,0  | 4500,0  | 6000,0  |
| 117  | CO-1         | NN-57-5            | CO-1     | 0,011      | 8,0     | 20,6   | 30,0    | 40,0    | 40,0    | 50,0    | 61,0    |
| 118  | ZOD ME-1     | NN 48-11           | NN 48-11 | 0,013      | 9,0     | 25,0   | 37,0    | 49,0    | 54,0    | 64,0    | 74,0    |
| 119  | WT13         | NN-WT13            | WT13     | 2,623      | 273,0   | 1415,0 | 2836,0  | 4500,0  | 5097,0  | 7055,0  | 9216,0  |
| 120  | WT18         | NN-19-6            | NN 19-6  | 0,082      | 7,0     | 86,0   | 181,0   | 305,0   | 352,0   | 497,0   | 656,0   |
| 121  | WT25         | Arroyo Urayansei n | WT25     | 4,113      | 630,0   | 2197,0 | 3814,0  | 5475,0  | 6002,0  | 7801,0  | 9630,0  |

Fuente: INGETEC, 2021

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

✓ Condiciones y dinámica fluvial de cauces en estudio

Cada propuesta de ocupación dependerá de las condiciones y dinámica del cuerpo de agua a ser afectado. La dinámica fluvial o fluviomorfología estudia las formas fluviales y el mecanismo mediante el cual el río ha llegado a ella, y así se puede inferir el comportamiento futuro del río; las formas que puede adoptar pueden originarse o ser una consecuencia de determinadas acciones internas propias del río, o externas, principalmente intervención antrópica, o una combinación de las dos.

Una vista aérea de los ríos mostraría sus formas variadas, por lo que se reconocen tres clases de cauces en el área de estudio, en función de su forma en planta:

- **Cauces rectos:** Poseen una sinuosidad muy baja en una distancia de varias veces el ancho de la sección transversal de éste. El fondo del cauce es de todas maneras sinuoso y muestra partes más profundas (pozos), alternándose con partes menos profundas donde el flujo tiene mayor velocidad (rápidos). Los cauces rectos pueden cambiar su trayecto a causa de acrecimiento o erosión lateral.

Foto 3-15 Ejemplo de cauce recto



Fuente: INGETEC, 2020

- **Cauces trenzados:** Poseen varios canales y brazos que se entrelazan y separan dentro del cauce principal debido a cambios de pendiente longitudinal y transversal, a incrementos bruscos de carga aluvial durante las avenidas y a la pérdida de capacidad de transporte de material al disminuir la pendiente o el caudal. Los materiales gruesos se acumulan en barras o puntas que actúan como obstáculos naturales, desviando la corriente hacia uno o ambos lados o taponando brazos. Esto tiene lugar en las crecientes, produciendo inundaciones y el súbito abandono de un canal para ocupar otro. Al bajar el caudal, quedan islas de sedimentos que, con el

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

tiempo, pueden convertirse también en islas con vegetación relativamente permanente.

**Foto 3-16 Ejemplo de cauce trenzado**



*Fuente: INGETEC, 2020*

- ✓ **Cauces sinuosos:** Poseen una serie de curvas, meandros o cinturones alternados, que le dan al cauce, visto en planta, una forma de S. En general se puede establecer, como punto de referencia, que un cauce se considera sinuoso cuando presenta una sinuosidad mayor de 1,3.

**Foto 3-17 Ejemplo de cauce meándrico**



*Fuente: INGETEC, 2020*

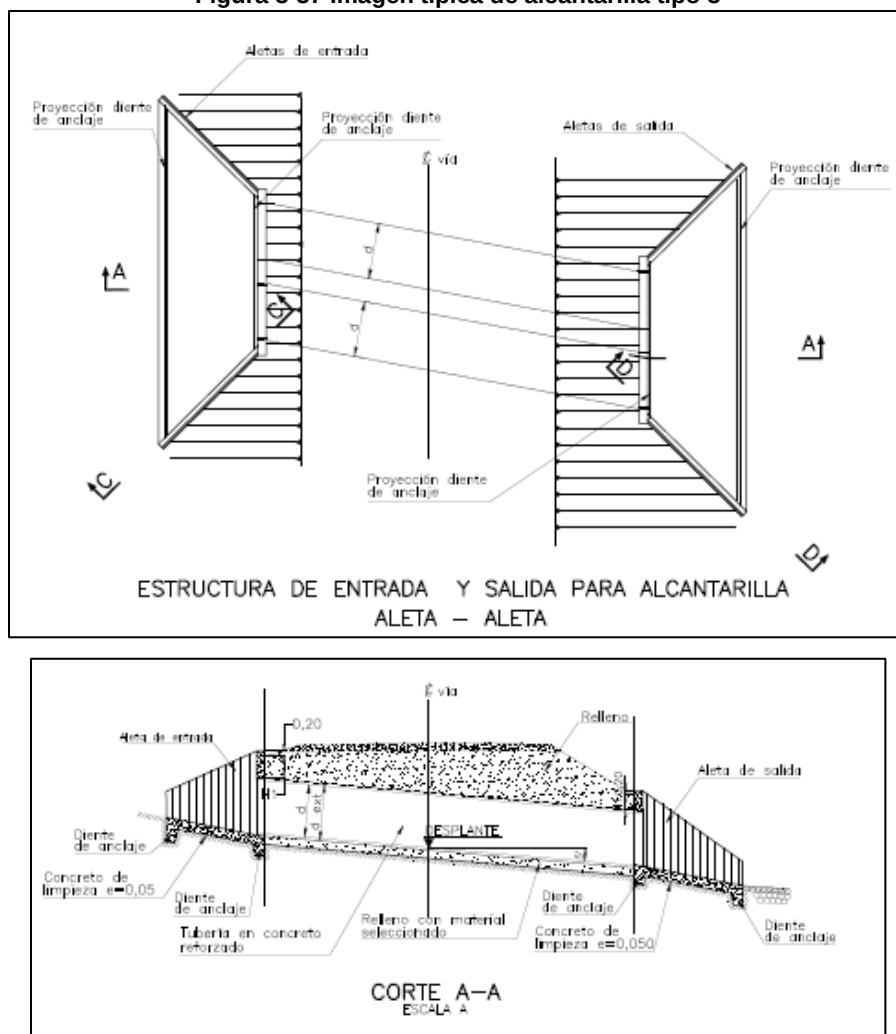
En el Capítulo 7.4, se destacan las características de alineamiento y tipo de fuente de cada uno de los cauces afectados. Los planos del proyecto que se incluyen en el Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/B-Planos), muestran las soluciones para la ubicación de cada uno de los puntos de afectación que se identifican en las Tabla 3-39 Tabla 3-40 y Tabla 3-41.

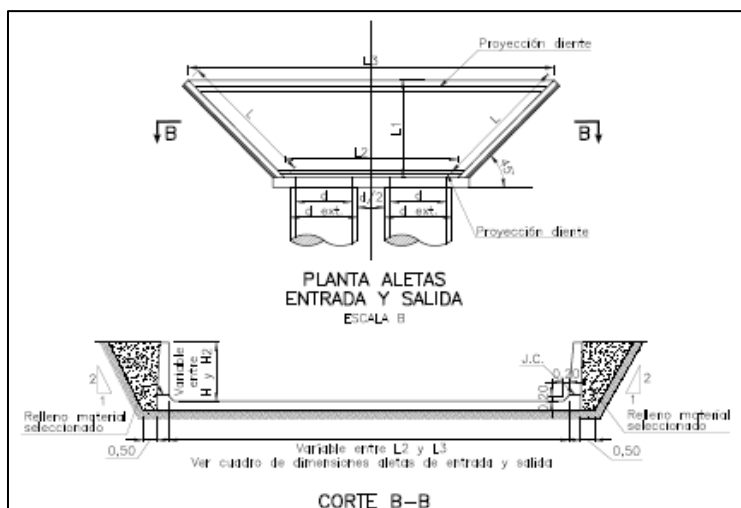
Las soluciones se basan principalmente en alcantarillas con aletas de concreto armado en ambos extremos del cruce, unidas por medio de una o varias tuberías de concreto, según el caudal. Se definieron en total cinco tipos de alcantarillas básicas según se indica a continuación.

- Alcantarilla Tipo 1: Tubería de 0,6 m de diámetro, 1 celda
- Alcantarilla Tipo 2: Tubería de 0,9 m de diámetro, 1 celda
- Alcantarilla Tipo 3: Tubería de 0,9 m de diámetro, 2 celdas

La Figura 3-37 se muestra unas vistas representativas para una de las soluciones adoptadas, destacando que en Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/B-Planos) se incluyen los planos de detalle de cada una de las propuestas.

**Figura 3-37 Imagen típica de alcantarilla tipo 3**





Fuente: INGETEC, 2020

El proceso constructivo asociado a cualquiera de las opciones sigue la siguiente secuencia:

- Localización y replanteo del sitio, demarcando la ubicación donde se construirá la alcantarilla por medio de estacas.
- Limpieza y descapote, se procede a retirar la capa vegetal y material inadecuado de acuerdo con los espesores de diseño o los estipulados por el supervisor del contrato.
- Excavaciones, requeridas para alcanzar el nivel de profundidad indicado en el perfil y diseño del elemento hidráulico.
- Instalación del solado o cama de material granular, se procede con el ajuste de la cota del terreno mediante instalación de concreto de 2000 psi o cama de material granular obteniendo un piso ideal para el trabajo de construcción. Los espesores serán establecidos en los diseños definitivos.
- Instalación de tuberías cumpliendo alineamientos, cotas, pendientes y diámetros establecidos en los planos del proyecto. Para la alternativa de solado se deberá instalar la tubería cuando el concreto del solado se encuentre fresco, comenzando por el lado de la salida y con los extremos acampanados o de ranura en dirección aguas arriba.
- Se procede con la construcción del atraque para la tubería con mezcla de cemento y agregado para todo el tubo.
- Cuando se cumpla el curado del atraque se procede con la instalación del relleno compactado acorde a los diseños y recomendaciones del supervisor.
- El curado del concreto se puede llevar a cabo por 3 métodos: Humedad, cubrimiento con películas líquidas o cubrimiento con membranas. En el numeral 630.2.5 del artículo 630 de las especificaciones INVIAS se describen en detalles estos métodos de curado.

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

- Los cabezales y/o cajas de ingreso y salida se realizarán acorde a los diseños definitivos del proyecto.
- Dada la baja precipitación en la zona el desarrollo de estas obras no requiere desviaciones temporales de los cauces durante el procedimiento constructivo.

#### 3.2.4.4.4. Cruces de nueva red eléctrica con cauces de agua

La nueva red eléctrica propuesta para el parque inevitablemente deberá cruzar algunos cuerpos de agua de la zona de estudio. En todos los casos se trata de cauces intermitentes. La mayoría de estos cruces coinciden con los cruces de vías con los cuerpos de agua. Esto es debido al hecho de que las redes eléctricas van principalmente en forma paralela a la vía, en su recorrido hacia cada uno de los aerogeneradores. Por ello, en la Tabla 3-40 se indican cruces donde se ocupa el cauce por vías y redes eléctricas.

Adicionalmente, existen algunas ocupaciones solamente referidas a redes eléctricas, que completan los casos de ocupación de cauces, y que se refieren a recorridos de zanjas eléctricas en zonas donde no existen vías de acceso proyectadas. La numeración del ITEM inicia en 106, siendo consistentes con los 121 casos de ocupación reflejados en la Tabla 3-41. Estas, se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 3-44 Identificación de puntos de ocupación de cauces con redes eléctricas**

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación               | Infraestructura del proyecto asociada |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                            |                                       |
| 106  | RE-1         | 5.104.671,44                        | 2.904.253,55 | Arroyo Kasia              | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 107  | RE-2         | 5.104.661,14                        | 2.904.421,52 | NN 2-1                    | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 108  | RE-3         | 5.106.146,67                        | 2.904.347,28 | NN 10-1                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 109  | RE-4         | 5.106.715,13                        | 2.904.045,02 | Arroyo Kasia              | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 110  | RE-5         | 5.107.139,93                        | 2.903.226,93 | NN RE-5                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 111  | RE-6         | 5.107.215,62                        | 2.903.135,84 | NN RE-6                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 112  | RE-7         | 5.107.422,26                        | 2.902.796,57 | Arroyo Anouch             | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |
| 113  | RE-8         | 5.106.658,26                        | 2.902.233,39 | NN RE-8                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |

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

| ITEM | ID del punto | COORDENADAS – Origen Único Nacional |              | Nombre del Cuerpo de agua | Obra asociada a la ocupación               | Infraestructura del proyecto asociada |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
|      |              | X                                   | Y            |                           |                                            |                                       |
| 114  | RE-9         | 5.106.236,33                        | 2.902.182,47 | NN 34-1                   | Banco de tubería para Circuitos eléctricos | Redes eléctricas                      |

Fuente: INGETEC, 2021

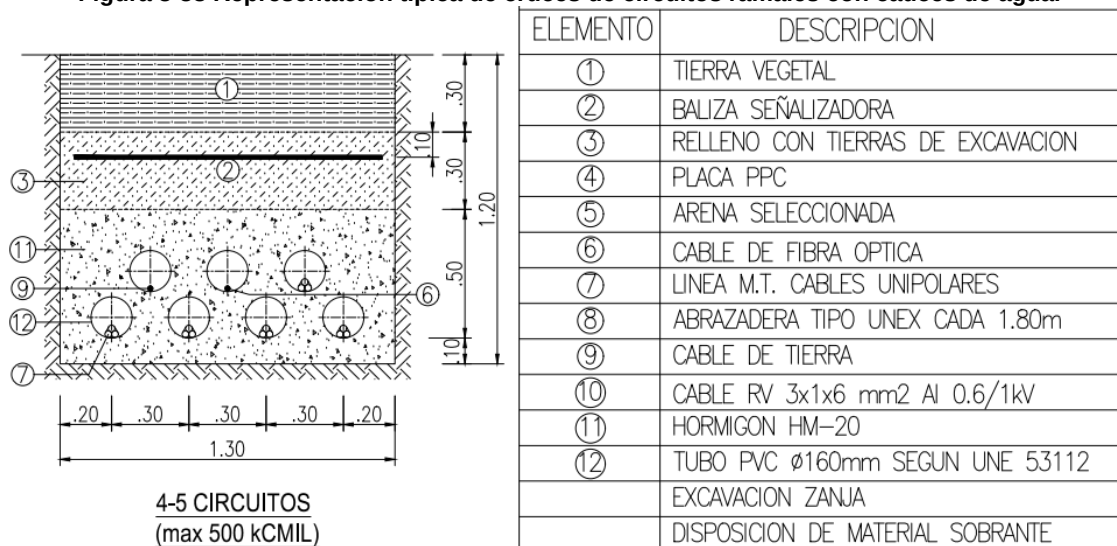
La ubicación de cada uno de los cruces se muestra en el Capítulo 7.4, en cuyo Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/B-Planos) se incluyen los planos detallados de planta donde se destacan los cuerpos de agua ocupados, el recorrido de los circuitos eléctricos y su identificación.

Para cruces con cuerpos de agua, el banco de tubería estará cubierto por una capa de material seleccionado procedente de la excavación con un espesor de 65 cm. La tubería deberá colocarse con una pendiente mínima de 0,1% hacia el lado de halado del cable. La pendiente máxima deberá ser de 10%. La tubería para instalaciones subterráneas se colocará de la siguiente forma:

- El recubrimiento mínimo de concreto de los tubos será de 10 cm (Hormigón HM-20)
- La distancia mínima entre dos tubos se presenta en detalle en el Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/B-Planos).
- Para garantizar un revestimiento uniforme de la tubería, se colocarán bases de 5 cm. como mínimo entre el terreno y los ductos, en intervalos de 3 m de separación. Cuando sean varias tuberías en paralelo, se colocarán separadores entre cada fila de ductos horizontales, espaciados a la misma distancia anterior.
- Los ductos eléctricos subterráneos deberán montarse sobre los soportes diseñados para tal propósito.
- Los soportes deberán ubicarse a una distancia máxima entre sí de 3,0 m.

En la Figura 3-38 se presenta un esquema representativo de construcción para los bancos de tubería. Todos los bancos de tubería contarán con la misma disposición de materiales, teniendo como variable la cantidad de tubería a usar la cual dependerá del número de cables a instalar, y el material de relleno y el material de relleno será en la medida de lo posible tierra vegetal y relleno con tierras de excavación.

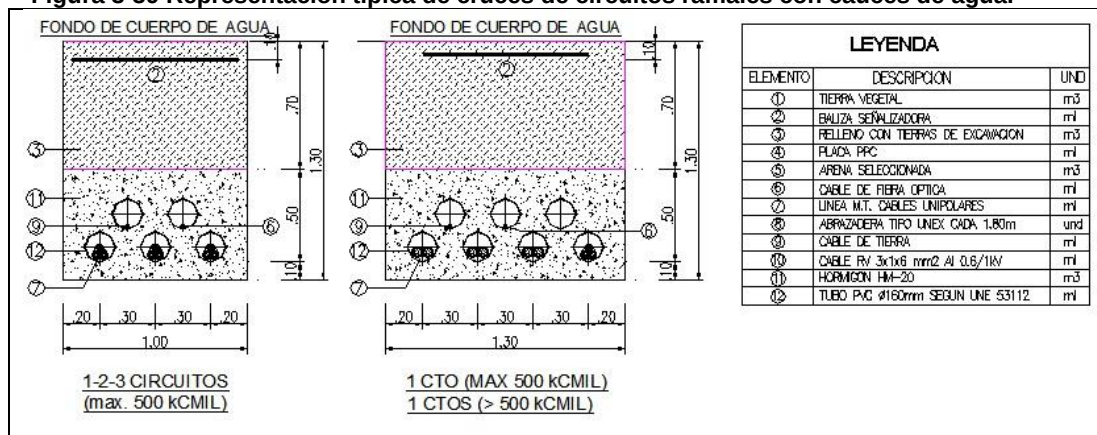
Figura 3-38 Representación típica de cruces de circuitos ramales con cauces de agua.



Fuente: PERSAEUS, 2020

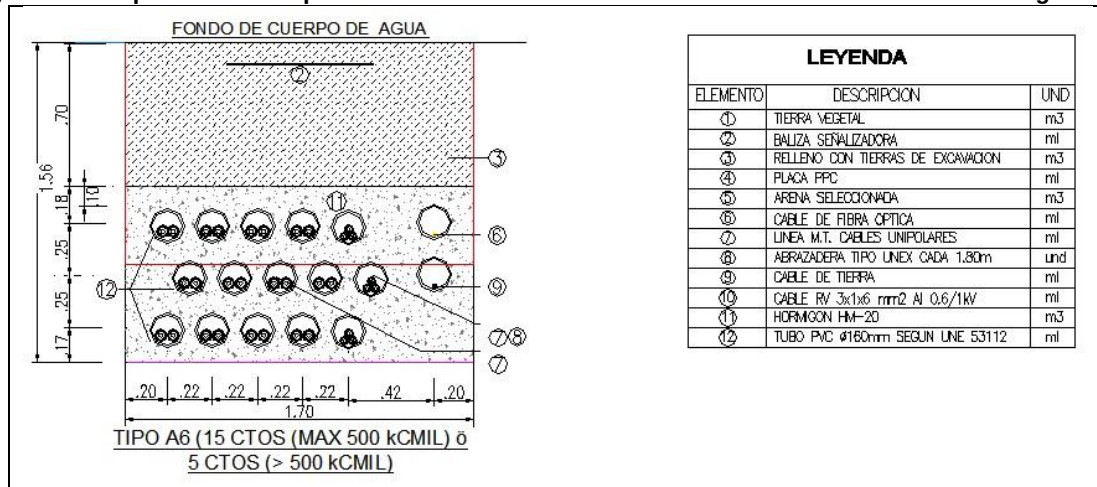
En las Figura 3-39 y Figura 3-40, se muestra una sección de una bancada típica utilizada para cruces con cuerpos de agua. Se destaca que la capa de terreno vegetal no se refleja, ya que la excavación será debajo del nivel inferior del cuerpo de agua, por lo que no se espera conseguir capa vegetal, salvo en las áreas fuera del cauce. En el Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/B-Planos), se incluyen los planos detallados de las distintas bancadas utilizadas. El tipo de bancada dependerá no solo del número de circuitos, sino del calibre de los mimos en virtud de que para circuitos de calibre mayor a 500 kCMIL, se deberán distribuir cada fase en un tubo, con el fin de cumplir las normativas de área de ocupación de los tubos acorde con RETIE.

Figura 3-39 Representación típica de cruces de circuitos ramales con cauces de agua.



Fuente: PERSAEUS, 2020

Figura 3-40 Representación típica de cruces de circuitos eléctricos troncales con cauces de agua



Fuente: PERSAEUS, 2020

La construcción de bancos de ductos se hará en momentos en que el cauce a intervenir se encuentre seco, lo cual es perfectamente factible al ser todos de tipo intermitente. Finalizadas las actividades en cada caso, se procederá con la restauración de las áreas intervenidas.

En el Anexo 7 (7.4 Ocupación cauces/B-Planos) se presentan los planos asociados a los cruces de cuerpos de agua con vías y circuitos eléctricos. En ellos, se muestran la ubicación de cada caso y las soluciones típicas aplicables.

Posteriormente, durante la obra y con base estudios puntuales hidrológicos y geológicos se determinarán los detalles constructivos de las soluciones propuestas.

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

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

Para la construcción del proyecto no se requerirá del uso de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. El suministro de agua doméstica, industrial y potable se especifica en el numeral 3.2.4.3.9 Infraestructura de suministro de agua. 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 formaleas 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.

Para la obra se tienen las cantidades de obra estimadas que se presentan en la sección 3.2.7.2.

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'i |
|                                                                                   | VERSIÓN: FINAL                                            | Fecha: Diciembre/2021 |               |

préstamo para sub-base, 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.

La totalidad de material estimado para obras civiles de movimiento de tierras y fundaciones se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla 3-45 Cuantificación estimada de insumos para la obra**

| Tipo de insumo                                                                                    | Unidad | Cantidad estimada Total |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Cemento                                                                                           | m3     | 20.332,00               |
| Agregados de concreto (Arena lavada)                                                              | m3     | 31.018,00               |
| Agregados de concreto (Gravilla)                                                                  | m3     | 37.495,00               |
| Gravilla para superficies de rodamiento vial y superficie de plataformas                          | m3     | 167.469,72              |
| Arena limpia para asiento de zanjas eléctricas                                                    | m3     | 27.826,48               |
| Acero de refuerzo en concreto (kg)                                                                | kg     | 4.857.949,60            |
| Grout para fundaciones de aerogeneradores                                                         | m3     | 42,00                   |
| Terreno para base y sub base vial                                                                 | m3     | 300.018,63              |
| Terreno de base (Terraplén, zanjas y fundaciones)                                                 | m3     | 795.997,92              |
| Agua para preparación, curado, lavado y preparación de concreto                                   | lt     | 17.910.000,00           |
| Consumo humano                                                                                    | lt     | 80.000                  |
| Agua para higiene de personal en campamento, actividades domésticas, baños y lavamanos portátiles | lt     | 10.538.327,00           |
| Agua para lavado de mezcladoras de cemento, volquetas y equipos para mezcla de concretos          | lt     | 832.500,00              |
| Agua para humectación de vías para control de material particulado                                | lt     | 1.244.160.000,00        |

Fuente PERSAEUS, 2021

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.

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

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.

**Tabla 3-46 Tipos y cantidades estimadas de almacenamiento de sustancias peligrosas**

| No. | Nombre de la sustancia química                                     | Localización                                                                    | Descripción uso                                  | Estado  | Cantidades estimadas                        | Clasificación      |
|-----|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------|--------------------|
| 1   | Thinner                                                            | Zona de almacenamiento de sustancias peligrosas en zona de campamentos y acopio | Pintura                                          | Líquido | 1 tambor de 55 galones                      | Líquido inflamable |
| 2   | ACPM                                                               |                                                                                 | Combustión de equipos de transporte y maquinaria | Líquido | 2000 galones                                | Líquido inflamable |
| 3   | Gasolina                                                           |                                                                                 | Vehículos pequeños                               | Líquido | 1000 galones                                | Líquido inflamable |
| 4   | Alcohol                                                            |                                                                                 | Protocolo Covid                                  | Líquido | 20 litros                                   | Líquido inflamable |
| 5   | Pintura en aerosol                                                 |                                                                                 | Pintado de áreas                                 | Gaseoso | 100 unidades (cada una 400cm <sup>3</sup> ) | Líquido tóxico     |
| 6   | Pinturas base aceite                                               |                                                                                 |                                                  | Líquido | 20 tambores (5 galones cada uno)            | Líquido tóxico     |
| 7   | Aceite hidráulico                                                  |                                                                                 | Lubricación de equipos y maquinaria              | Líquido | 3 tambores (55 galones cada uno)            | Líquido inflamable |
| 8   | Acetileno industrial (01 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> industrial) |                                                                                 | Soldadura                                        | Gaseoso | 2 cilindros (11 kg)                         | Gas inflamable     |
| 9   | Limpiador y desengrasante                                          |                                                                                 | Limpieza de superficies, maquinaria y equipos    | Líquido | 2 tambores (5 galones cada uno)             | Líquido tóxico     |
| 10  | SIKA producto impermeabilizante                                    |                                                                                 | Impermeabilización                               | Líquido | 2 tambores (5 galones cada uno)             | Líquido tóxico     |
| 11  | Aditivos para concretos                                            | Zona planta de concreto                                                         | Mezclas y de fraguados concretos                 | Líquido | 2 tanques de 25 m <sup>3</sup>              | Líquido tóxico     |

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

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

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. En términos de estructura el dique tendrá las siguientes características:

- Base con una losa de concreto de 15 cm de espesor, concreto de 3.000 psi.
- Construcción de un andén perimetral de 2 metros de ancho.
- Muros de mampostería.
- Medidas estimadas del tanque de ACPM: 3,66 m x 1.83 m x 1,68 m
- Medidas estimadas del tanque de gasolina: 2,15 m x 1,2 x 1.1 m
- Medidas estimadas del dique: 4,3 m x 4,0 m x 0.72 m
- Impermeabilización de losa y muros con concreto y pintura epóxica impermeabilizante.
- Cubierta en teja galvanizada y estructura para su instalación mediante columnas de tubo y cerchas en perfil rectangular.
- Sistema de puesta a tierra.

La Foto 3-18 y Foto 3-19 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 3-18 Ejemplo de tanque y dique**



*Fuente: Jemeiwaa Ka'l-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.

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

- En términos de frecuencia se estima lo siguiente, con base en el número de vehículos y cronograma de obra:
  - ❖ Trimestre 1 a 3: un viaje semanal
  - ❖ Trimestre 4 a 9: dos viajes semanales
  - ❖ Trimestre 10 a 12: un viaje semanal
- 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.
- Las características de la instalación son:
  - ❖ Losa en concreto de 15 cm de espesor
  - ❖ Tres cubículos de 2,50 m de largo x 2 m de ancho y altura de 2 m.
  - ❖ Muros divisorios en mampostería de 1,80 metros de altura, tubería galvanizada de 20 cm, hasta la cubierta.
  - ❖ Cubierta en Zinc.
  - ❖ Impermeabilización de piso con pintura epóxica
  - ❖ Andén en la zona de acceso de 2 m de ancho.
  - ❖ Sistema de puesta a tierra.
  - ❖ Puertas en tubo y malla eslabonada.
  - ❖ Cubículo 1. Para almacenamiento de combustibles. Se estima almacenar aproximadamente 10 tambores de 55 galones de aceite y un tambor de 55 galones de thinner. Tendrá un dique de contención que cubra el área de almacenamiento de 2m x 1,8 m x 0,5 m. Estará impermeabilizado con concreto y pintura epóxica.
  - ❖ Cubículo 2. Para almacenamiento de otras sustancias. Contará con estanterías para almacenamiento de sustancias a granel y tendrá dique de contención de 2m x 1,8 m x 0,5 m.
  - ❖ Cubículo 3. Para almacenamiento de gases. Estos contarán con su respectiva base y sistema para aseguramiento de los tanques de oxígeno. Se prevé almacenar aproximadamente 10 cilindros, cinco de oxígeno y cinco de acetileno. Esto puede variar por necesidades constructivas.
- Estará identificado y señalizado de acuerdo con el sistema globalmente armonizado.

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

En la Foto 3-19, 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 3-19 Modelo de área de almacenamiento de sustancias peligrosas**



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

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

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. Manejo y disposición de materiales sobrantes de obra, de excavación, de construcción y demolición**

No se prevén demoliciones en la obra, pero en caso de existir será responsabilidad del contratista su remoción de la obra y traslado a un sitio de descarga autorizado por las autoridades nacionales y regionales.

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones serán reutilizadas en lo posible para las labores de relleno, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser dispuestas en las ZODMES.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa más superficial, constituida por capa orgánica (20 centímetros de espesor aproximadamente).

Esta capa orgánica se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva en las ZODMES o si sus características lo permiten en uso para actividades de reconformación de taludes o manejo paisajístico. Esta

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

acumulación se deberá realizar evitando compactación mecánica y con acopios de baja altura, que estarán alrededor de los dos (2) metros.

La capacidad y diseño detallado de las ZODMES se incluyen en el Anexo 3.Descripción proyecto (C-ZODME).

Se incluyen en la Tabla 3-47, los volúmenes generados por los movimientos de tierra.

#### 3.2.6.1. Identificación de usos de ZODME propuesta

Se contempla en las ZODMES la disposición de los materiales provenientes del desmonte y limpieza, del descapote o remoción de la capa vegetal, de las excavaciones, de materiales sobrantes de rellenos y terraplenes y en general de todos aquellos materiales sobrantes provenientes de las diferentes actividades realizadas en el proyecto, que no serán utilizados en la obra. Estos serán destinados a un depósito específicamente destinado para la colección centralizada de dichos materiales (ZODME). Este estará ubicado dentro del perímetro del parque eólico como se describe a continuación.

Para este proyecto se han previsto dos áreas de ZODME, ambas de carácter permanente para el acopio de material que no será reutilizado en la obra.

#### 3.2.6.2. Dimensionamiento del ZODME

Ambas zonas de ZODME se han propuesto con dimensiones acorde con el volumen esperado para cada tipo de material a acopiar y en base a las cantidades de obra definidas por el diseño. Se utilizarán las áreas ubicadas dentro del perímetro del Parque Eólico y descrito en la sección 3.2.4.3.

Las magnitudes de obra producto de las obras civiles del Parque Eólico Casa Eléctrica se presentan a continuación. Principalmente el ZODME se destinará para el manejo de las cantidades estimadas de material sobrante de las excavaciones:

**Tabla 3-47 Cuantificación total de material para obras civiles**

| OBRA CIVIL              | Tierra Vegetal (m3) | Excavación (m3) | Excavación en pozo (m3) | Relleno de terrenos y conformación de base vial (m3) | Arena Limpia para zanjas (m3) | Mat Granular (m3) | Acero (tn) | Concreto (m3) |
|-------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|------------|---------------|
| Accesos o caminos       | 132.628,64          | 277.390,14      |                         | 693.831,97                                           |                               | 83.365,03         |            |               |
| Plataformas             | 91.944,02           | 339.515,24      |                         | 211.523,95                                           |                               | 45.972,01         |            |               |
| Campamento              | 20.292,77           | 51.593,63       |                         | 49.396,61                                            |                               | 17.756,18         |            |               |
| Planta de Concreto      | 3.278,75            | 0,00            |                         | 7.557,22                                             |                               | 2.868,90          |            |               |
| Fundación Aerogenerador | 10.080,00           | 20.160,00       | 77.504,00               | 32.480,00                                            |                               |                   | 4.857,95   | 44.992,08     |

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

| OBRA CIVIL                  | Tierra Vegetal (m3) | Excavación (m3)   | Excavación en pozo (m3) | Relleno de terrenos y conformación de base vial (m3) | Arena Limpia para zanjas (m3) | Mat Granular (m3) | Acero (tn)      | Concreto (m3)    |
|-----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Zanjas                      | 12.174,09           | 71.305,36         |                         | 34.783,10                                            | 27.826,48                     |                   |                 |                  |
| Cruces eléctricos en vías   | 311,56              | 1.664,10          |                         | 623,11                                               |                               |                   |                 | 842,54           |
| Cruces eléctricos en cauces | 1.120,20            | 13.996,08         |                         | 5.601,00                                             |                               |                   |                 | 6.392,51         |
| <b>TOTALES</b>              | <b>271.830,03</b>   | <b>775.624,55</b> | <b>77.504,00</b>        | <b>1.035.796,96</b>                                  | <b>27.826,48</b>              | <b>149.962,12</b> | <b>4.857,95</b> | <b>52.227,13</b> |

Fuente PERSAEUS, 2021.

### 3.2.6.3. Ubicación del ZODME

Las dos áreas de ZODME se ubican en la Sección Sur del Parque Eólico, considerando que el material provendrá desde ambos lados de su ubicación. Las imágenes, coordenadas y preferencias del terreno se muestran en esta sección. Para acceder a la Zona de acopio se derivará desde la Carretera Uribia-Puerto Bolívar utilizando el eje vial 39 del proyecto, hasta interceptar el eje vial 48 que pasa al frente del terreno del ZODME, en la progresiva PK 2+900 de dicho eje vial.

### 3.2.6.4. Viviendas y obstáculos en el área de ubicación

Las dos áreas de ZODME ha sido ubicado en un área de topografía plana, con accesos independientes cercanos a la carretera nacional Uribia-Puerto Bolívar. Los accesos finales están asegurados a través de la red vial que forma parte del proyecto.

En el área a ocupar, no se ubican viviendas rurales, y se guarda una distancia de al menos 90 metros desde el área perimetral a las más cercanas por lo que no serán afectadas por el tránsito de vehículos de descarga que accederán al depósito. De la misma manera, se señala que no hay cuerpos de agua en la zona de ubicación por lo que no se afectan las cuencas de la zona debido a la presencia de las zonas de carga.

### 3.2.6.5. Factores de seguridad y riesgos

Las áreas de ubicación de las ZODMES y área complementaria del Campamento se establecerán en zonas con una topografía muy suave, sin grandes cambios de pendiente.

Durante los estudios geológico-geotécnicos no se encontraron evidencias de fenómenos de inestabilidad de laderas que puedan afectar a las cimentaciones y/o a las infraestructuras viarias del parque eólico.

Tomando en cuenta estas consideraciones se puede asegurar que no existen riesgos de desplazamiento ni inestabilidad de los materiales en las dos áreas estudiadas.

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

El diseño de las ZODMES incluyó un detallado análisis de estabilidad que se incluye en el punto 3.2.6.7 de este capítulo donde se garantiza la conformación de las áreas de ZODME para que no representen ningún riesgo.

#### 3.2.6.6. Descripción del proceso de conformación

Los materiales para disponer serán los materiales resultantes de las excavaciones y de la capa vegetal (capa orgánica) retiradas del terreno en la zona del proyecto que no serán utilizados en la obra.

Para adecuar las zonas seleccionadas para su uso como ZODME se deberán realizar las obras civiles de limpieza, descapote, nivelación, conformación de plataforma, acceso y cerramiento

Todos los equipos utilizados para el proceso de conformación deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor de obra que se designe JEMEIWAA KA'I-AES Colombia, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de las especificaciones y cada tarea a realizar

#### 3.2.6.7. Perfiles de conformación

Tal como se ha dicho anteriormente, las ZODMES se han dividido en dos módulos perfectamente diferenciados, ambos destinados al acopio de material producto de la excavación en general.

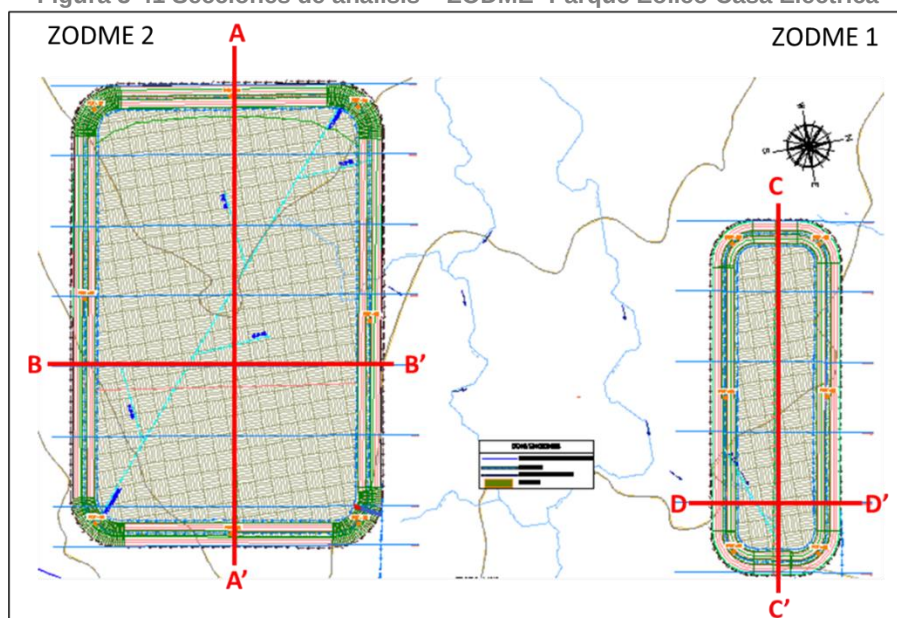
Previo a la ejecución de las obras de adecuación del ZODME, se procederá a ejecutar los levantamientos topográficos de las áreas previstas para uso como zona de almacenamiento de material excedente. Estas acciones permitirán elaborar los planos detallados de obra civil, implantación, perfiles de nivelación y vía de acceso.

Los terrenos a ser ocupados se proponen sobre la margen sur de la Vía colectora No. 45 del proyecto vial del parque eólico, por los accesos se harán como una derivación de corta longitud desde la vía 45 hasta la entrada y vía interna del terreno.

Se ha realizado un diseño detallado de las ZODMES aprovechando las pendientes naturales del terreno actual para el drenaje de las aguas. Se prevé un canal perimetral de drenaje que llevará las aguas recolectadas hasta un punto bajo para su descarga hacia las obras de drenaje previstas para el parque. Particularmente para el manejo de las aguas de infiltración en el cuerpo de la ZODME 1, se proyecta la conformación de una estructura tipo filtro la cual se implantará sobre el alineamiento de la red de drenaje identificada en esta zona del proyecto.

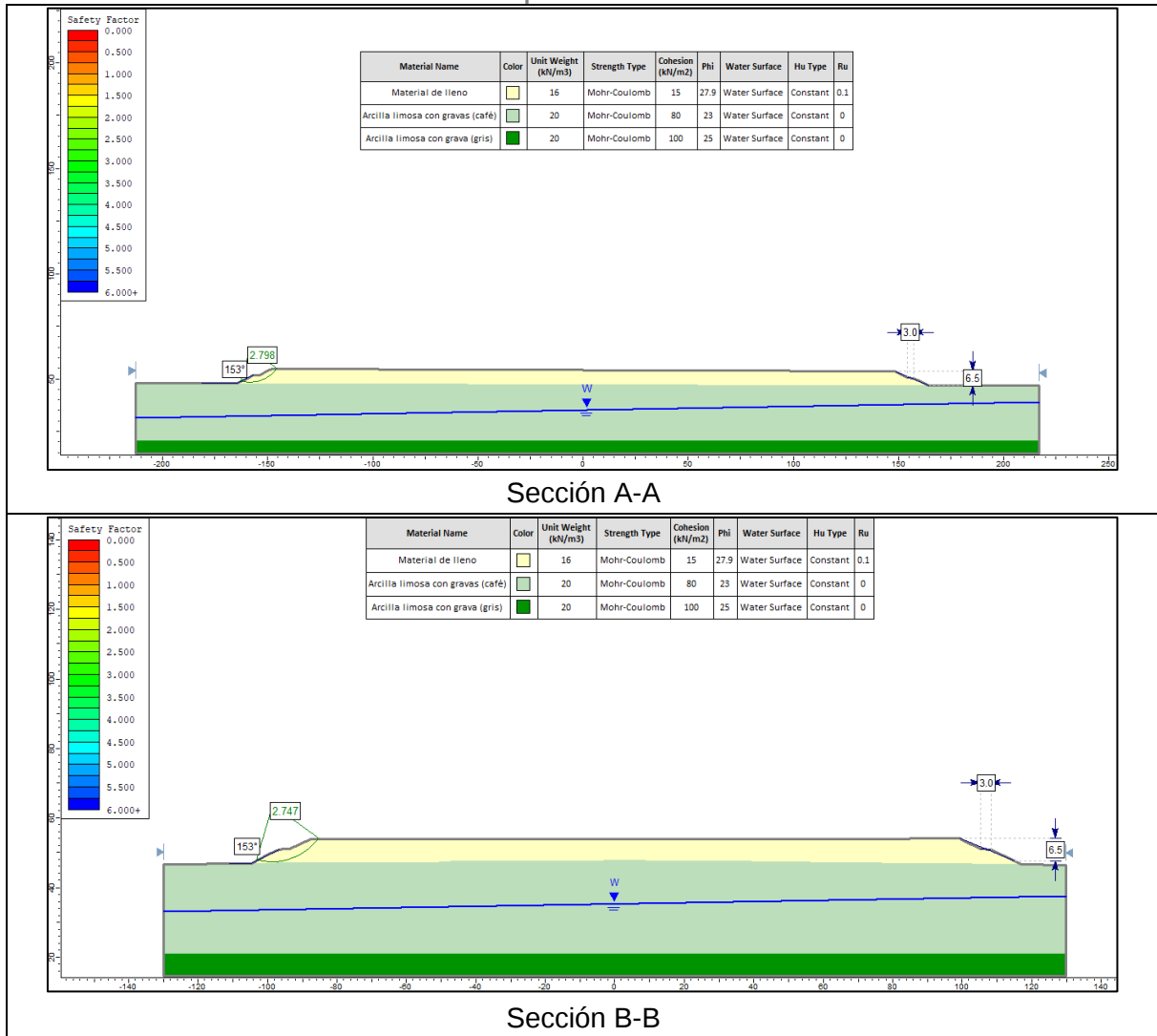
Se presenta en las siguientes figuras las secciones del ZODME, tanto en el eje longitudinal como en el transversal.

Figura 3-41 Secciones de análisis – ZODME- Parque Eólico Casa Eléctrica



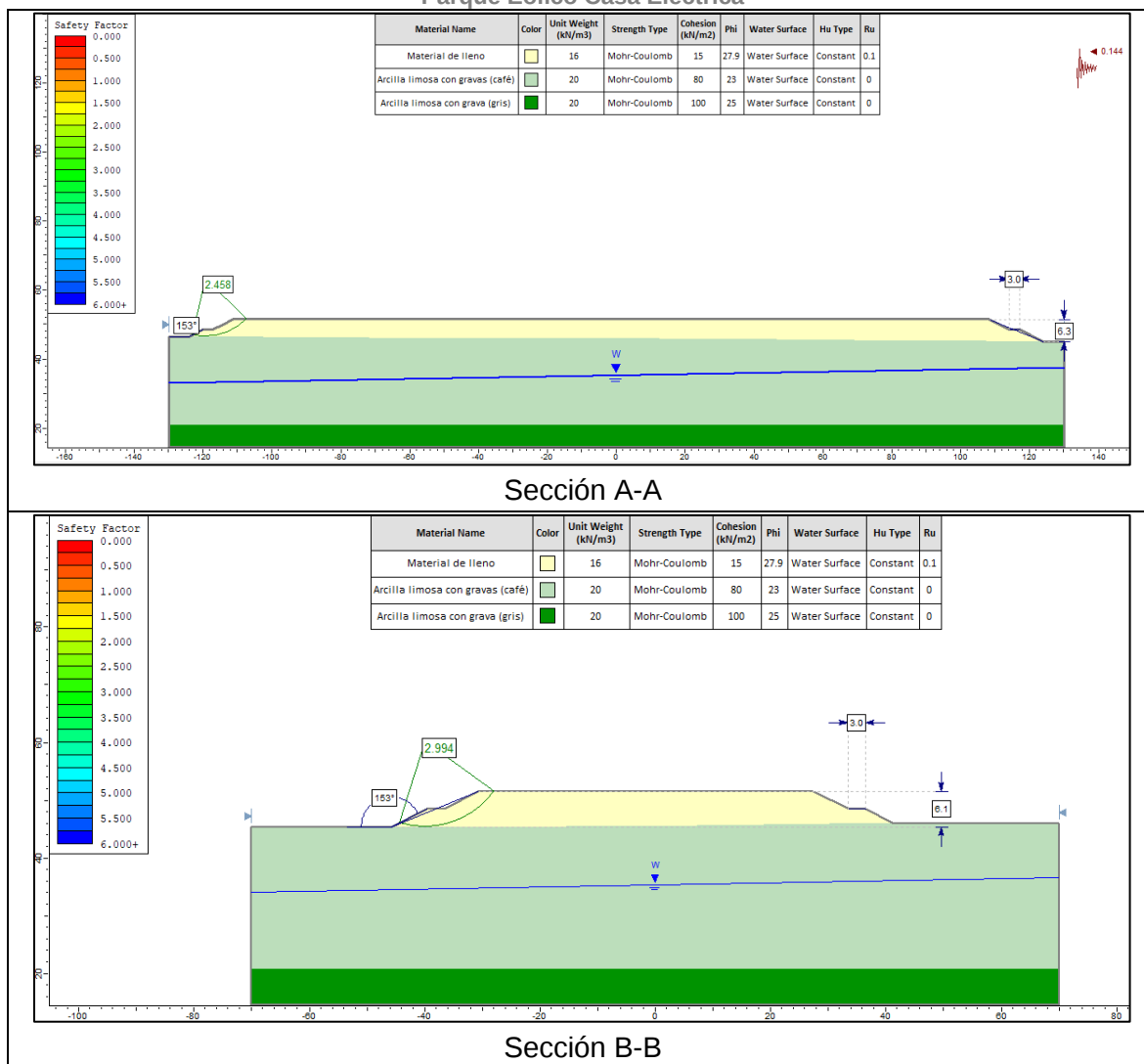
Fuente: PERSAEUS, 2021.

Figura 3-42 Estabilidad global – Sección longitudinal A-A y Sección B-B– ZODME 2- Material Permanente Parque Eólico Casa Eléctrica



Fuente: PERSAEUS, 2021.

Figura 3-43 Estabilidad global – Sección transversal A-A y B-B – ZODME 1 Material Permanente - Parque Eólico Casa Eléctrica



Fuente: PERSAEUS, 2021.

### 3.2.6.8. Descripción de los trabajos

El trabajo consiste en la disposición adecuada de sobrantes, con el personal y el equipo apropiados, en el sitio destinado para ello, que se reflejan en los planos de construcción indicados en la sección 3.2.6.

Como primera medida se efectuará la adecuación del terreno natural, que consiste en realizar un descapote o remoción de la capa vegetal y retiro de material suelto e indeseable.

El material se extenderá horizontal y uniformemente en capas de máximo cuarenta (40) centímetros de espesor suelto, que se compactarán hasta lograr, como mínimo, el 80 % de

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

la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (norma de ensayo INV E - 142).

Para la disposición de materiales muy húmedos, estos se colocarán en un sitio aparte dentro del ZODME, definido por la Interventoría que designe el propietario del proyecto y se compactarán con un número mínimo de tres (3) pasadas de buldócer D-6, o equivalente. Las alturas y pendientes máximas de conformación de los taludes se definirán de acuerdo al diseño y se indicarán en los planos de construcción.

La superficie final deberá quedar uniforme y pareja, con las pendientes adecuadas para asegurar el correcto drenaje y la mejor apariencia.

Los programas, procedimientos y equipos de trabajo para el manejo de las ZODMES se ceñirán a las buenas prácticas de la construcción y se presentarán oportunamente para la aprobación previa de la Interventoría quien podrá exigir las modificaciones que estime convenientes, si a su juicio no son adecuados, o no se ajustan a los plazos de ejecución.

En el Anexo 3 Descripción proyecto (C-ZODME), se incluye el informe y planos asociados al diseño de las ZODMES propuestas para el presente proyecto.

### 3.2.7. Residuos peligrosos y no peligrosos

#### 3.2.7.1. Clasificación de los residuos

Para una clasificación de los residuos, es necesario tener en cuenta las definiciones y conceptos que ha dado el gobierno nacional para lo que se denomina “residuo” o “desecho”, con el ánimo de optimizar el control de la gestión y su manejo. De acuerdo con las definiciones del artículo 2.2.6.1.1.3. según Título VI, Capítulo 1, Decreto 1076 de 2015, se tiene:

**“Residuo o Desecho:** Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

**“Residuo Peligroso.** Es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considerará residuo peligroso los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos.”

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

Adicionalmente, según la GTC 24 (ICONTEC)<sup>7</sup> para las actividades de clasificación se recomienda separar los residuos en peligrosos y no peligrosos.

Los residuos no peligrosos son los que se pueden clasificar en residuos aprovechables o reciclables, no aprovechables u ordinarios y orgánicos. También pueden considerarse como no peligrosos los residuos especiales, que son aquellos provenientes de reformas u obras de ingeniería como los escombros.

Por su parte, la Resolución 0754 de 2014, que adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece consideraciones con respecto al aprovechamiento de residuos.

Finalmente, la Ley 1072 de 2013, que establece los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), define estos últimos como los aparatos eléctricos o electrónicos que se descartan.

En el marco de lo anterior, la siguiente tabla muestra una clasificación de residuos por categoría, características y algunos ejemplos sugeridos por la GTC24<sup>1</sup> de clasificación de los residuos para separación en la fuente.

**Tabla 3-48 División de residuos peligrosos y no peligrosos**

| Categoría              | Características          | Tipo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Residuos no peligrosos | Aprovechable             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartón y papel</li> <li>• Vidrio (botellas y recipientes)</li> <li>• Plásticos (bolsas, envases, tapas)</li> <li>• Residuos metálicos (chatarra, envases)</li> <li>• Textiles</li> <li>• Madera (aserrín, cajas, guacales, estibas)</li> <li>• Empaques compuestos (cajas de leche, cajas de jugo, vasos y contenedores desechables)</li> </ul> |
|                        | No aprovechables         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel higiénico</li> <li>• Toallas sanitarias</li> <li>• Papeles encerados, plastificados, metalizados</li> <li>• Vidrio plano</li> <li>• Materiales de empaque y embalaje sucios</li> </ul>                                                                                                                                                    |
|                        | Orgánicos biodegradables | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de comida</li> <li>• Cortes y podas de materiales vegetales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                 |

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

| Categoría                           | Características                                                                                                                                                                                                                    | Tipo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Residuos peligrosos (RESPEL)</b> | Desechos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos químicos como aerosoles inflamables, solventes, pintura, aceites y lubricantes usados, baterías de automóviles y sus respectivos envases o empaques</li> <li>• Residuos con riesgo biológico tales como elementos que han entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas, entre otros.</li> </ul> |
| <b>Especiales</b>                   | Material inerte                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escombros</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>RAEE</b>                         | Aparatos eléctricos o electrónicos que se descartan                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilas</li> <li>• Componentes eléctricos o electrónicos de equipos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Fuente: GTC24 modificado por PERSAEUS, 2021

### 3.2.7.2. Generación de Residuos en el Proyecto Casa Eléctrica

En la fase de construcción, los residuos peligrosos serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra y en menor proporción de las actividades de montaje de los aerogeneradores. En especial se generarán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc. Aunque las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, se podrán hacer mantenimientos menores a la maquinaria y equipos en la propia obra considerando la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje y la distancia hasta Uribia o Riohacha. En menor medida se tendrán residuos hospitalarios derivados de protocolos de bioseguridad o atención médica básica.

Respecto a residuos no peligrosos, su origen será en su mayor parte por actividades de administración del proyecto, suministro de alimentación y refrigerio a los trabajadores. Esta categoría es de residuos domésticos y asimilables. En este caso, podrán generarse residuos como vidrio, plástico, cartón, papel, latas y residuos orgánicos. Como resultado de actividades de construcción se generarán también residuos asimilables a domésticos, especialmente cartón y plásticos.

En la fase de operación se generarán en su mayor parte residuos domésticos provenientes de actividades administrativas, seguridad física y operación del parque. Por su parte, las actividades de mantenimiento del parque generarán también residuos peligrosos y no peligrosos en cantidades menores a las previstas para la fase de construcción. Hay que indicar que las actividades de mantenimiento preventivo tienen frecuencias anuales o bianuales y los mantenimientos correctivos serán a demanda. Sin embargo, considerando

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

las características de los componentes de los aerogeneradores estas actividades serán esporádicas.

Finalmente, en la fase de desmantelamiento, se generarán residuos parecidos a los generados en la etapa de construcción; en este caso, por las actividades de desmontaje de unidades de generación y equipos auxiliares.

En las siguientes tres tablas se especifica a modo de resumen, los residuos que se espera generar en las etapas antes mencionadas.

**Tabla 3-49 Residuos generados en la fase de construcción**

| Categoría                     | Tipo de residuo                                                                                                    | Procedencia                                                                                            |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No peligroso aprovechable     | Plástico                                                                                                           | Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales                                         |
|                               | Papel y cartón                                                                                                     | Embalaje de componentes, protección transporte de materiales                                           |
|                               | Cables desnudos o aislados                                                                                         | Realización de instalaciones eléctricas                                                                |
|                               | Llantas usadas                                                                                                     | Mantenimiento de vehículos o maquinaria                                                                |
|                               | Envases de vidrio, plásticos y latas                                                                               | Servicio de comedor, alimentación en frentes de obras                                                  |
|                               | Envases o embalajes plásticos                                                                                      | Servicio de comedor, alimentación en frentes de obras                                                  |
|                               | Cartón y papel                                                                                                     | Actividades de oficina                                                                                 |
| No peligroso, no aprovechable | Residuos no reciclables (envolturas de alimentos)                                                                  | Servicio de comedor, alimentación en frentes de obras                                                  |
|                               | Residuos orgánicos                                                                                                 | Servicio de comedor, alimentación en frentes de obras                                                  |
|                               | Residuos sanitarios                                                                                                | Servicios de baño                                                                                      |
| Peligroso (RESPEL)            | Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc.                                        | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.                                                 |
|                               | Material pétreo que contiene sustancias peligrosas                                                                 | Derrames accidentales, fugas o goteos de aceite o combustible, y manipulación de sustancias peligrosas |
|                               | Aceites usados                                                                                                     | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.                                                 |
|                               | Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc. | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra, actividades de montaje de aerogeneradores       |
|                               | Bolsas de cemento                                                                                                  | Preparación de concreto                                                                                |
|                               | Residuos hospitalarios                                                                                             | Atención médica básica, protocolos de bioseguridad                                                     |
| RAEES                         | Desechos de aparatos eléctricos y electrónicos                                                                     | Montajes eléctricos y electrónicos de sistemas de comunicaciones y de operaciones                      |

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

| Categoría  | Tipo de residuo                                       | Procedencia                                                                                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | Pilas alcalinas y baterías de equipos de comunicación | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de la obra                                                                        |
|            | Luminarias                                            | Mantenimientos locativos de áreas de oficina                                                                                    |
| Especiales | Escombros                                             | Demoliciones menores en frentes de obra que requieran uso de concreto, rechazo de concreto, material de ensayo de los concretos |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

**Tabla 3-50 Residuos generados en la fase de Operación**

| Categoría                       | Tipo de residuo                                                                                                    | Procedencia                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No peligroso aprovechable       | Plástico                                                                                                           | Envoltorio de repuestos                                                                                                                                                                  |
|                                 | Cartón                                                                                                             | Embalaje de equipos para mantenimiento                                                                                                                                                   |
|                                 | Cables desnudos o aislados                                                                                         | Mantenimiento eléctrico                                                                                                                                                                  |
|                                 | Envases de vidrio, plásticos y latas                                                                               | Servicio de comedor, alimentación                                                                                                                                                        |
|                                 | Papel                                                                                                              | Actividades de oficina                                                                                                                                                                   |
| No peligrosos, no aprovechables | Residuos no reciclables (envolturas de alimentos)                                                                  | Servicio de alimentación                                                                                                                                                                 |
|                                 | Residuos orgánicos                                                                                                 | Servicio de comedor, alimentación en frentes de obras                                                                                                                                    |
|                                 | Residuos sanitarios                                                                                                | Servicios de baño                                                                                                                                                                        |
| Peligroso (RESPEL)              | Baterías de equipos de comunicación, pilas alcalinas                                                               | Actividades de oficina, actividades operativas                                                                                                                                           |
|                                 | Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc.                                        | Mantenimiento de unidades de generación                                                                                                                                                  |
|                                 | Material pétreo que contiene sustancias peligrosas                                                                 | Derrames accidentales, fugas o goteos de aceite o combustible, y manipulación de sustancias peligrosas en actividades de mantenimiento de unidades de generación o mantenimiento de vías |
|                                 | Aceites usados                                                                                                     | Mantenimiento de unidades de generación                                                                                                                                                  |
|                                 | Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc. | Mantenimiento de unidades de generación                                                                                                                                                  |
| RAEES                           | Desechos de aparatos eléctricos y electrónicos                                                                     | Mantenimiento unidades de generación                                                                                                                                                     |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

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

**Tabla 3-51 Residuos generados en la fase de desmantelamiento**

| Categoría          | Tipo de residuo                                                                                                    | Procedencia                                                                                                                                               |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No peligroso       | Chatarra                                                                                                           | Desmontaje de unidades de generación                                                                                                                      |
|                    | Cables desnudos o aislados                                                                                         | Desmontaje eléctrico                                                                                                                                      |
|                    | Llantas usadas                                                                                                     | Mantenimiento de vehículos o maquinaria                                                                                                                   |
|                    | Envases de vidrio, plásticos y latas                                                                               | Servicio de comedor, alimentación en frentes de desmontaje                                                                                                |
|                    | Envases plásticos                                                                                                  | Servicio de comedor, alimentación en frentes de desmontaje                                                                                                |
|                    | Otros plásticos                                                                                                    | Servicio de comedor, alimentación en frentes de desmontaje                                                                                                |
|                    | Cartón y papel                                                                                                     | Actividades de oficina                                                                                                                                    |
|                    | Residuos no reciclables (envolturas de alimentos)                                                                  | Servicio de comedor, alimentación en frentes de desmontaje                                                                                                |
|                    | Residuos orgánicos                                                                                                 | Servicio de comedor, alimentación en frentes de desmontaje                                                                                                |
| Peligroso (RESPEL) | Pilas alcalinas y baterías de equipos de comunicación                                                              | Actividades de coordinación de desmontaje                                                                                                                 |
|                    | Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc                                         | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria.                                                                                                            |
|                    | Material pétreo que contiene sustancias peligrosas                                                                 | Derrames accidentales, fugas o goteos de aceite o combustible y manipulación de sustancias peligrosas en actividades de desmote de unidades de generación |
|                    | Aceites usados                                                                                                     | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria                                                                                                             |
|                    | Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc. | Operaciones de mantenimiento de la maquinaria                                                                                                             |
|                    | Residuos hospitalarios                                                                                             | Atención médica básica                                                                                                                                    |
| RAEES              | Desechos de aparatos eléctricos y electrónicos<br>Luminarias                                                       | Desmontaje de elementos eléctricos y electrónicos de sistemas de comunicaciones y de operaciones                                                          |
| ESPECIALES         | Escombros o material pétreo                                                                                        | Desmontaje de instalaciones.                                                                                                                              |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

### 3.2.7.3. Opciones de tratamiento y disposición

Según la naturaleza del residuo y sus efectos para la salud y el ambiente, existen varias alternativas de tratamiento y disposición final, tales como: reciclaje, revalorización,

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

disposición en relleno sanitario, eliminación térmica, relleno sanitario de seguridad, entre otros.

En este contexto, tanto los residuos sólidos no peligrosos como los peligrosos generados en las diferentes fases del proyecto serán entregados a empresas especializadas que dispongan de las respectivas licencias o autorizaciones para el transporte, tratamiento, revalorización o disposición final, según el caso. Adicionalmente los vehículos de recolección deben cumplir con los requerimientos legales aplicables para el transporte de dichos residuos.

En la siguiente tabla se especifican las opciones de manejo por cada tipo de residuo:

**Tabla 3-52 Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos**

| Tipo de residuo                 | Material (Tipo de residuo generado)                                                                                                                                                                                                                       | Tratamiento/Gestión Final                                                                              |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No peligrosos aprovechables     | Papel, cartón, tetra pack, botellas de vidrio, botellas plásticas, bolsas plásticas, vasos, plásticos                                                                                                                                                     | Aprovechamiento en empresas de la región dedicadas al reciclaje                                        |
|                                 | Chatarra                                                                                                                                                                                                                                                  | Revalorización para industria siderúrgica                                                              |
|                                 | Cable                                                                                                                                                                                                                                                     | Revalorización industria eléctrica                                                                     |
|                                 | Llantas usadas                                                                                                                                                                                                                                            | Revalorización, post consumo                                                                           |
| No peligrosos, no aprovechables | Papel higiénico, servilletas de manos, papel carbón, papel aluminio, barrido de piso, empaques de alimentos                                                                                                                                               | Relleno sanitario                                                                                      |
|                                 | Residuos vegetales (ramas, esquejes, palos) y ripo de café.                                                                                                                                                                                               | Relleno sanitario o compostaje                                                                         |
|                                 | Residuos de alimentos.                                                                                                                                                                                                                                    | Relleno sanitario                                                                                      |
| RESPEL                          | Estopas y/o trapos contaminados con grasas y aceites.<br>Estopas y/o trapos impregnados con combustibles u otras sustancias.<br>Baterías.<br>Pilas.<br>Recipientes con sustancias químicas<br>Bolsas de cemento<br>Residuos aceitosos o aceites quemados. | Incineración<br>Rellenos de seguridad.<br>Aprovechamiento térmico                                      |
| RAEES                           | Aparatos electrónicos.<br>Luminarias.                                                                                                                                                                                                                     | Desensamble de equipos y aparatos eléctricos y electrónicos por parte de un gestor externo autorizado. |

Fuente: PERSAEUS, 2021.

Para estos casos se tendrá en cuenta proveedores de la Guajira y región Caribe próxima, que cuenten con las respectivas autorizaciones. En el Plan de Manejo Ambiental se hará referencia a estas.

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

#### 3.2.7.4. Estimado de los volúmenes a generar

Teniendo en cuenta las actividades a desarrollar en cada fase del proyecto, se tendrá para cada una la estimación de cantidades de residuos a generar. Es un hecho que la mayor cantidad de residuos se generará en la fase de construcción del proyecto, considerando la duración y características de las actividades.

Para estimar las cantidades en cada fase se consideraron los siguientes criterios:

- Residuos aprovechables y no aprovechables de origen doméstico: En este sentido, se considera una generación de residuos teniendo en cuenta lo establecido en el RAS<sup>8</sup>. El valor indicativo promedio de la producción per cápita de residuos para un nivel de complejidad medio es de 0,45 Kg/persona-día. Adicionalmente se considera:
  - ❖ Para la fase de construcción el número de trabajadores variará en un rango entre los 250 y los 500 al mes. Para efectos de estimación se considera una media de 375 trabajadores.
  - ❖ Para la fase de operación se tendrá una media de 10 personas de manera permanente y un estimado de dos meses de mantenimiento con una cuadrilla de 25 personas.
  - ❖ Para la fase de desmantelamiento se considera un estimado de 150 personas.
- Residuos aprovechables de origen industrial y residuos peligrosos: Se consideró el número de frentes de obra en el caso de construcción y desmantelamiento. En la siguiente tabla se presenta una estimación de cantidades de residuos a generar anualmente, considerando lo anteriormente mencionado.

**Tabla 3-53 Estimación de Cantidades de Residuos a Generar**

| Etapas           | Tipo de residuo  | Cantidad (ton) |
|------------------|------------------|----------------|
| Construcción     | RESPEL           | 18             |
|                  | No aprovechables | 37             |
|                  | Aprovechables    | 26             |
| Operación        | RESPEL           | 3              |
|                  | No aprovechables | 15             |
|                  | Aprovechables    | 8              |
| Desmantelamiento | RESPEL           | 12             |
|                  | No aprovechables | 16             |
|                  | Aprovechables    | 15             |

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

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

Estos volúmenes estimados pueden variar a lo largo del año para la fase de construcción, según el número de trabajadores, los frentes de obra activos, así como el número de vehículos y cantidades de materiales requeridos en cada actividad. En el caso de la operación dependerá de las necesidades de mantenimiento mientras que en la fase de desmantelamiento del parque la variabilidad dependerá de factores similares a la fase de construcción.

En el capítulo 10.1.1 se presentan los programas de manejo ambiental los cuales incluyen el Programa de manejo y disposición de residuos y el Programa de manejo de sustancias peligrosas.

Las medidas que se incluyen en estas fichas incluyen:

- Generación y separación de residuos en la fuente
- Manejo y disposición de residuos
- Almacenamiento de los residuos
- Aprovechamiento y/o disposición final

Respecto al almacenamiento temporal, se tiene previsto contar con un centro de acopio temporal de residuos que contará con 6 cubículos o zonas de almacenamiento y un área estimada de 58 m<sup>2</sup>. Estas zonas estarán destinadas para la separación y almacenamiento temporal de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales. El centro de acopio se construirá con piso de concreto provisto de un recubrimiento impermeable y resistente contra las características corrosivas y reactivas de los residuos a almacenar. Los cubículos previstos son:

- Aceites usados
- Envases de sustancias peligrosas
- Textiles contaminados con sustancias peligrosas
- Cartón
- Plásticos
- Domésticos no reciclables

El área estará señalizada para diferenciar los sitios de almacenamiento, contará con sistemas de recolección de líquidos contaminados mediante dique de contención con las siguientes dimensiones: 2m X1,8 m x 0.5 m. Se prevé almacenar un máximo de 10 tambores de aceites usados. También se tendrá kit para control de derrames. Se prevén los materiales y dimensiones citados en la Tabla 3-54 Por su parte, la Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

Figura 3-44 y Figura 3-45 ilustran la vista lateral de las fachadas y plano general de la configuración tipo.

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

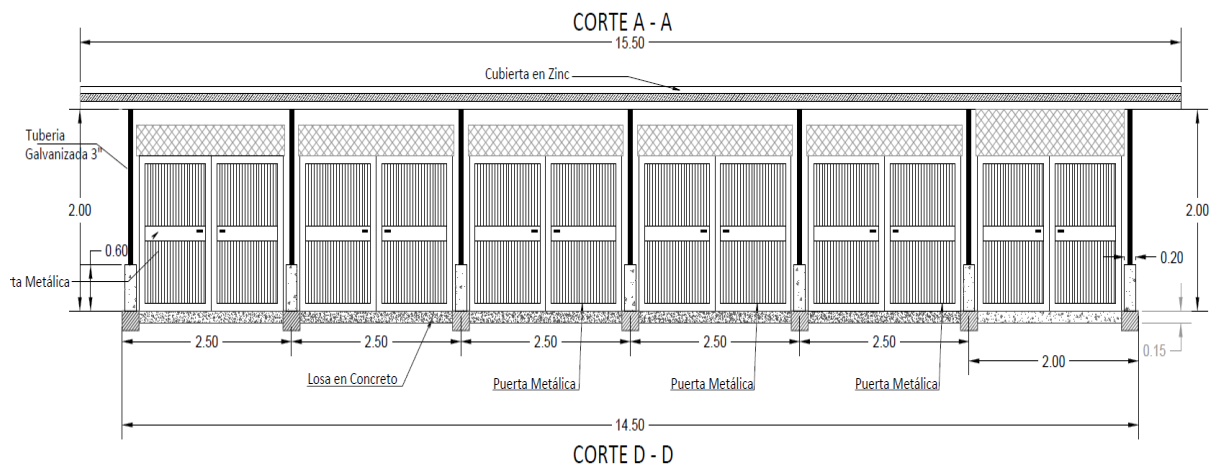
No obstante, en caso de considerarse necesario por requerimientos constructivos, se podrán modificar las dimensiones y materiales. En todo caso se asegurará la impermeabilización y separación de los residuos en función de su naturaleza.

**Tabla 3-54 Descripción de las características del sitio de acopio temporal de residuos**

| Características sitio de acopio          |                           |                                              |
|------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| Losa en concreto con un espesor de 15 cm | Tubería galvanizada de 2" | Rejillas metálicas                           |
| Muros divisorios en bloque               | Malla eslabonada          | Puertas metálicas                            |
| Rampa de acceso de 200cm de ancho        | Cubierta en zinc          | Sistema de contención secundaria para RESPEL |

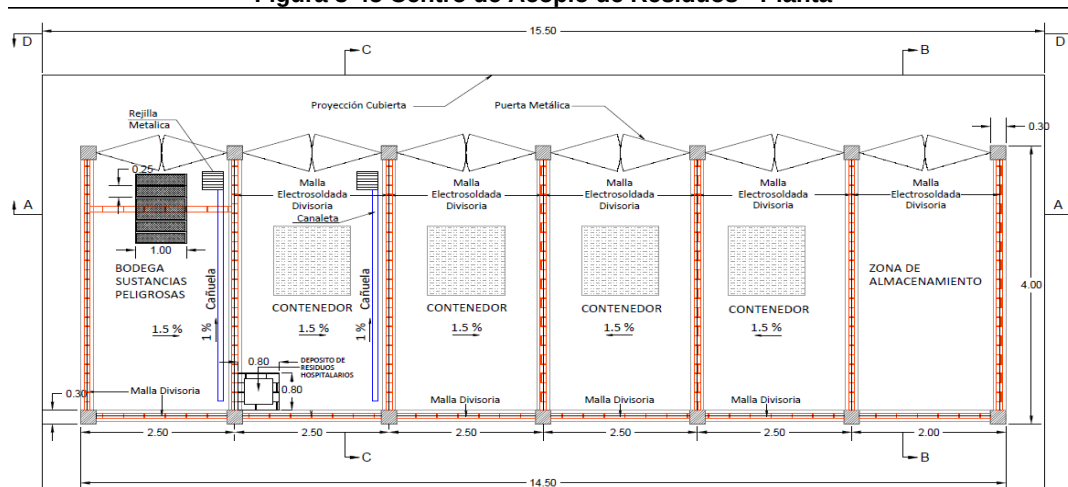
Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2020.

**Figura 3-44 Centro de Acopio Temporal de Residuos**



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

**Figura 3-45 Centro de Acopio de Residuos - Planta**



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

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

### 3.2.8. Consumo de Agua y Agua Residual

El proyecto Casa Eléctrica no tiene previsto utilizar aguas de fuentes naturales para satisfacer las demandas del proyecto. Para abastecer los diferentes usos se tendrán en cuenta proveedores locales o regionales con autorización, o de ser posible, se hará el abastecimiento a partir del proyecto Guajira Azul, tal como se mencionó en el numeral 3.2.4.9.

Las demandas anuales previstas por fase de proyecto se presentan en la siguiente Tabla:

**Tabla 3-55 Estimación de la demanda esperada de agua**

| Fase             | Actividad                                                                            | Demanda estimada (lt) | Periodo de estimación                    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Construcción     | Consumo humano                                                                       | 80.000                | Total duración de obra (9 cuatrimestres) |
|                  | Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)                              | 10.538.327            |                                          |
|                  | Preparación de concretos                                                             | 17.910.000            |                                          |
|                  | Lavado de mezcladoras de cemento, volquetas y equipos asociados a mezcla de concreto | 832.500               |                                          |
|                  | Humectación de vías                                                                  | 262.800.000           |                                          |
| Operación        | Consumo humano                                                                       | 8.000                 | Anual                                    |
|                  | Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)                              | 345.900               |                                          |
| Desmantelamiento | Consumo humano                                                                       | 61.000                | 3 cuatrimestres                          |
|                  | Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)                              | 270.000               |                                          |
|                  | Humectación de vías                                                                  | 175.200.000           |                                          |

*Fuente: Jemeiwaa Ka'l-AES Colombia, 2021.*

Asimismo, no se tiene previsto hacer ningún vertimiento a fuentes de agua ni al suelo.

Para esto se utilizarán sistemas cerrados que permitan la recolección del agua residual para la entrega a un tercero para su tratamiento. Tampoco se tiene previsto reúso de agua tratada.

Durante la fase de construcción, en el campamento se utilizará un sistema, cuyas principales características son:

- Considerando el número máximo de personal y el cronograma de obras, se tiene previsto un esquema modular conformado por tanques de almacenamiento de agua residual con capacidad de 9000 litros. Estos montarán en serie y de manera secuencial, acorde al incremento de personal, hasta llegar a 5 tanques.
- Los tanques serán de tipo horizontal, fabricado en polietileno, con diseño estructural que lo hace resistente a la presión interna del agua y a la presión externa del terreno

en caso de requerir instalarlo sobre el suelo. Contará con dos tapas de tipo “manhole” y accesorios de entrada y salida. En la Figura 3-46 se ilustra el tanque de almacenamiento de agua doméstica y en la Tabla 3-56 las dimensiones de dichos sistemas.

- Los tanques estarán instalados sobre una placa de concreto, ya sea que se instale sobre la superficie o nivel inferior, para aprovechar flujo por gravedad.
- El agua residual doméstica será conducida a través de una tubería de PVC al tanque de almacenamiento, donde se realizará la limpieza (succión) cuando el sistema lo requiera.
- Esta actividad de limpieza se realizará por medio de un gestor externo avalado ambientalmente. Esta actividad consiste en evacuar el agua domestica por medio de un carro-vactor y finalizando con la aplicación de un compuesto biodegradable. Este último tiene la propiedad de actuar para desodorizar y retardar la degradación, el cual se mezcla con agua para que en forma de solución controlando los olores y la actividad biológicas de las excretas allí depositadas.

**Figura 3-46 Tanque de almacenamiento de aguas residuales**



*Fuente: COLEMPAQUES, 2020*

**Tabla 3-56 Medidas aproximadas del tanque**

| Medidas (cm) |       |       |
|--------------|-------|-------|
| Alto         | Ancho | Largo |
| 130          | 244   | 438   |

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

Para los frentes de obras se tendrán baños portátiles que son sistemas cerrados y serán objeto de limpieza frecuente, que estará asociada al número de personas por frente.

o detalle se presenta en la ficha de manejo de aguas residuales del Plan de Manejo Ambiental.

Durante las fases de operación y desmantelamiento se tendrá:

- Operación:
  - ❖ Campamento: Sistema modular como el descrito para construcción, pero para una capacidad de atención de 20 personas.

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

❖ Actividades de mantenimiento: Baños portátiles en frentes de mantenimiento.

▪ Desmantelamiento:

- ❖ Campamento: Sistema modular como el descrito para construcción. Se prevén uno o dos módulos de capacidad de 9000 litros.
- ❖ Actividades de mantenimiento: Baños portátiles en frentes de desmontaje de unidades de generación y equipos asociados.

Las cantidades estimadas de agua residual se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3-57 Estimación de la Cantidad de Agua Residual**

| Fase             | Actividad                                                      | Cantidad (L) | Periodo de estimación                    |
|------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------|
| Construcción     | Baños portátiles                                               | 88.200       | Total duración de obra (9 cuatrimestres) |
|                  | Baños portátiles y lavamanos en frentes de obra                | 187.380      |                                          |
|                  | Baños en campamentos, oficinas y residuos de cocina            | 9.075.118    |                                          |
|                  | Lavado de mezcladoras de concreto (Área de Planta de concreto) | 790.875      |                                          |
|                  | Lavado de maquinaria                                           | 1.942.300    |                                          |
| Operación        | Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)        | 27.810       | Anual                                    |
|                  | Baños, aseo, higiene del personal en campamento                | 291.000      |                                          |
| Desmantelamiento | Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)        | 10.800       | 3 cuatrimestres                          |
|                  | Baños portátiles en campo                                      | 3.140        |                                          |
|                  | Lavamanos en frentes de obra                                   | 60.000       |                                          |
|                  | Baños e higiene de personal en campamento                      | 201.150      |                                          |
|                  | Baños en campamento y residuos de cocina                       | 10.800       |                                          |
|                  | Lavado de maquinaria                                           | 145.800      |                                          |

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

### 3.2.9. 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.

A continuación, se describen de manera general las operaciones necesarias para llevar a cabo el desmantelamiento del Parque Eólico Casa Eléctrica.

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

### 3.2.9.1. Componentes Generados en el Desmantelamiento

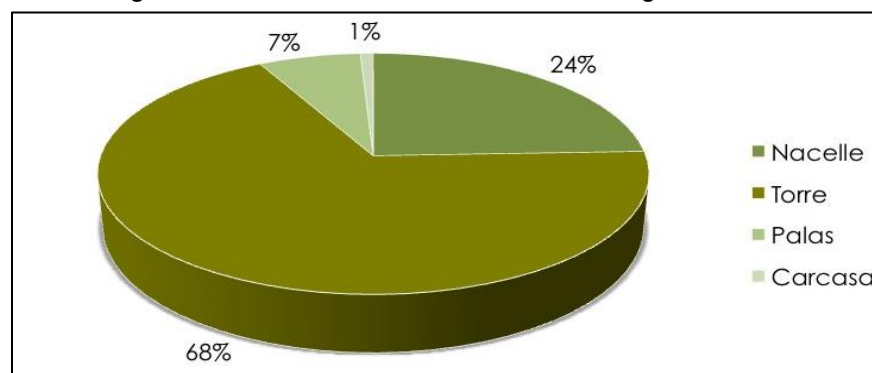
El desmantelamiento de un aerogenerador consiste en la retirada al completo de todos sus componentes, desde las palas hasta las torres. La metodología empleada es similar a las operaciones de montaje, con una secuencia de trabajos inversa, siendo las necesidades de maquinaria similares, pero en mano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

#### 3.2.9.1.1. Naturaleza del Material de los Aerogeneradores

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 3-47 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 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.

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

### 3.2.9.2. Descripción de los Componentes

Cada uno de los componentes del aerogenerador está fabricado en un material o materiales adecuados a las características estructurales y de operación para los que son diseñados.

A continuación, se detallan los principales componentes y materiales del aerogenerador.

#### 3.2.9.2.1. Palas

Las palas se construyen con fibra de vidrio, como componente principal, a la cual se le adicionan otros componentes de la familia de las resinas, que tras diferentes tratamientos da lugar al material final de las palas.

Las palas se componen de dos partes, una interna, la raíz de pala y la viga constituida como un soporte interior, y otra exterior que constituye la parte visible de la pala. Ambas partes están fabricadas con fibra de vidrio como componente principal.

**Foto 3-20 Desmontaje de una Pala**



*Fuente: ENERCON 2020.*

Su valor potencial es servir de combustible y materia prima en la producción industrial de Cemento Clinker.

El reciclaje del material para fabricación de otros componentes se realiza mediante separación de los diferentes componentes. A través de este proceso, se obtiene de nuevo, la fibra de vidrio por un lado y la resina por el otro.

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

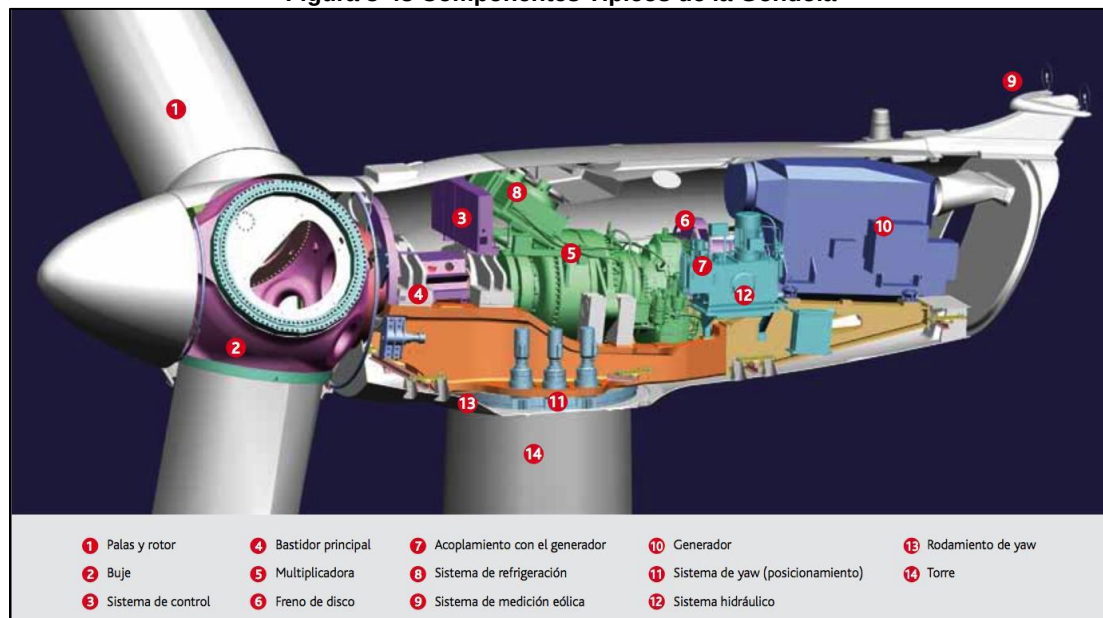
### 3.2.9.2.2. Nacelle o Góndola

La nacelle o góndola, constituye el núcleo central del aerogenerador en el cual se produce la transformación en energía eléctrica a partir del movimiento de las palas por la fuerza del viento. Es la parte más compleja del aerogenerador, dado el elevado número de componentes, unidades y sistemas diferentes instalados.

Los componentes principales de la nacelle son de forma general los siguientes:

- Buje.
- Generador.
- Eje.
- Multiplicadora.
- Transformador.
- Grupo hidráulico.
- Bastidor delantero y trasero.
- Cuadro eléctrico y de control.
  - Carcasa.
  - Elementos de calderería y tortillería.
  - Aceites y grasas (hidráulicos y mecánicos).

**Figura 3-48 Componentes Típicos de la Góndola**



Fuente: ENERCON 2020.

La gran mayoría de estos componentes están fabricados en diferentes tipos de acero y aleaciones.

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

Por otro lado, se encuentran los componentes y material eléctrico (circuitos, placas de control, etc.) formados por materiales metálicos y no metálicos de diversa naturaleza, pero en menor proporción respecto al total.

A continuación, se describen las vías de gestión existentes para los componentes y grupos de mayor tamaño e importancia. También se hará referencia a aquellos que, por su naturaleza peligrosa, requieren una gestión específica y controlada.

- Buje

El buje une las palas solidarias al eje lento. Está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador a través del cual se transmite el movimiento de rotación generado por las fuerzas del viento en las palas.

El material utilizado en la fabricación del buje es acero. Así, su destino final es el reciclado como chatarra de acero.

- Eje lento

El eje de baja velocidad del aerogenerador conecta el buje del rotor al multiplicador. Por su interior discurren conductos del sistema hidráulico o eléctrico. Está fabricado en su totalidad en acero por lo que su destino final es el reciclaje.

- Multiplicadora

Conecta con el eje de baja velocidad, y mediante unos engranajes, consigue que el eje de salida, de alta velocidad, gire más rápido. Al igual que el eje, la multiplicadora está construida en acero y contiene componentes del sistema hidráulico como válvulas, conductos de aceite y filtros.

Una vez desmantelada, si se encuentra en buen estado, se podrá reutilizar como recambio para otros aerogeneradores. En el caso de encontrarse inutilizada, se procederá al desmantelamiento de las piezas más pequeñas que se destinarán a reciclaje.

Previamente al desmantelamiento, se retirará de forma controlada la totalidad del aceite hidráulico y lubricante en el interior de la multiplicadora, así como los conductos y filtros hidráulicos. Tanto aceites como filtros de aceite se reciclarán a través de gestor autorizado, mediante procesos de valorización energética o transformación, que cuenten con las autorizaciones respectivas. Eje de alta velocidad

Gira a miles de revoluciones por minuto (r.p.m.), lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico.

Está fabricado en acero y se encuentra protegido por una carcasa metálica. Su destino final es el reciclaje.

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

- Generador

Es el elemento de la turbina encargado de convertir la energía mecánica (en forma rotatoria), en energía eléctrica. La electricidad producida en el generador baja por cables a la base de la torre, para ser transformada (elevar la tensión y reducir intensidad) y enviada a la red.

Se compone principalmente de una carcasa exterior y soporte interior de acero. Dentro de esta estructura se encuentra un arrollamiento de cableado de cobre.

Tanto el acero como el cobre son destinados al reciclaje.

#### 3.2.9.2.3. Motores de giro y reductoras

El mecanismo de posicionamiento de la turbina frente al viento se realiza a través de un movimiento circular. Se consigue con unos motores y reductores fijos a la góndola, y engranando en un dentado de la parte superior de la torre, llamada corona de orientación. La señal de posicionamiento correcta la recibe del controlador de la turbina, con las lecturas de la veleta y anemómetro instaladas en cada turbina.

Tanto los motores eléctricos de giro como las reductoras, están fabricadas en acero y hierro. En el caso de los motores, debido a su gran resistencia y durabilidad, son aprovechables como repuestos en otras máquinas similares. Por otro lado, debido a la compatibilidad de estos motores en otras aplicaciones, fuera del sector eólico, estos motores podrán ser aprovechados en el mercado de equipos usados. Este caso es aplicable igualmente a los motores instalados en el buje para accionamiento del sistema de rotación de las palas. En el caso de que estos equipos se encuentren muy deteriorados, se destinarán a reciclaje.

#### 3.2.9.2.4. Grupo o sistema hidráulico

Se compone de un grupo de presión, válvulas de control e instalación de conductos hidráulicos que distribuyen el líquido hidráulico (aceite hidráulico) entre el rotor y la nacelle.

- Grupo de presión: Se encarga de suministrar fluido hidráulico a una presión determinada para permitir el accionamiento de sistemas de captación, orientación o transmisión. Dispone de depósito de nitrógeno. El equipo está fabricado en su totalidad en acero y su destino final es como reciclaje. En caso de que el equipo se encuentre en buen estado, podrá ser destinado como repuesto.
- Conductos hidráulicos: Canalizan el fluido hidráulico hasta el punto de utilización, en los componentes que se encuentran sometidos a movimientos continuos de rotación como el rotor, ejes, multiplicadoras, motores de giro y posicionamiento del aerogenerador. Estos conductos están fabricados en polímeros sintéticos y caucho, estando algunos reforzados internamente con mallas de hilo de acero. Dado que este material y su estructura es muy similar a la de los neumáticos de los automóviles, se

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

destina a valorización (por gestor autorizado) como combustible o como materia prima para la fabricación de productos de mobiliario urbano.

- Válvulas de control: Adaptan la presión y caudal del fluido hidráulico que circula a través de los diferentes equipos instalados en la nacelle. En la mayoría de los casos están fabricadas en acero y otras aleaciones como latón. Su destino final es el reciclaje.

#### 3.2.9.2.5. Transformador

Los transformadores instalados son de tipo seco y básicamente se componen de una instalación de placas y arrollamientos de alambre de cobre.

Los materiales féreos constituyentes del armazón y la carcasa exterior se destinarán a reciclaje, al igual que el cobre generado se recuperará para su refundición.

#### 3.2.9.2.6. Bastidor delantero y trasero

El bastidor delantero se compone de una pieza y el bastidor trasero de dos segmentos, todos los cuales se ensamblan entre sí para formar la base sobre la cual se asientan la totalidad de los componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos que forman el nacelle. Igualmente, al bastidor delantero se ensamblan la corona de giro y los anclajes de sujeción a la torre de apoyo del aerogenerador.

Los bastidores están fabricados en acero mecano soldado y su estructura está diseñada específicamente para el soporte de la estructura del nacelle, por tanto, su destino una vez finalizado la vida del aerogenerador es reciclaje.

#### 3.2.9.2.7. Carcasa

La totalidad del nacelle se encuentra recubierta por la carcasa exterior. Al igual que las palas, la carcasa está fabricada en fibra de vidrio, como componente principal, a la cual se le adicionan resinas, con lo que se obtiene un material con la suficiente resistencia estructural y de aislamiento frente a la corrosión producida por los fenómenos meteorológicos.

Dado que las necesidades de resistencia estructural son mucho menores para la carcasa en comparación a las exigidas para las palas, la composición del material de la carcasa es más pobre en fibra de vidrio.

Al igual que las palas, para la eliminación de estos componentes se plantean dos alternativas:

- Valorización como combustible y materia prima de proceso en la producción industrial de Cemento Clinker. Este proceso requiere un tratamiento físico previo que permita su introducción de forma controlada en los hornos de producción. Esto requerirá de las autorizaciones normativas aplicables al momento de desmantelamiento.

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

- Reciclaje del material para fabricación de otros componentes a través de proceso de separación de los diferentes componentes. A través de este proceso, se obtiene de nuevo, la fibra de vidrio por un lado y la resina por el otro, si bien, la fibra de vidrio recuperada de esta forma no conserva la totalidad de las propiedades iniciales, pero si tiene potencial de revalorización.

#### 3.2.9.2.8. Componentes Eléctricos y de Control

En la totalidad del aerogenerador y, particularmente en el interior del nacelle, se instala un elevado número de cables y dispositivos de control. Por un lado, se encuentran los cables que evacuan la energía generada al exterior y por otro, los cables pertenecientes al sistema de control del aerogenerador. Estos cables conectan los diferentes mecanismos a la unidad de control del aerogenerador, en la cual se gestiona toda la información de los múltiples sensores instalados.

La mayoría de los cables instalados están fabricados en cobre, aunque también se encuentran cables con aluminio. El aislamiento exterior en la mayoría de los casos está fabricado en PVC, polietileno (XLPE) u otros polímeros.

Casi la totalidad del cableado es recuperable para el reaprovechamiento de los metales, que tienen en el cobre y aluminio.

El proceso para la recuperación del cableado está basado en la tritución inicial del cable y la separación del conductor metálico y del aislante plástico.

La parte aislante de PVC o XLPE, es aprovechable en diversas aplicaciones como materia prima para la fabricación de herramientas y aplicaciones para usos domésticos como jardinería.

- Elementos Varios y Tornillería

Al igual que la mayoría de componentes del nacelle, los elementos de ensamblaje, soportes, armazón de sujeción de la carcasa exterior, elementos de protección de los componentes móviles, como tornillos, tuercas, arandelas, tubos y planchas, están fabricados en acero, aluminio y otras aleaciones como el latón. El destino final de estos componentes debe ser el reaprovechamiento mediante su refundición y posteriormente a la segregación de los mismos en función de su naturaleza material.

- Aceites y líquidos refrigerantes (hidráulicos y mecánicos)

Los aceites mecánicos son utilizados para la lubricación principalmente de los elementos de giro, instalados dentro y fuera del nacelle, como el rotor, el eje principal y la multiplicadora.

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

Por otro lado, el aceite del sistema hidráulico se extiende por la totalidad del nacelle, a través de conductos, para el accionamiento de varios de los sistemas instalados.

Debido a la composición de los mismos, estos aceites son considerados como residuo peligroso y su gestión final se llevará a cabo acorde a la normativa vigente.

Los líquidos de refrigeración deben ser igualmente retirados de forma controlada y se gestionarán como residuo peligroso.

#### 3.2.9.2.9. Torres

Las torres de sustentación y caja de pernos (virola) de anclaje a la base de los aerogeneradores, se fabrican íntegramente a partir de planchas de acero y en tanto en su interior como exterior, son recubiertas por varias capas de pintura. En la siguientes Figuras se ilustran los componentes de las torres

**Foto 3-21 Componentes de las Torres**



Fuente: ENERCON.

En su interior, las torres instalan varios componentes internos como escaleras, cables eléctricos de conexión del aerogenerador, puerta de la torre y cajas de conexiones.

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

Las torres de soporte del aerogenerador están fabricadas con planchas de acero de entre 16 y 38 mm de grosor, que finalmente son recubiertas en su exterior e interior por capas de pinturas para protegerlas contra la corrosión.

A lo largo del interior de las torres, se instalan una serie de plataformas, escaleras y líneas de vida para el acceso de los operarios al interior del nacelle. Dichos componentes están fabricados en acero o hierro galvanizado, dado que en el interior se encuentran protegidos contra la corrosión.

La opción más viable de cara a la gestión final de los tramos que componen las torres es el reciclaje.

#### 3.2.9.2.10. Base de Concreto

Todos los aerogeneradores se sustentan sobre una base monobloque, construida a base de concreto armado y caja de pernos (virola) de sujeción de acero.

**Foto 3-22 Armadura de una zapata y pernos de anclaje**



*Fuente: ENERCON 2020.*

Los componentes son concreto mezclado con hierro, perteneciente a la zapata, y varillas de acero.

En términos de recuperación, la parte metálica se destina a reciclaje como chatarra y el concreto se puede eliminar a través de depósito de residuos inertes, o su reciclaje como aglomerados para usos en construcción civil.

#### 3.2.9.2.11. Proceso de desmantelamiento

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:

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

- 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.

El capítulo 10.1.4 presenta el plan de desmantelamiento y abandono del parque eólico Casa Eléctrica.

### **3.2.10. Otras Consideraciones**

#### **3.2.10.1. Superposición de Proyectos**

El proyecto eólico Casa Eléctrica se superpone con el “Proyecto Minero de Explotación de Carbón Bloque Central del Cerrejón Zona norte. Mina Cerrejón (áreas integradas), Proyecto LAM 1094.” En específico hay superposición con un tramo de aproximadamente ocho (8) kilómetros de la línea de ferrocarril que conduce hasta Puerto Bolívar. Sobre el particular, la ANLA confirmó la superposición mediante comunicación 2020073451-2-001 de junio 03 de 2020. No hay superposición con otras actividades de explotación de carbón. La mina se encuentra a unos 150 kilómetros al sur del área de intervención del proyecto eólico.

Cómo se indicó en los numerales precedentes, en particular los numerales 3.2.1.1 y 3.2.4.4.2 se tiene un punto de cruce con el corredor férreo para acceder a los cuatro aerogeneradores localizados en el costado occidental del parque eólico. Asimismo, se indicaron las características de dicho cruce, de manera que no se genere ninguna interferencia con la operación del transporte del carbón al puerto.

En atención a lo establecido en el artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015, respecto a coexistencia de proyectos, Jemeiwaa Ka'l puso en conocimiento al Proyecto Cerrejón sobre la superposición ocurrida mediante comunicación remitida el pasado 8 de febrero de 2021 (Ver Anexo 3 Descripción proyecto/D-Superposición). Asimismo, ha mantenido conversaciones con los grupos técnico y ambiental de la mencionada empresa a fin de indicar las características del proyecto de manera asegurar que se tendrá en cuenta aspectos tales como:

- Manejo diferenciado de impactos.
- Análisis de posibles impactos acumulativos
- Coordinación de la operación de transporte de carbón de manera que no se generen interrupciones como consecuencia de las actividades de construcción del parque eólico, en temas como adecuación del acceso vial al costado occidental del proyecto, el transporte de los aerogeneradores a instalar en dicho sector y actividades de operación y mantenimiento de aerogeneradores.

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

- No interferencia con otra infraestructura operativa del Proyecto Cerrejón en el corredor férreo.
- Gestión con comunidades étnicas con enfoque en los impactos particulares de la construcción y operación del parque eólico.

Con respecto a los temas de manejo diferenciado de impactos se tienen las siguientes consideraciones generales que demuestran que es posible la coexistencia de ambos proyectos desde el punto de vista ambiental:

- Las actividades constructivas del proyecto Casa Eléctrica se desarrollarán en su mayoría al oriente de la línea férrea y de la carretera Uribí – Puerto Bolívar. Por consiguiente, los impactos ambientales se manifestarán y gestionarán por fuera del corredor de operaciones de la línea de ferrocarril.
- Instalaciones como el campamento y la planta de concreto se localizan a más de 1,5 kilómetros de la línea férrea. Por lo tanto, su instalación, operación, además de la movilización de personal y equipos hacia estos sectores no tiene interferencia con la línea férrea. En este contexto, el manejo por parte de Jemeiwaa Ka'i de los impactos ambientales de estas áreas es claramente diferenciable.
- La movilización de personal, maquinaria y equipos hacia el área del proyecto se desarrollará por vía pública. Para el caso del cruce del corredor férreo se atenderán las consideraciones que pueda establecer Cerrejón de manera que no se interfiera con la Operación de transporte de carbón. Conviene señalar que solamente 4 de los 56 aerogeneradores del proyecto se construirán al occidente de la línea de ferrocarril.
- Las ZODMES del proyecto están localizadas aproximadamente a 3 kilómetros de la línea férrea, de manera que su conformación no interfiere con la operación de transporte de carbón y su manejo ambiental a cargo de Jemeiwaa Ka'i es diferenciable.
- La mayor parte de las vías a construir para el proyecto están al oriente del corredor férreo. Como se ha indicado antes, solamente se tiene previsto un cruce al corredor férreo para acceder a la construcción y operación de 4 aerogeneradores a la altura del kilómetro 133 de la mencionada línea. En esta zona se tiene previsto un cruce de cable por debajo de la vía férrea y adecuación del cruce para la movilización de los cuatro aerogeneradores. Estas intervenciones se pueden llevar a cabo atendiendo las consideraciones que establezca Cerrejón desde los aspectos técnicos, ambientales y sociales. Asimismo, el manejo ambiental de estas actividades es documentable y estará a cargo de Jemeiwaa Ka'i.
- En el Plan de Manejo Ambiental y Plan de Seguimiento y Monitoreo se tienen contempladas actividades de monitoreo de calidad del aire, ruido y calidad del agua para evaluar cambios que se puedan presentar por la construcción, operación y desmantelamiento del parque eólico Casa Eléctrica. Asimismo, se considerará seguimiento a aves y quirópteros para la fase de operación del parque eólico. Estos

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

insumos son una base para diferenciar los impactos propios del proyecto Casa Eléctrica versus impactos asociados al transporte de carbón y ejecutar las medidas de manejo relacionadas.

- Las actividades de aprovechamiento forestal del proyecto Casa Eléctrica no interfieren con la operación del corredor férreo. Tampoco se intervendrán áreas restringidas ambientalmente de Cerrejón o zonas en donde Cerrejón tiene previsto desarrollar acciones de compensación.
- En cuanto a gestión social, Jemeiwaa Ka'i tiene un relacionamiento con la comunidad mayor a 10 años, tiene identificados las comunidades, líderes y autoridades del territorio. Asimismo, tiene un esquema de relacionamiento reconocido y con responsabilidades claramente diferenciadas. Esto incluye un esquema en terreno de atención de situaciones de conflicto que puedan surgir. A esto se suman los acuerdos de consulta previa con las comunidades, en donde están protocolizados compromisos entre Jemeiwaa Ka'i y las comunidades.
- En términos de impactos acumulativos, en el capítulo 8.3 se presenta un análisis de impactos acumulativos con el proyecto Cerrejón, con base en la información disponible en el expediente LAM1094. De acuerdo con el análisis realizado se tienen 5 impactos comunes. En específico, alteración de calidad de aire y ruido, generación de expectativas y conflictos, afectaciones a la salud y cambios en la oferta laboral. Todos se consideran sinérgicos y acumulativos, pero su manifestación en términos del desarrollo del proyecto Casa Eléctrica en sus diferentes etapas es claramente diferenciable. Esto a su vez, sumando las respectivas medidas de manejo y seguimiento para atacar la manifestación de los impactos.

Bajo estas premisas se continuará trabajando con Cerrejón de manera que se pueda formalizar un acuerdo de coexistencia en el menor tiempo posible y que incluya consideraciones y compromisos particulares que Jemeiwaa Ka'i deba incluir para el desarrollo del proyecto Casa Eléctrica de manera que no interfiera con la operación del transporte del carbón.

### 3.2.11. Costo total del proyecto

Los costos estimados del proyecto se determinaron a partir del presupuesto de la obra cuyo contenido forma parte de un documento externo a la presente memoria. En todo caso, el esquema general del costo de la obra se presenta a continuación.

**Tabla 3-58 Costo total de ingeniería del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica**

| RESUMEN PRESUPUESTO P.E. CASA ELÉCTRICA - INGENIERIA Y OBRA |                           |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------|
| CAPÍTULOS                                                   | COSTO (COP)               |
| <b>CAPÍTULO 1 - OBRA CIVIL</b>                              | <b>130.279.386.252,00</b> |
| VÍAS Y PLATAFORMAS DE MONTAJE                               | 56.881.397.100,00         |

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

| RESUMEN PRESUPUESTO P.E. CASA ELÉCTRICA - INGENIERIA Y OBRA   |                             |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| CAPÍTULOS                                                     | COSTO (COP)                 |
| CANALIZACIONES MEDIA TENSIÓN (M.T.) Y DRENAJES                | 11.529.767.500,00           |
| OBRAS HIDRÁULICAS                                             | \$9.672.528.952             |
| CIMENTACIONES                                                 | 52.195.692.700,00           |
| <b>CAPÍTULO 2 - RED M.T.</b>                                  | <b>111.694.226.900,00</b>   |
| CABLEADO RED SUBTERRÁNEA                                      | 109.775.759.200,00          |
| TOMAS DE TIERRA                                               | 1.493.467.700,00            |
| PUESTA EN MARCHA                                              | 425.000.000,00              |
| <b>CAPÍTULO 3 - TORRES DE MEDICIÓN</b>                        | <b>748.000.000,00</b>       |
| <b>CAPÍTULO 4 - ESTUDIOS Y SEGUIMIENTO DE OBRA</b>            | <b>867.000.000,00</b>       |
| <b>CAPÍTULO 5 - AEROGENERADORES, TRANSPORTE E INSTALACIÓN</b> | <b>816.816.000.000,00</b>   |
| <b>CAPÍTULO 6 - OPERACIÓN, PERSONAL Y MANTENIMIENTO</b>       | <b>93.500.000.000,00</b>    |
| <b>CAPÍTULO 7 - DESMANTELAMIENTO</b>                          | <b>65.301.355.400,00</b>    |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN</b>                                        | <b>1.219.205.968.552,00</b> |

Tabla 3-59 Costo total del Plan de Manejo Ambiental del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica

| MEDIOS            | FASES DEL PROYECTO       |                                       |                           |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|                   | CONSTRUCCIÓN<br>(COP)    | OPERACIÓN Y<br>MANTENIMIENTO<br>(COP) | DESMANTELAMIENTO<br>(COP) |
| M. ABIÓTICO       | \$ 37,905,592,866        | \$ 3,741,866,675                      | \$ 2,247,476,869          |
| M. BIÓTICO        | \$ 940,489,500           | \$ 3,101,775,000                      | \$ 60,000,000             |
| M. SOCIOECONÓMICO | \$ 7,265,900,000         | \$ 1,210,000,000                      | \$ 60,000,000             |
| TOTAL POR FASE    | \$ 46,111,982,366        | \$ 8,053,641,675                      | \$ 2,367,476,869          |
| <b>TOTAL PMA</b>  | <b>\$ 56,533,100,910</b> |                                       |                           |

Tabla 3-60 Costo total de los acuerdos de consulta previa con la comunidad del Proyecto P.E. Casa Eléctrica

| PRESUPUESTO COMPENSACIÓN PE CASA ELÉCTRICA |                     |                |                   |                  |                   |
|--------------------------------------------|---------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ITEM                                       | ETAPAS              |                |                   |                  | TOTAL             |
|                                            | PRE<br>CONSTRUCCIÓN | CONSTRUCCIÓN   | OPERACIÓN         | DESMANTELAM.     |                   |
| Por ocupación de territorio                | \$ 462,000,000      | \$ 693,000,000 | \$ 23,100,000,000 | \$ 1,848,000,000 | \$ 26,103,000,000 |
| 50% Certificados CO2                       | \$ -                | \$ -           | \$ 48,675,000,000 | \$ -             | \$ 48,675,000,000 |

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

| PRESUPUESTO COMPENSACIÓN PE CASA ELÉCTRICA |                  |                |                   |                  |                   |
|--------------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ITEM                                       | ETAPAS           |                |                   |                  | TOTAL             |
|                                            | PRE CONSTRUCCIÓN | CONSTRUCCIÓN   | OPERACIÓN         | DESMANTELAM.     |                   |
| Total por Fase                             | \$ 462,000,000   | \$ 693,000,000 | \$ 71,775,000,000 | \$ 1,848,000,000 | \$ 74,778,000,000 |

**Tabla 3-61 Costo total final del proyecto del parque eólico Casa Eléctrica**

| Acción                                              | Costo total (COP)           |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|
| Plan de Manejo Ambiental (PMA)                      | \$ 56,533,100,910           |
| Compensación acordada con comunidades               | \$ 74,778,000,000           |
| Ejecución de obra, mantenimiento y desmantelamiento | \$ 1,219,205,968,552        |
| <b>Total costo final estimado</b>                   | <b>\$ 1,350,517,069,462</b> |

### 3.2.12. 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.

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

**Tabla 3-62 Cronograma estimado del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica**

| N°    | ACTIVIDAD / FASE                                                                          | Períodos Trimestrales Desde el Inicio del Proyecto |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|       |                                                                                           | Trimestre 01                                       | Trimestre 02 | Trimestre 03 | Trimestre 04 | Trimestre 05 | Trimestre 06 | Trimestre 07 | Trimestre 08 | Trimestre 09 | Trimestre 10 | Trimestre 11 | Trimestre 12 |
| 1.    | <b>Ingeniería y Estudios</b>                                                              |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.1   | Contratación EPC                                                                          |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.2   | Ingeniería de Detalle Parque                                                              |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.3   | Estudios Geotécnicos                                                                      |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.4   | Topografía Detallada                                                                      |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.5   | Diseño de Subestaciones                                                                   |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.6   | Diseño de Línea de Transmisión                                                            |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.7   | Diseño de Fundaciones                                                                     |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.    | <b>Compra y Fabricación Equipos Principales</b>                                           |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.1   | Procesos de compra Equipos Principales                                                    |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.2   | Aprobación Planos de Fabricación                                                          |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.3   | Fabricación de Equipos mayores                                                            |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.4   | Fabricación de Aerogeneradores                                                            |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.    | <b>Obras Civiles y Eléctricas en Media Tensión</b>                                        |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.1   | <b>Obra Civil (Vías, plataformas y fundaciones)</b>                                       |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.1.1 | Adecuación de campamentos e instalaciones de construcción                                 |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.1.2 | Instalación planta de concreto                                                            |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.1.3 | Adecuación y conformación del Zodme                                                       |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.1.4 | Remoción de suelos y cobertura vegetal para adecuación de vías, plataformas y fundaciones |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.2   | <b>Eléctrico (zanjas, cableado media tensión)</b>                                         |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|       | Excavación de Zanjas                                                                      |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|       | Instalación de Cableado de Media Tensión                                                  |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|       | Relleno y Compactación                                                                    |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.    | <b>Obras de Montaje y Puesta en Servicio</b>                                              |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.1   | Transporte de aerogeneradores                                                             |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.2   | Adecuación instalación para operación                                                     |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.3   | Montaje Aerogeneradores                                                                   |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.4   | Desmantelamiento de instalaciones temporales (campamento y planta de concreto)            |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.5   | Cierre del Zodme                                                                          |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.6   | Pruebas, Commissioning y Puesta en Marcha                                                 |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 4.7   | Inicio Operación Comercial                                                                |                                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

**Tabla 3-63 Cronograma estimado Construcción, Operación y Desmantelamiento del proyecto de parque eólico Casa Eléctrica**

| N° | ACTIVIDAD / FASE                          | Períodos Anuales |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|-------------------------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|    |                                           | 01               | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1  | Construcción Parque Eólico Casa Eléctrica |                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | Operación del Parque                      |                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | Desmantelamiento del Parque               |                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

\*Los cronogramas anteriormente mostrados son orientativos y quedarán sujetos a ajustes relacionados con temas constructivos o ejecución total o parcial.

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

### 3.2.13. Organización del proyecto

#### 3.2.13.1. Recursos humanos por fase del proyecto

Se tienen previstos esquemas organizativos para las fases de construcción, operación y desmantelamiento (ver Figura 3-49, Figura 3-50 y Figura 3-51).

El primero considera la administración del proyecto por parte de AES-Jemeiwaa Ka'l y una organización del contratista de obra.

Para la etapa de operación se tiene un esquema diferente, que incluye administración, operación y mantenimiento. La operación tendrá unos responsables locales y se podrá optar por una operación remota desde un Centro de Control que pueda integrar a Casa Eléctrica y otros proyectos. La Figura 3-50, muestra el esquema organizativo para esta etapa.

Finalmente, para la fase de desmantelamiento, se tiene un esquema similar al de la construcción. Cabe anotar que éste podrá variar teniendo en cuenta cambios organizativos y regulatorios.

Respecto a las funciones y responsabilidades, a continuación, se presenta un resumen de las funciones de los cargos con responsabilidad ambiental.

#### Fase de Construcción y Desmantelamiento:

##### **Director de Construcción AES Colombia**

- Dirección general de las tareas ambientales.
- Coordinación de la contratación de los coordinadores ambiental y social.
- Revisión general de estado de cumplimiento de obligaciones ambientales.

##### **Director Construcción Casa Eléctrica**

- Dirección general de las tareas ambientales en terreno.
- Gestión de presupuesto ambiental
- Coordinación de contratación de proveedores de materiales de construcción, agua y gestión de residuos.
- Participación en visitas de seguimiento de autoridades ambientales.
- Participación en procesos de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas ambientales y sociales.
- Coordinación de reuniones de seguimiento para evaluar el desarrollo de las actividades técnicas y la ejecución de las medidas de manejo y seguimiento ambiental.
- Aseguramiento del cumplimiento de compromisos ambientales por parte de contratistas de obra.

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

### Coordinador Obras Civiles

- Coordinación de obras acorde a lo definido en la licencia ambiental, incluyendo temas como conformación de Zodme, vías de acceso y obras asociadas a ocupaciones de cauce, entre otras.
- Coordinación de acciones preventivas y correctivas relacionadas con desviaciones a medidas de cumplimiento ambiental
- Coordinación actividades en terreno con los coordinadores ambiental y social.
- Participación en atención a visitas de seguimiento de autoridades ambientales.
- Participación en procesos de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas ambientales y sociales.
- Vigilancia y control de cumplimiento de normas técnicas.

### Coordinador de medio ambiente

- Cumple con las funciones de Departamento de Gestión Ambiental, de acuerdo con lo exigido por el Decreto 1299 de abril de 2008.
- Coordinación actividades en terreno con el Coordinador Social.
- Gestión de presupuesto ambiental.
- Planeación del desarrollo de actividades de manejo y seguimiento ambiental.
- Coordinación de actividades de monitoreo ambiental y seguimiento del medio.
- Coordinación en atención a contingencias ambientales que pudieran presentarse en la construcción o desmantelamiento del proyecto.
- Coordinación en la elaboración de informes de cumplimiento ambiental.
- Coordinación de ejecución de acciones de compensación del componente biótico durante la fase de construcción del proyecto.
- Coordinación de atención a visitas de seguimiento de autoridades ambientales.
- Atención de requerimientos establecidos por las autoridades ambientales.
- Participación en procesos de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas ambientales.

### Coordinador Social

- Gestión de relacionamiento en terrenos con las comunidades del área de influencia. Autoridades locales y otras partes interesadas.
- Coordinación de actividades en terreno asociadas a acuerdos de consulta previa.
- Coordinación de ejecución de actividades en temas sociales, acorde a lo definido en los planes de manejo y seguimiento ambiental.
- Implementación de estrategias de manejo y solución de conflictos que pudieran presentarse durante las actividades de construcción o desmantelamiento del proyecto.
- Coordinación de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas sociales.

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

- Coordinación de reuniones periódicas con el equipo del proyecto para presentar balance de resultados de implementación de medidas de manejo y seguimiento en temas sociales.
- Consolidación de la documentación de manejo y seguimiento social del proyecto

#### **Interventor Ambiental**

- Verificación en terreno de acciones de cumplimiento ambiental.
- Recolección de registros de gestión ambiental.
- Identificación en terreno de desviaciones al cumplimiento de medidas de manejo ambiental.
- Supervisión en terreno de acciones correctivas y preventivas.
- Revisión de la consistencia de registros de gestión ambiental entregados por el contratista.
- Consolidación de información para elaboración de informe de cumplimiento ambiental.
- Revisión de cumplimiento de programación de monitoreos ambientales.

#### **Coordinador Medio Ambiente Contratista**

- Coordinación de la ejecución de actividades de manejo ambiental en terreno.
- Coordinación de atención de acciones preventivas y correctivas.
- Consolidación de registros de campo de gestión ambiental.
- Coordinación de actividades de atención de contingencias ambientales que pudieran presentarse durante la ejecución del proyecto.
- Reporte de actividades de manejo ambiental a la interventoría ambiental.

#### Fase de Operación:

##### **Director Operación AES Colombia**

- Coordinación general de actividades.
- Gestión de presupuesto, incluyendo los asociados a manejo y seguimiento ambiental.
- Coordinación de reuniones de seguimiento a compromisos ambientales.

##### **Coordinador Operación Casa Eléctrica**

- Dirección general de las tareas ambientales asociadas a la fase de operación.
- Revisión general de estado de cumplimiento de obligaciones ambientales relacionadas con la fase de operación.

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

- Coordinación de acciones correctivas que sean necesarias para asegurar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental.
- Participación en procesos de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas ambientales y sociales.

#### **Coordinador de Mantenimiento**

- Coordinación de tareas ambientales asociadas a actividades de mantenimiento.
- Vigilancia y control de contratos de mantenimiento para asegurar el cumplimiento de compromisos ambientales.
- Aplicación de procedimientos ambientales para actividades de mantenimiento de aerogeneradores, equipos eléctricos e infraestructura civil.
- Participación en procesos de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas ambientales y sociales.

#### **Coordinador de Medio Ambiente**

- Cumple con las funciones de Departamento de Gestión Ambiental, de acuerdo con lo exigido por el Decreto 1299 de abril de 2008.
- Gestión de presupuesto ambiental.
- Planeación del desarrollo de actividades de manejo y seguimiento ambiental.
- Coordinación de actividades de monitoreo ambiental y seguimiento del medio.
- Coordinación en atención a contingencias ambientales que pudieran presentarse en la operación del proyecto.
- Coordinación en la elaboración de informes de cumplimiento ambiental y desarrollo de acciones derivadas de actos administrativos de seguimiento.
- Coordinación de atención a visitas de seguimiento de autoridades ambientales.
- Atención de requerimientos establecidos por las autoridades ambientales.
- Participación en procesos de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas ambientales.

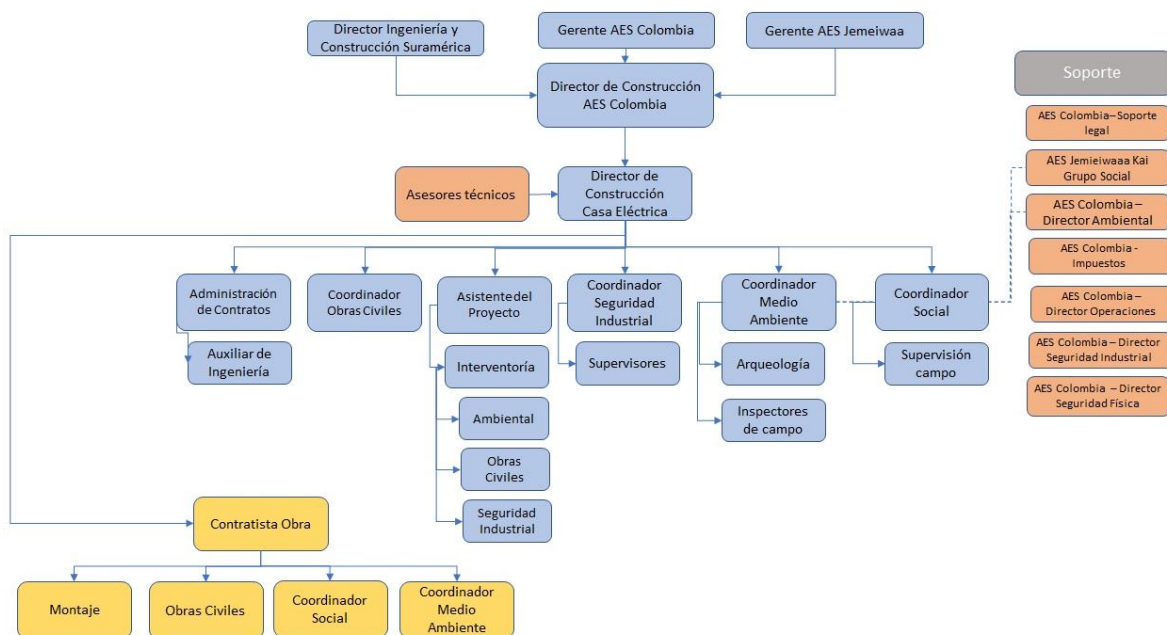
#### **Coordinador Social**

- Gestión de relacionamiento en terrenos con las comunidades del área de influencia. Autoridades locales y otras partes interesadas.
- Coordinación de actividades en terreno asociadas a acuerdos de consulta previa.
- Coordinación de ejecución de actividades en temas sociales, acorde a lo definido en los planes de manejo y seguimiento ambiental.
- Implementación de estrategias de manejo y solución de conflictos que pudieran presentarse durante las actividades de operación del proyecto.
- Coordinación de atención de peticiones, quejas y reclamos relacionados con temas sociales.

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

- Coordinación de reuniones periódicas con el equipo de operaciones para presentar balance de resultados de implementación de medidas de manejo y seguimiento en temas sociales.
- Consolidación de la documentación de manejo y seguimiento social del proyecto.

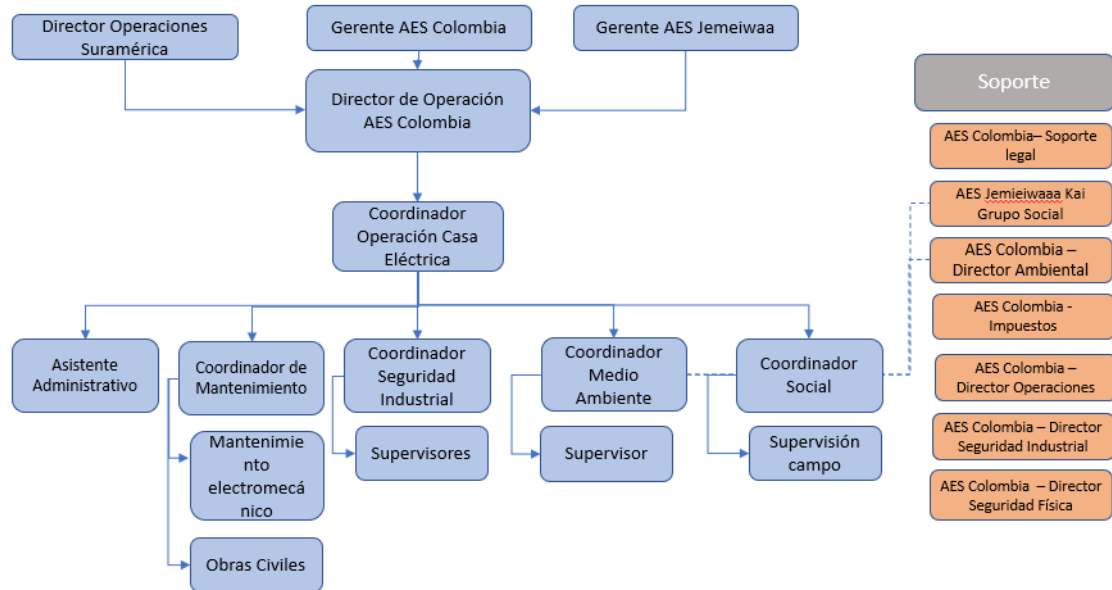
**Figura 3-49 Estructura funcional para ejecución del proyecto. Fase de Construcción.**



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

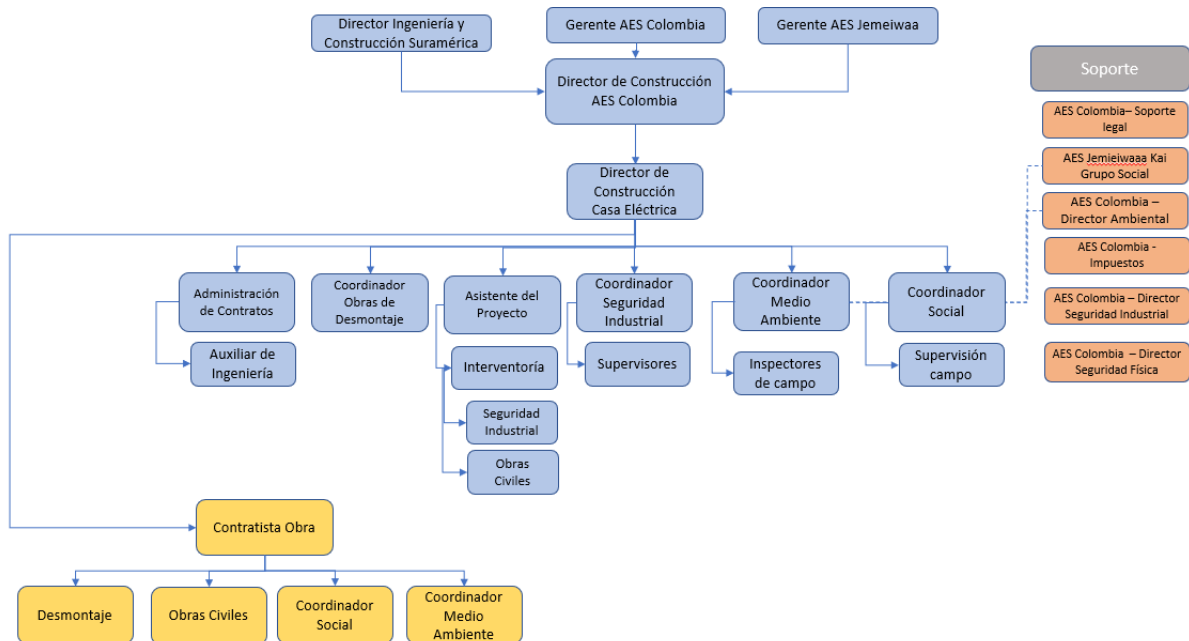
|                                                                                   |                                                           |                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|---------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

**Figura 3-50 Organigrama indicativo de ejecución del proyecto. Fase de Operación**



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

**Figura 3-51 Organigrama indicativo de ejecución del proyecto. Fase de Desmantelamiento**



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