

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO LOMA BLANCA V Y VI PROVINCIA DEL CHUBUT

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO	5
1.2 CONTEXTUALIZACIÓN – PROYECTOS ASOCIADOS	5
1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO – ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	8
1.3.1 Identificación del Predio del Proyecto	8
1.3.2 Implantación de los Aerogeneradores	8
1.3.3 Alternativas de Traza para la Línea de Alta Tensión	11
1.4 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	13
2. COMPONENTES DEL PROYECTO	13
2.1 AEROGENERADORES	13
2.1.1 Centros de Transformación de Aerogeneradores	18
2.1.2 Circuitos Eléctricos Internos	19
2.1.3 Red de Puesta a Tierra	19
2.1.4 Estaciones Meteorológicas	20
2.2 SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA	20
2.3 LÍNEA DE ALTA TENSIÓN	21
2.3.1 Elementos Principales	23
2.3.2 Requerimientos de Diseño	27
3. ETAPAS DEL PROYECTO	29
3.1 ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	29
3.1.1 Obrador	29

3.1.2	Caminos de Accesos	30
3.1.3	Equipos y Maquinarias	31
3.1.4	Requerimientos de Personal, Insumos y Servicios	31
3.1.5	Generación de Residuos, Efluentes y Emisiones	32
3.1.6	Tareas Asociadas al Montaje de los Aerogeneradores y la Subestación Transformadora	33
3.1.7	Tareas Asociadas al Tendido de la LAT	36
3.1.8	Cronograma de Obra	37
3.2	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	39
3.2.1	Operación y Mantenimiento de Instalaciones	39
3.2.2	Requerimientos de Personal, Insumos y Servicios	41
3.2.3	Generación de Residuos, Efluentes y Emisiones	41
3.2.4	Transmisión de la Energía Eléctrica	42
3.3	ETAPA DE ABANDONO	44

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo describe los aspectos claves del proyecto. El propósito principal del mismo es proveer la información suficiente sobre el proyecto que luego sirva de insumo para la descripción del marco legal aplicable al mismo (Capítulo 3) y del ambiente con potencial de verse afectado (Capítulo 4), así como también para la evaluación ambiental que se llevará a cabo a continuación (Capítulos 5 y 6).

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La empresa ISOLUX INGENIERÍA, en adelante ISOLUX, está promoviendo un nuevo proyecto eólico en la provincia del Chubut para incorporar 200 MW de potencial al **Parque Eólico Loma Blanca**.

En 2009, ISOLUX presentó al Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Loma Blanca (Ecotécnica, 2009), el cual recibió la licencia ambiental a través de la Disposición SGAYDS 179/10 que emite la correspondiente Declaratoria de Impacto Ambiental. De acuerdo a la actualización del proyecto (Serman & Asoc., 2011), el Parque Eólico constaría de 67 aerogeneradores de 3 MW de potencia unitaria dispuestos en 4 agrupaciones independientes: **Loma Blanca I** (51 MW), **Loma Blanca II** (48 MW), **Loma Blanca III** (51 MW) y **Loma Blanca IV** (51 MW), resultando una potencia total instalada de 201 MW. Las 4 agrupaciones de aerogeneradores convergerían en una misma Subestación Transformadora, a partir de donde se evacuaría la energía generada a través de una Línea de Alta Tensión en 132 kV en doble terna hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn operada por Transpa, para su incorporación al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

El nuevo proyecto eólico comprende la incorporación de 80 aerogeneradores de 2,5 MW de potencia unitaria dispuestos en 2 agrupaciones independientes: **Loma Blanca V** (100 MW) y **Loma Blanca VI** (100 MW), resultando una potencia total instalada de 200 MW. Está previsto que ambas agrupaciones de aerogeneradores converjan en una nueva Subestación Transformadora, a partir de donde se evacúe la energía generada a través de una nueva Línea de Alta Tensión en 132 kV en doble terna hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn, en este caso, operada por Transener, para su incorporación al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

En el presente capítulo se describen los componentes principales del nuevo proyecto eólico de ISOLUX, haciendo hincapié en aquellos aspectos de la construcción, la operación y el abandono que podrán incidir sobre el medio en el cual se implementan.

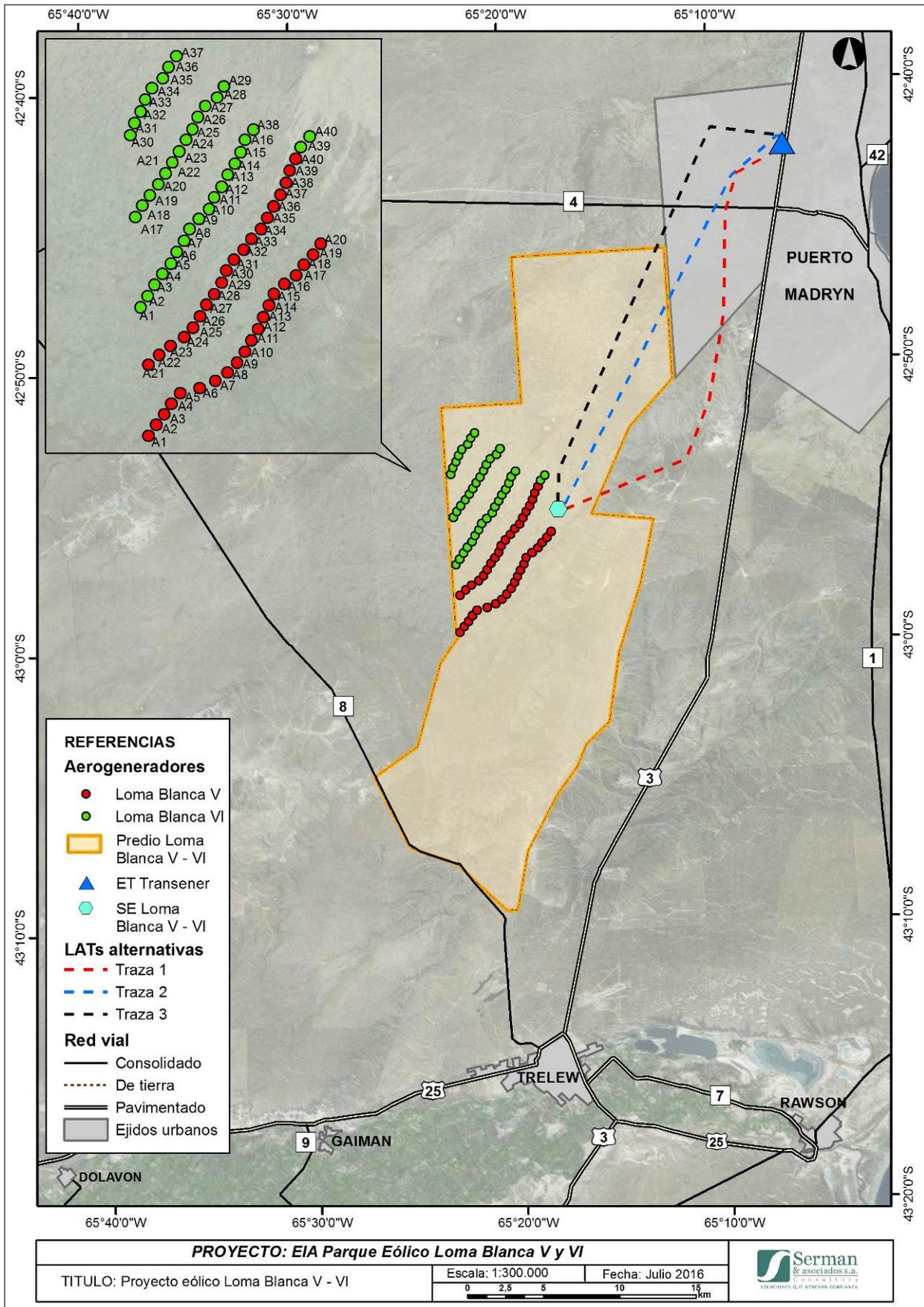
El proyecto comprende 3 componentes principales:

- los **Aerogeneradores**, donde se convierte la energía eólica en energía eléctrica;
- la **Subestación Transformadora**, cuya función es elevar la tensión de 33 kV de la red de conexión interna del parque eólico hasta los 132 kV para su evacuación; y
- la **Línea de Alta Tensión** que transporta la energía generada en una tensión de 132 kV hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn para su conexión al SADI.

El proyecto ha sido descrito en función de las siguientes etapas:

- Etapa de Preparación y Construcción
- Etapa de Operación y Mantenimiento
- Etapa de Abandono

La información técnica que se expone en el presente capítulo ha sido suministrada por ISOLUX.



1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire. En los parques eólicos la energía eólica es utilizada para producir energía eléctrica.

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión. Los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, entre el 1 y 2% de la energía proveniente del Sol se convierte en viento. Los continentes absorben una menor cantidad de luz solar, por lo tanto el aire que se encuentra sobre la tierra se expande, y se hace por lo tanto más liviana y se eleva. El aire más frío y más pesado que proviene de los mares, océanos y grandes lagos se pone en movimiento para ocupar el lugar dejado por el aire caliente.

Las turbinas eólicas (o aerogeneradores) convierten la energía cinética del viento en energía mecánica, la cual acciona un generador que produce energía eléctrica. El diseño aerodinámico de las palas de la turbina les permite capturar la mayor cantidad de energía del viento, pues éste las hace rotar, accionando una flecha acoplada al generador y así obtener electricidad.

La energía eólica es un recurso: renovable, ya que tiene su origen en procesos atmosféricos debidos a la energía que llega a la Tierra procedente del Sol; limpio, ya que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes; y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar energías termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Además, las turbinas eólicas pueden instalarse en espacios no aptos para otros fines, como zonas desérticas, y puede convivir con otros usos del suelo, como el uso agropecuario.

De acuerdo a la Asociación Argentina de Energía Eólica¹, la Patagónica es una de las regiones de mayor potencial eólico del planeta, gracias a la dirección, la constancia y la velocidad del viento. Para muchos especialistas, el viento patagónico es el de mejor calidad en todo el mundo como recurso continental. En el resto del mundo sólo se encuentran vientos de energía o persistencia equivalentes en algunas islas del Mar del Norte y del Pacífico Norte, o en instalaciones *off shore*.

La experiencia mundial indica que con vientos medios superiores a 5 m/s es factible el uso del recurso eólico para la generación eléctrica. La Argentina tiene en cerca del 70% de su territorio vientos cuya velocidad media anual, medida a 50 metros de altura sobre el nivel del suelo, supera los 6 m/s. Y en este sentido, la Patagonia media y sur cuenta con velocidades promedio que superan los 9 m/s y alcanzan los 12 m/s.

1.2 CONTEXTUALIZACIÓN – PROYECTOS ASOCIADOS

ISOLUX CORSÁN ENERGÍAS RENOVABLES S.A. participó de la Licitación Pública Nacional e Internacional ENARSA 001/2009 Programa GENREN I, siendo adjudicataria de 200 MW de potencia eólica en la provincia del Chubut.

¹ <http://www.argentinaeolica.org.ar/>

Así, en 2009 presentó al Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Loma Blanca (Ecotécnica, 2009), el cual recibió la licencia ambiental a través de la Disposición SGAYDS 179/10 que emite la correspondiente Declaratoria de Impacto Ambiental. De acuerdo a la actualización del proyecto (Serman & Asoc., 2011), el Parque Eólico constaría de 67 aerogeneradores de 3 MW de potencia unitaria dispuestos en 4 agrupaciones independientes: **Loma Blanca I** (51 MW), **Loma Blanca II** (48 MW), **Loma Blanca III** (51 MW) y **Loma Blanca IV** (51 MW), resultando una potencia total instalada de 201 MW. Las 4 agrupaciones de aerogeneradores convergerían en una misma Subestación Transformadora, a partir de donde se evacuaría la energía generada a través de una Línea de Alta Tensión en 132 kV en doble terna hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn operada por Transpa, para su incorporación al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Actualmente, se han instalado, y se encuentran en operación, 17 aerogeneradores modelo Alstom ECO100 3MW correspondientes al módulo **Loma Blanca IV**, además de la Subestación Transformadora y la Línea de Alta Tensión en 132 kV, correspondientes; entando el resto de los módulos de generación en etapa de planeamiento.



Vista de los aerogeneradores de Loma Blanca IV.



Aerogeneradores Loma Blanca IV.



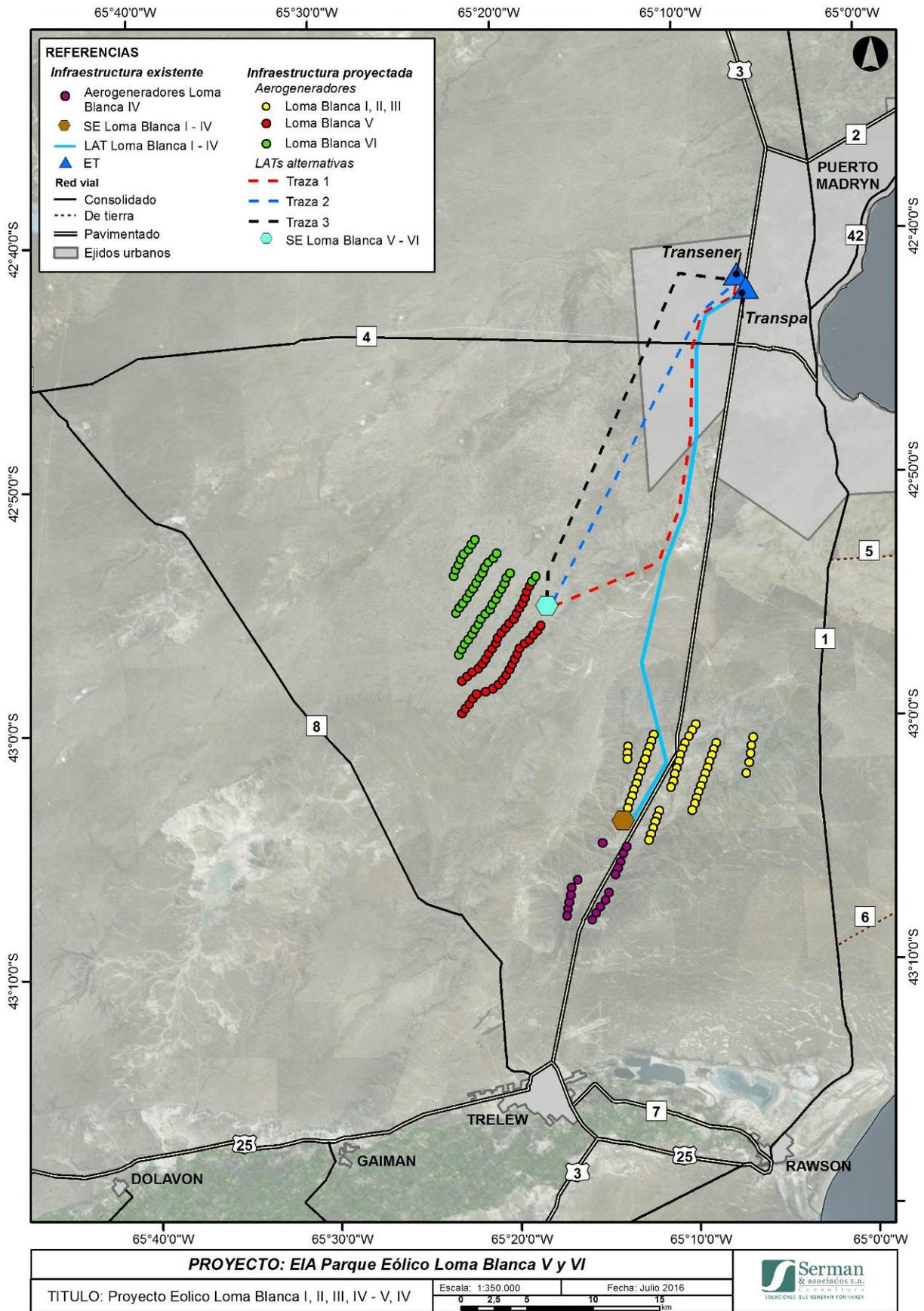
Subestación Transformadora Loma Blanca I-II-III-IV.



LAT 132 kV Loma Blanca I-II-III-IV.

Figura 1. Imágenes de Loma Blanca IV.

En la actualidad, ISOLUX prevé participar de la Convocatoria Abierta anunciada por CAMMESA (Resolución MExM 071/2016) para la contratación en el Mercado Eléctrico Mayorista de energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables (Programa RenovAr), con el objeto de aumentar la participación de las fuentes renovables en la matriz energética del país conforme lo prescripto por las Leyes 26.190 y 27.191 y el Decreto 531/2016. En este contexto, se desarrolla el presente proyecto eólico



(2) EIA Parque Eólico Loma Blanca V y VI - Cap2 Descripción del Proyecto - Rev0

1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO – ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El proyecto eólico Loma Blanca V y VI se localizará lindero al proyecto eólico Loma Blanca I, II, III y IV, actualmente en ejecución, al oeste de la Ruta Nacional 3 entre las localidades de Puerto Madryn y Trelew, en la provincial del Chubut.

Los 80 nuevos aerogeneradores estarán dispuestos en 5 alineaciones principales (aproximadamente NNE-SSO) perpendiculares a la dirección principal del viento sobre una meseta relativamente plana.

La Subestación Transformadora se ubicará dentro del predio del proyecto, aproximadamente en el centro de gravedad eléctrico del parque eólico, de manera que las pérdidas eléctricas estén equilibradas.

Para la proyección de la Línea de Alta Tensión que vinculará la Subestación Transformadora del parque eólico con la Estación Transformadora Puerto Madryn operada por Transener, de aproximadamente 30 km de longitud, se analizan tres alternativas de traza.

1.3.1 Identificación del Predio del Proyecto

Para la implantación del proyecto eólico, ISOLUX ha celebrado Compromisos Irrevocables de Constitución de Derecho Real de Usufructo (ver Anexos) con los propietarios de los siguientes lotes.

Tabla 1. Identificación catastral de los lotes vinculados al proyecto eólico.

Lote	Fracción	Sección	Departamento	Propietario
Lote 5-b/c	Fracción A	Sección B-III	Dto. Rawson	Carlos Vicente Gonzalez
Lote 6-b	Fracción A	Sección B-III	Dto. Rawson	Carlos Vicente Gonzalez
Lote 1	Fracción B	Sección B-III	Dto. Rawson	Carlos Vicente Gonzalez
Lote 10	Fracción B	Sección B-III	Dto. Rawson	Carlos Vicente Gonzalez
Lote 21-a	Fracción C	Sección A-III	Dto. Biedma	Carlos Vicente Gonzalez
Lote 2	Fracción B	Sección B-III	Dto. Biedma	Pueblo de León S.A.
Lote 9	Fracción B	Sección B-III	Dto. Biedma	Pueblo de León S.A.
Lote 11-a	Fracción B	Sección B-III	Dto. Biedma	Pueblo de León S.A.
Lote 13-b	Fracción A	Sección B-III	Dto. Biedma	Pueblo de León S.A.

1.3.2 Implantación de los Aerogeneradores

La implantación de los aerogeneradores en el predio del proyecto se definió en función de criterios técnicos, ambientales y económicos, seleccionando la mejor implantación para un aprovechamiento óptimo del recurso eólico. Así, los 80 aerogeneradores se instalarán en 5 alineaciones principales (aproximadamente NNE-SSO) perpendiculares a la dirección principal del viento, sobre una meseta por arriba de los 150 metros de altura con una superficie relativamente plana susceptible a tener menos turbulencias.

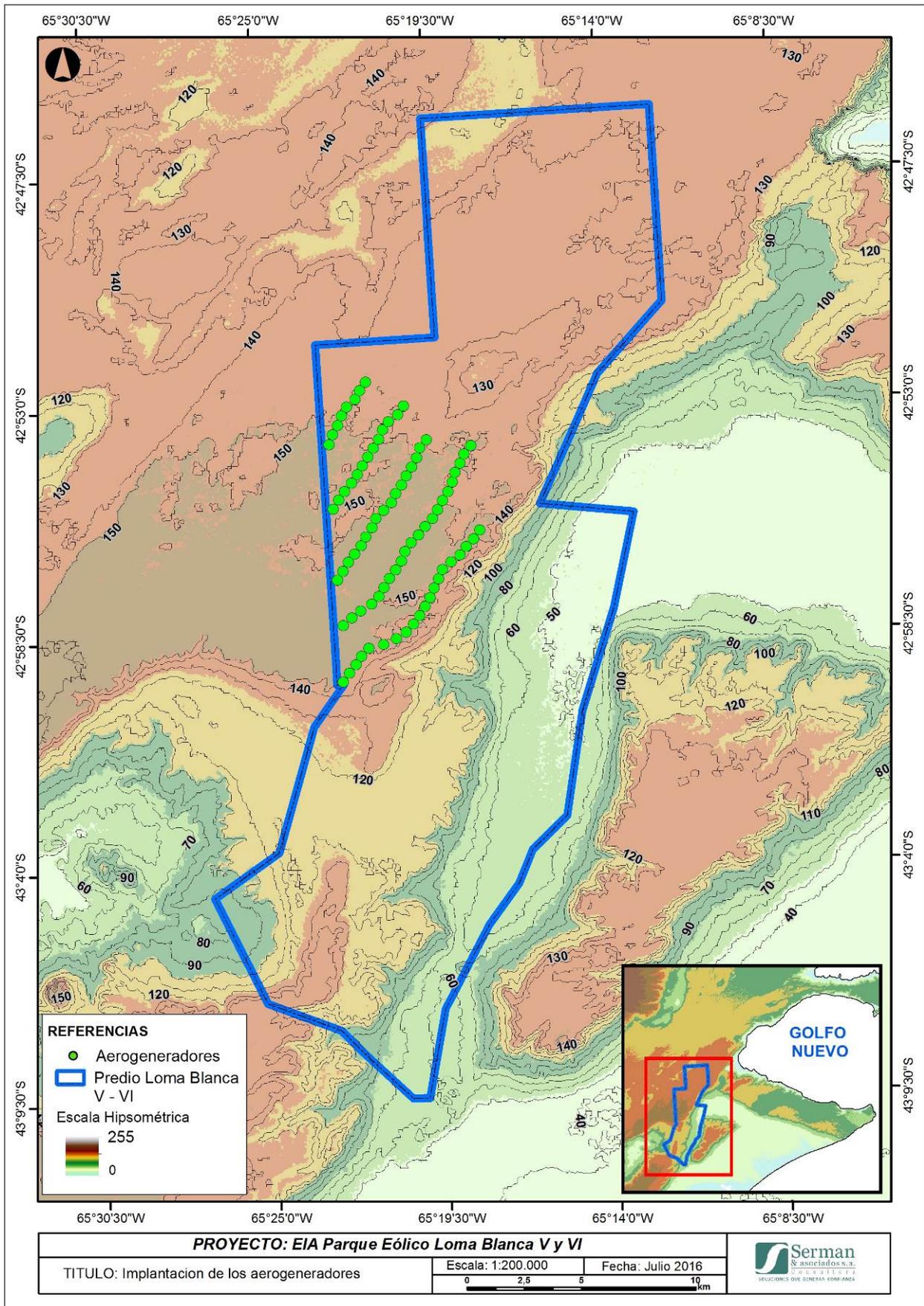
Tabla 2. Implantación de los aerogeneradores en el predio del proyecto.

ID	Latitud	Longitud	Altitud	ID	Latitud	Longitud	Altitud
Loma Blanca V				Loma Blanca VI			
A1	42° 59' 33,06" S	65° 22' 31,47" O	150,0 m	A1	42° 57' 07,49" S	65° 22' 37,29" O	150,0 m
A2	42° 59' 20,84" S	65° 22' 19,25" O	150,0 m	A2	42° 56' 55,17" S	65° 22' 26,67" O	150,0 m
A3	42° 59' 09,31" S	65° 22' 06,22" O	150,0 m	A3	42° 56' 42,50" S	65° 22' 15,50" O	150,0 m

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ID	Latitud	Longitud	Altitud
Loma Blanca V			
A4	42° 58' 57,39" S	65° 21' 54,95" O	150,0 m
A5	42° 58' 45,94" S	65° 21' 40,91" O	150,0 m
A6	42° 58' 40,87" S	65° 21' 11,66" O	150,0 m
A7	42° 58' 33,34" S	65° 20' 46,70" O	150,0 m
A8	42° 58' 24,20" S	65° 20' 27,99" O	150,0 m
A9	42° 58' 12,96" S	65° 20' 13,08" O	150,0 m
A10	42° 58' 01,32" S	65° 20' 00,72" O	150,0 m
A11	42° 57' 48,21" S	65° 19' 49,99" O	150,0 m
A12	42° 57' 35,91" S	65° 19' 39,81" O	150,0 m
A13	42° 57' 22,68" S	65° 19' 31,85" O	149,7 m
A14	42° 57' 09,62" S	65° 19' 21,96" O	149,5 m
A15	42° 56' 56,59" S	65° 19' 14,19" O	150,0 m
A16	42° 56' 45,87" S	65° 18' 57,55" O	150,0 m
A17	42° 56' 36,47" S	65° 18' 39,72" O	150,0 m
A18	42° 56' 24,66" S	65° 18' 27,59" O	150,0 m
A19	42° 56' 13,74" S	65° 18' 12,67" O	150,0 m
A20	42° 56' 01,34" S	65° 18' 00,82" O	150,0 m
A21	42° 58' 12,70" S	65° 22' 28,33" O	150,0 m
A22	42° 58' 02,13" S	65° 22' 11,63" O	150,0 m
A23	42° 57' 52,44" S	65° 21' 54,04" O	150,0 m
A24	42° 57' 42,80" S	65° 21' 32,62" O	150,0 m
A25	42° 57' 32,10" S	65° 21' 18,53" O	150,0 m
A26	42° 57' 19,81" S	65° 21' 07,91" O	150,0 m
A27	42° 57' 06,84" S	65° 20' 56,96" O	150,0 m
A28	42° 56' 55,35" S	65° 20' 45,00" O	150,0 m
A29	42° 56' 42,66" S	65° 20' 33,18" O	150,0 m
A30	42° 56' 28,97" S	65° 20' 25,69" O	150,0 m
A31	42° 56' 16,87" S	65° 20' 13,36" O	150,0 m
A32	42° 56' 06,09" S	65° 19' 58,44" O	150,0 m
A33	42° 55' 54,12" S	65° 19' 45,90" O	150,0 m
A34	42° 55' 43,21" S	65° 19' 30,98" O	150,0 m
A35	42° 55' 30,58" S	65° 19' 20,62" O	150,0 m
A36	42° 55' 17,69" S	65° 19' 10,74" O	150,0 m
A37	42° 55' 05,20" S	65° 18' 59,95" O	150,0 m
A38	42° 54' 51,95" S	65° 18' 51,34" O	150,0 m
A39	42° 54' 38,21" S	65° 18' 44,92" O	150,0 m
A40	42° 54' 24,85" S	65° 18' 35,29" O	150,0 m

ID	Latitud	Longitud	Altitud
Loma Blanca VI			
A4	42° 56' 30,85" S	65° 22' 03,36" O	150,0 m
A5	42° 56' 19,11" S	65° 21' 49,76" O	150,0 m
A6	42° 56' 06,59" S	65° 21' 40,64" O	150,0 m
A7	42° 55' 54,00" S	65° 21' 28,38" O	150,0 m
A8	42° 55' 40,73" S	65° 21' 19,80" O	150,0 m
A9	42° 55' 29,68" S	65° 21' 05,04" O	150,0 m
A10	42° 55' 19,05" S	65° 20' 49,24" O	150,0 m
A11	42° 55' 05,93" S	65° 20' 40,85" O	150,0 m
A12	42° 54' 54,02" S	65° 20' 29,15" O	150,0 m
A13	42° 54' 40,96" S	65° 20' 19,26" O	150,0 m
A14	42° 54' 28,61" S	65° 20' 08,26" O	150,0 m
A15	42° 54' 15,74" S	65° 19' 58,60" O	150,0 m
A16	42° 54' 01,81" S	65° 19' 51,72" O	150,0 m
A17	42° 55' 25,71" S	65° 22' 41,76" O	150,0 m
A18	42° 55' 13,06" S	65° 22' 30,99" O	150,0 m
A19	42° 55' 01,41" S	65° 22' 18,86" O	150,0 m
A20	42° 54' 49,51" S	65° 22' 05,04" O	150,0 m
A21	42° 54' 37,30" S	65° 21' 53,81" O	150,0 m
A22	42° 54' 25,27" S	65° 21' 42,99" O	150,0 m
A23	42° 54' 12,78" S	65° 21' 32,19" O	150,0 m
A24	42° 54' 00,30" S	65° 21' 21,40" O	150,0 m
A25	42° 53' 48,13" S	65° 21' 10,79" O	150,0 m
A26	42° 53' 34,43" S	65° 21' 02,47" O	150,0 m
A27	42° 53' 22,78" S	65° 20' 50,56" O	150,0 m
A28	42° 53' 13,36" S	65° 20' 32,31" O	150,0 m
A29	42° 53' 01,17" S	65° 20' 21,31" O	149,7 m
A30	42° 53' 53,39" S	65° 22' 46,14" O	150,0 m
A31	42° 53' 39,63" S	65° 22' 38,95" O	150,0 m
A32	42° 53' 26,77" S	65° 22' 29,16" O	150,0 m
A33	42° 53' 13,19" S	65° 22' 21,23" O	150,0 m
A34	42° 53' 00,54" S	65° 22' 10,83" O	150,0 m
A35	42° 52' 50,12" S	65° 21' 54,12" O	150,0 m
A36	42° 52' 37,22" S	65° 21' 44,68" O	150,0 m
A37	42° 52' 25,41" S	65° 21' 32,59" O	150,0 m
A38	42° 53' 50,41" S	65° 19' 38,51" O	150,0 m
A39	42° 54' 12,05" S	65° 18' 27,01" O	150,0 m
A40	42° 54' 00,30" S	65° 18' 13,43" O	150,0 m



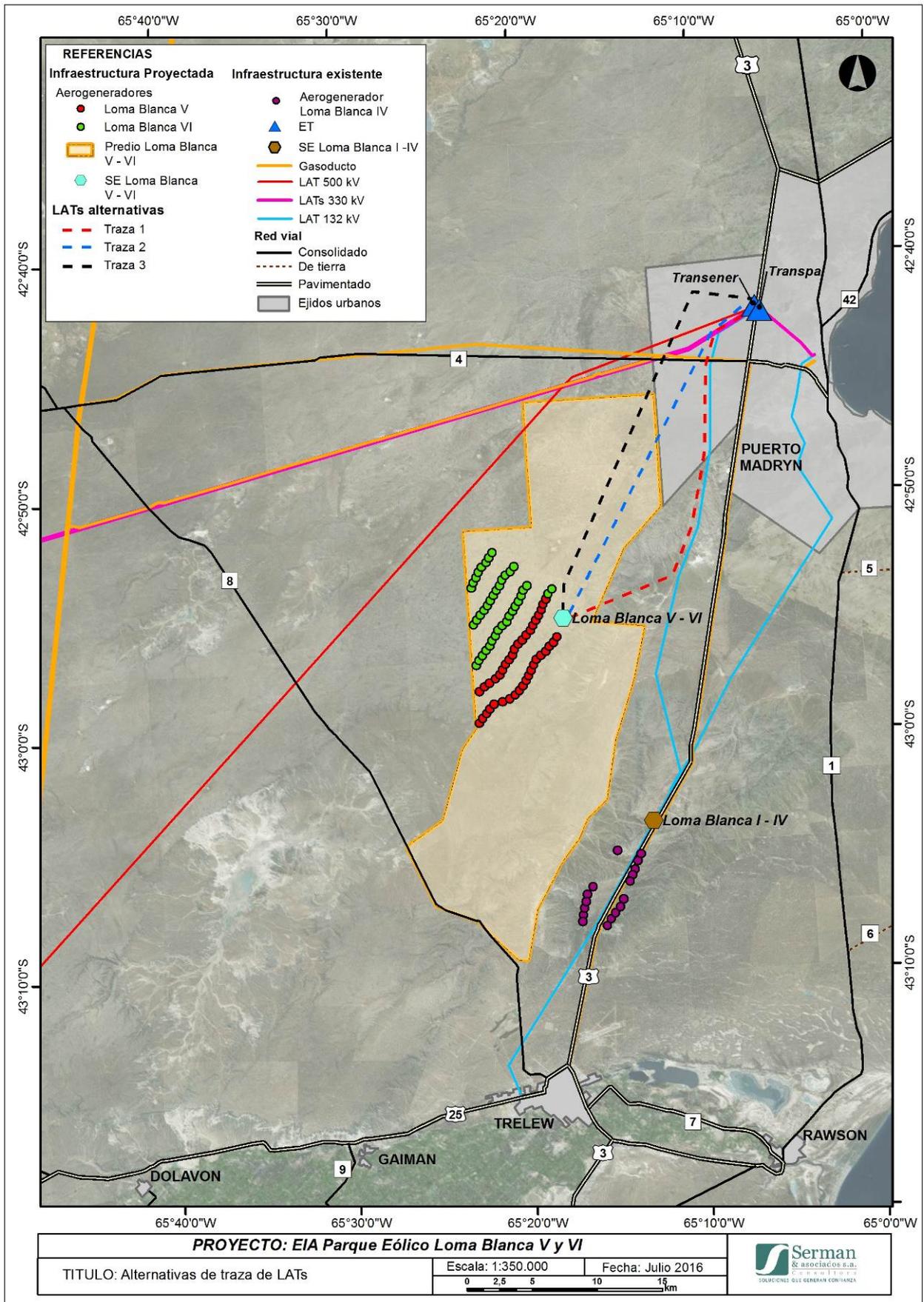
(2) EIA Parque Eólico Loma Blanca V y VI - Cap2 Descripción del Proyecto - Rev0

1.3.3 Alternativas de Traza para la Línea de Alta Tensión

Para la vinculación del proyecto eólico con el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) está previsto el tendido de una línea eléctrica en 132 kV entre la Subestación Transformadora que se instalará en el centro de gravedad eléctrico del parque hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn operada por Transener, localizada en el límite del ejido municipal de Puerto Madryn (aproximadamente, 30 km de longitud).

Se consideran 3 alternativas de traza para la LAT 132 kV:

- **Traza 1.** Traza paralela a la LAT 132 kV Loma Blanca – ET Puerto Madryn Transpa que vincula los proyectos eólicos Loma Blanca I, II, III y IV con la ET Puerto Madryn operada por Transpa, pero acometiendo en la ET Puerto Madryn operada por Transener. Se proyecta casi paralela a la Ruta Nacional 3 y compartiría el camino de servidumbre con la LAT existente. Longitud: 33 km.
- **Traza 2.** Traza directa entre la Subestación Transformadora y la ET Puerto Madryn operada por Transener. Es la traza más corta y casi sin quiebres, pero se proyecta a campo traviesa. Longitud: 28 km.
- **Traza 3.** Una variante a la traza anterior. Longitud: 31 km.



(2) EIA Parque Eólico Loma Blanca V y VI - Cap2 Descripción del Proyecto - Rev0

1.4 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Los aerogeneradores se mantendrán en funcionamiento por un período mínimo de 20 años, recibiendo el mantenimiento adecuado durante su operación.

Particularmente, tanto los aerogeneradores y las líneas de alta tensión tienen una vida útil de entre 20 y 25 años. Esto puede variar de acuerdo a las condiciones de viento del emplazamiento, la correcta operación de sus partes y el mantenimiento que se les dé durante este tiempo.

2. COMPONENTES DEL PROYECTO

Las turbinas eólicas (o aerogeneradores) convierten la energía cinética del viento en energía mecánica, la cual acciona un generador que produce energía eléctrica.

Las turbinas eólicas generalmente se agrupan formando un parque y generan energía eléctrica en grandes cantidades. La electricidad de estas turbinas se incorpora a la red de distribución local.

Así, el proyecto eólico en evaluación consta de tres componentes principales:

- los **Aerogeneradores**, donde se convierte la energía eólica en energía eléctrica;
- la **Subestación Transformadora**, cuya función es elevar la tensión de 33 kV de la red de conexión interna del parque eólico hasta los 132 kV para su evacuación; y
- la **Línea de Alta Tensión** que transporta la energía eléctrica generada en una tensión de 132 kV hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn para su conexión al SADI.

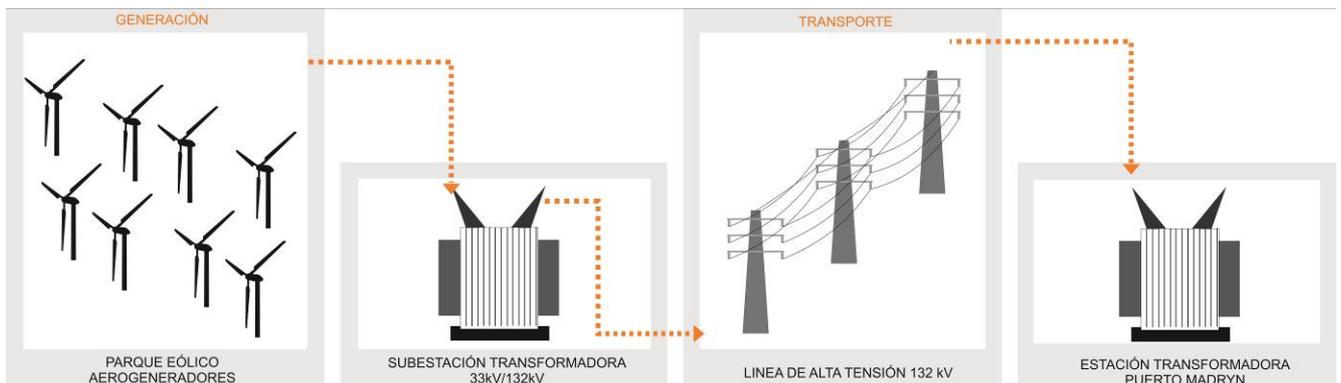


Figura 2. Esquema de los componentes del proyecto eólico.

2.1 AEROGENERADORES

La máquina considerada para el presente proyecto eólico es la **GAMESA G114-IIA 2.5 MW**. Este modelo de aerogenerador es del tipo de rotor tripala a barlovento y produce una potencia nominal de 2,5 MW. Está regulado por un sistema de cambio de paso independiente en cada pala y cuenta con un sistema de orientación activo. El sistema de control permite operar el aerogenerador a velocidad variable maximizando en todo momento la potencia producida y minimizando las cargas y el ruido.

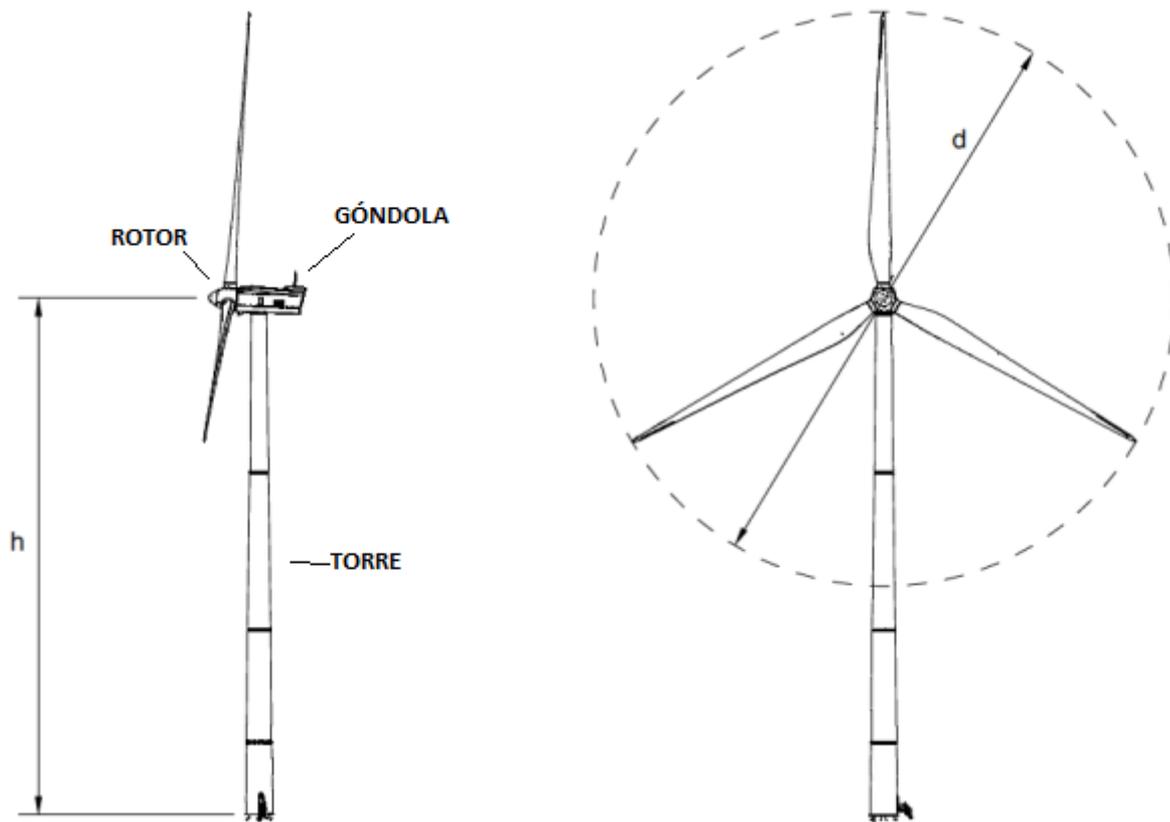


Figura 3. Aerogenerador GAMESA G114-IIA 2.5 MW para el proyecto eólico Loma Blanca V y VI. Diámetro del rotor (d): 114 metros. Altura de buje (h): 80 metros.

La góndola está conformada por el bastidor, que soporta los elementos de la góndola y transmite la carga a la torre; el eje principal, que transmite del par motor que provoca el viento sobre el rotor hasta la multiplicadora; la multiplicadora, que transmite la potencia del eje principal al generador; el generador y el transformador. Todos estos componentes se encuentran protegidos por la carcasa, que en este caso es de un material compuesto de resina con refuerzo de fibra de vidrio. Las dimensiones de la carcasa son 4,200 x 3,975 x 11,200 metros, y el peso estimado para todos los componentes de la góndola es 105 toneladas.

Las características principales de este generador son:

- Comportamiento síncrono frente a la red.
- Funcionamiento óptimo para cualquier velocidad de viento maximizando la producción y minimizando cargas y ruido gracias a la operación en velocidad variable.
- Control de la potencia activa y reactiva mediante el control de la amplitud y la fase de las corrientes del rotor.
- Suave conexión y desconexión a la red eléctrica.

El transformador es del tipo trifásico, seco encapsulado, especialmente diseñado para aplicaciones eólicas.

El aerogenerador GAMESA G114-IIA 2.5 MW cuenta con:

- Sistema de Orientación Gamesa Active Yaw, que permite el giro de la góndola alrededor del eje de la torre. Es del tipo activo y consiste en seis moto-reductores accionados eléctricamente por el sistema de control del aerogenerador de acuerdo con la información recibida de los anemómetros y veletas colocados en la parte superior de la góndola.
- Sistema de Freno. El freno principal del aerogenerador es de tipo aerodinámico por puesta en bandera de las palas. Al ser el sistema de cambio de paso independiente para cada una de las palas, se cuenta con una seguridad en caso de fallo de alguna de ellas. El freno mecánico está compuesto por un freno de disco, hidráulicamente activado que se monta a la salida del eje de alta velocidad de la multiplicadora.
- Sistema Hidráulico, que proporciona aceite presurizado a los tres actuadores independientes de cambio de paso, al freno mecánico del eje de alta velocidad y al sistema de freno del sistema de orientación.

El rotor está compuesto por 3 palas unidas a un buje mediante rodamientos de pala. El buje está dotado, en las bridas de unión a palas, de un ángulo de conicidad de 2 grados que aleja la punta de las mismas de la torre. El diámetro de rotor del modelo GAMESA G114-IIA 2.5 MW es de 114 metros, el área barrida es de 10.207 m² y la velocidad de rotación en operación es de 13,07 prm.

Las palas están fabricadas en un material compuesto de fibra de vidrio infundido en resina epoxy, proporcionando la rigidez necesaria sin penalizar el peso de la misma. Las palas poseen cambio de paso en la envergadura completa de la pala maximizando la producción energética, reduciendo las cargas y el ruido emitido. La longitud de las palas es de 56 metros y la distancia de la raíz de las palas hasta el centro del buje es de 1,230 metros.

El rotor del aerogenerador GAMESA G114-IIA 2.5 MW cuenta con un Sistema Hidráulico de Cambio de Paso, que se compone de actuadores hidráulicos independientes para cada pala que proporcionan una capacidad de giro entre -5° y 87° y un sistema de acumuladores que aseguran el movimiento a bandera en caso de emergencia. El sistema de cambio de paso actúa según la siguiente consigna:

- Cuando la velocidad del viento es inferior a la nominal el ángulo de paso seleccionado es aquel que maximiza la potencia eléctrica obtenida para cada velocidad del viento.
- Cuando la velocidad del viento es superior a la nominal el ángulo de paso es aquél que proporciona la potencia nominal del aerogenerador.

Además gobierna la activación del freno aerodinámico en caso de emergencia llevando al aerogenerador a un modo seguro.

La torre de este aerogenerador es de estructura tubular de acero, de forma tronco-cónica y dividida en una serie de tramos:

- 3 tramos de 80 metros (estructura de acero), con un peso de 156 toneladas.
- 4 tramos de 93 metros (estructura de acero), con un peso de 194 toneladas.
- 5 tramos de 125 metros (estructura de acero), con un peso de 394 toneladas.

Sistema de Control

Las funciones del aerogenerador están controladas en tiempo real por un sistema basado en un PLC (*Programmable Logic Controller*).

Los aerogeneradores GAMESA G114-IIA 2.5 MW están equipados con diversos sensores que controlan de forma permanente diferentes parámetros. Cuenta con sensores dedicados a recoger señales externas al aerogenerador como por ejemplo la temperatura exterior o la velocidad y dirección de viento. Otros sensores se encargan de registrar parámetros del funcionamiento de los aerogeneradores como son temperaturas de los componentes, niveles de presión, vibraciones o posición de palas.

Toda esta información se registra y analiza en tiempo real y alimenta las funciones de supervisión y regulación del sistema de control.

Sistema de Regulación

El sistema de regulación se encarga de seleccionar los valores adecuados de par en el eje, del ángulo de paso de las palas, y de las consignas de potencia. Éstas se modifican en cada instante dependiendo de la velocidad de viento que llega al aerogenerador, garantizando una operación segura y fiable en cualquier condición de viento existente.

Las principales ventajas del Sistema de Regulación son:

- Maximización de la producción de energía.
- Limitación de las cargas mecánicas.
- Reducción del ruido aerodinámico.
- Alta calidad de energía.

Regulación del Cambio de Paso

A velocidades de viento por encima de la nominal, el sistema de control y el sistema de cambio de paso mantienen la potencia en su valor nominal. Con velocidades de viento por debajo de la nominal, el sistema de cambio de paso variable y de control optimiza la producción de energía seleccionando la combinación óptima de velocidad de giro del rotor y ángulo de paso.

Regulación de Potencia

El sistema de control de potencia asegura que la velocidad de giro y el par motor del aerogenerador siempre suministren una potencia eléctrica estable a la red.

El sistema de control de potencia actúa sobre un conjunto de sistemas eléctricos que consiste en un generador doblemente alimentado de rotor devanado con anillos rozantes, un convertidor de 4 cuadrantes de tecnología IGBT, contactores y protección eléctrica y software. Eléctricamente, el conjunto generador-convertidor es equiparable al de un generador síncrono con lo que se asegura un óptimo acoplamiento a la red eléctrica con suaves procesos de conexión y desconexión.

El conjunto generador-convertidor es capaz de trabajar con velocidad variable para optimizar su funcionamiento y maximizar la potencia generada para cada velocidad de viento. Permite igualmente gestionar la potencia reactiva evacuada en colaboración con el Sistema de Control Remoto Gamesa Windnet.

Sistema de Supervisión

El sistema de supervisión verifica continuamente el estado de los diferentes sensores, así como el de los parámetros internos:

- Condiciones ambientales: velocidad y dirección del viento o temperatura ambiente.

- Parámetros internos de los diferentes componentes como temperaturas, niveles y presiones de aceite, vibraciones, enrollamiento del cable de media tensión, etc.
- Estado del rotor: velocidad de rotación y posición del cambio de paso.
- Situación de la red: generación de energía activa y reactiva, tensión, corrientes y frecuencia.

Sistema de Mantenimiento Predictivo Gamesa SMP

Este sistema de mantenimiento predictivo desarrollado por Gamesa está basado en el análisis de vibraciones y optimizado para su aplicación en aerogeneradores. El sistema puede gestionar y procesar simultáneamente la información de hasta 12 acelerómetros que están situados en puntos estratégicos del aerogenerador como la multiplicadora, el generador y los rodamientos delanteros del eje principal.

Las características principales del Gamesa SMP son las siguientes:

- Monitorización en continuo de componentes críticos del aerogenerador.
- Capacidad de proceso de señal y detección de alarmas.
- Integrado con PLC y redes de parques Gamesa WindNet.
- Fácil mantenimiento.
- Bajo costo.

En general, el principal objetivo de un sistema de mantenimiento predictivo es la detección prematura de fallos o deterioros en los componentes principales del aerogenerador. Entre los importantes beneficios asociados a la instalación de un sistema de este tipo, destacan los siguientes:

- La disminución de grandes correctivos.
- La protección sobre el resto de los componentes del aerogenerador.
- El incremento de la vida útil del aerogenerador y de su mejor funcionamiento.
- Disminución de la dedicación de recursos de mantenimiento.
- Acceso a mercados con estrictas normativas, tipo certificación Germanischer Lloyds, DNV Business Assurance.
- Reducción en las tarifas de las compañías aseguradoras.

Sistema de Gestión Integral de Parques Eólicos Gamesa Windnet

Los aerogeneradores GAMESA G114-IIA 2.5 MW se integran en el sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) Gamesa WindNet, que permite un acceso a la información del parque eólico vía navegador, fácil e intuitivo.

El sistema Gamesa WindNet es fácilmente configurable y adaptable a cualquier distribución de parque eólico, incluidos aquellos con elevada variedad de modelos de aerogeneradores, siendo capaz de comunicar de forma rápida y fiable cualquier topología de parque basada en tecnologías de red Ethernet. También permite la integración de instalaciones del parque eólico como subestaciones eléctricas, equipos de potencia reactiva, así como bancos de condensadores, etc.

Sistema de Protección Contra Rayos

Los aerogeneradores GAMESA G114-IIA 2.5 MW están protegidos contra el impacto de rayos mediante un sistema de transmisión que desde los receptores de pala y góndola, pasando por la carcasa, el bastidor y la torre va hasta la cimentación. Con este sistema se evita el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo.

Como sistemas de protección adicional, el sistema eléctrico cuenta con protectores de sobretensión.

Todos estos sistemas de protección están diseñados para conseguir un nivel de protección máximo clase I de acuerdo a la norma IEC 62305, considerando como normas de referencia la IEC 61400 e IEC61024.

Condiciones Ambientales y Emplazamiento

Los aerogeneradores GAMESA G114-IIA 2.5 MW están diseñados para trabajar a temperaturas ambientales exteriores comprendidas en el rango **-20° C y +40° C**; y son capaces de operar en condiciones de humedad relativa ambiente del **95%** de forma continuada, y del **100%** de humedad relativa durante periodos de tiempo inferior al 10% del tiempo de funcionamiento.

El grado de protección contra corrosión de los distintos elementos de los aerogeneradores es conforme a la normativa ISO 12944-2, a saber:

Componentes	Exterior	Interior
Torre	C5-I/H	C4/H
Góndola-Rotor	C4/H o C5/H	C2/H o C3/H

Las condiciones de viento de diseño de los aerogeneradores GAMESA G114-IIA 2.5 MW se indican a continuación:

Norma	IEC - IIA
Media anual del viento (m/s)	8,5
Intensidad de turbulencia I15 (%)	16
Velocidad de viento de referencia diezminutal de 50 años (m/s)	42,5
Velocidad de viento extrema de 50 años sobre media de 3 seg (m/s)	59,5

Como regla general, el aerogenerador deberá instalarse en parque con una distancia de al menos 5 diámetros de rotor entre aerogeneradores en la dirección predominante del viento. Si los aerogeneradores se sitúan en fila, perpendicularmente a la dirección predominante del viento, la distancia entre los mismos deberá ser de al menos 2 diámetros de rotor. Estos criterios podrán ser modificados en ciertas condiciones previo estudio técnico específico para cada caso.

2.1.1 Centros de Transformación de Aerogeneradores

En el interior de las góndolas de los aerogeneradores se instalará un centro de transformación que llevará la tensión de 1.000 V generada en bornes de las máquinas asíncronas hasta 33 kV de conexión a la red interna del parque eólico.

Cada uno de estos centros de transformación está compuesto por los siguientes elementos:

- Transformador 1/33 kV
- Celdas de Media Tensión. El tipo de celda que se instalará en cada uno de los aerogeneradores dependerá de la posición que éste ocupe en el circuito de interconexión entre aerogeneradores.

En las bases de las torres estarán dispuestos los componentes de media tensión, celdas de protección y de entrada y salida de línea.

Transformadores

Cada aerogenerador irá provisto de un transformador trifásico tipo líquido de doble secundario (1.000 y 480 V), con relación de transformación 1/33 kV, con refrigeración por KN (éster).

Celdas de Media Tensión

Estos equipos se encargarán de proteger al transformador de potencia frente a defectos de la red y permitir además la maniobra en relación con la conexión o desconexión del aerogenerador a la red interior de 33 kV del parque eólico.

2.1.2 Circuitos Eléctricos Internos

La conexión de los aerogeneradores con la Subestación Transformadora se realizará por medio de circuitos eléctricos internos. Estos circuitos serán trifásicos e irán enterrados en zanjas hasta la Subestación Transformadora. Esta red interna de media tensión (33 kV) recogerá la producción de los aerogeneradores.

El dimensionamiento de los conductores empleados se ha realizado teniendo en cuenta las especificaciones y exigencias de las cargas y la reglamentación vigente de aplicación.

La conexión entre los aerogeneradores se realizará en cable de aluminio unipolar tipo RHZ1, para una tensión nominal de 19/33 kV y aislamiento en polietileno reticulado (XLPE), de secciones adecuadas en función de la carga.

Los conductores de la red de media tensión estarán dispuestos en zanjas directamente enterrados, agrupados por ternas. En cruces de caminos, carreteras y acceso de los conductores a los aerogeneradores, el tendido de los mismos se realizará alojados en tubos para su protección.

Se instalarán arquetas registrables cada 100 metros de tendido de cable y a ambos lados del camino en los que se produzca un cruzamiento, al igual que en el acceso de cables a los aerogeneradores (entrada de cables bajo tubo por el interior de las cimentaciones de los aerogeneradores).

2.1.3 Red de Puesta a Tierra

Cada aerogenerador estará provisto de una instalación de puesta a tierra con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación.

El diseño general y los cálculos se realizarán de forma que la red de puesta a tierra de cada aerogenerador, medido de forma individual, presente valores de resistencia menor o iguales a 10 ohmios.

Además, ofrecerá las garantías de equipotencialidad y limitación de las tensiones de paso y de contacto establecidas en la reglamentación actual vigente.

Todas las masas metálicas del parque susceptibles de quedar en tensión se conectarán a tierra.

El sistema de puesta a tierra de los aerogeneradores se realizará mediante un anillo cerrado con picas de puesta a tierra que proporciona:

- Seguridad del personal: limitando las tensiones de paso y de contacto para las personas que estén situadas cerca de la cimentación de la torres en caso de descarga atmosférica.
- Seguridad en la operación: asegurando una baja resistencia de puesta a tierra para todo el sistema de puesta a tierra.

2.1.4 Estaciones Meteorológicas

El entorno meteorológico del parque eólico se medirá continuamente mediante la instalación de una serie de torres de medición, con sensores a distintas alturas, de tal manera que se pueda caracterizar el emplazamiento en términos de viento, temperatura y presión.

Las estaciones meteorológicas desde las que se recoge la información de estas variables estarán montadas sobre una zapata de hormigón cuyo diseño dependerá de las características particulares del terreno, de tal manera que la propia torre sea auto-soportada.

2.2 SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

La Subestación Transformadora se situará dentro del predio del nuevo proyecto eólico, aproximadamente en el centro de gravedad eléctrico de la instalación de manera que las pérdidas eléctricas están equilibradas.

La función de la Subestación Transformadora será la elevación del nivel de tensión desde los 33 kV de la red interna de conexión del parque eólico hasta los 132 kV para su evacuación a través de la línea eléctrica hasta la ET Puerto Madryn operada por Transener.

Se prevé la instalación de dos módulos independientes de transformación de 100 MW, cada uno con dos transformadores de 65/80 MVA, buscando minimizar el riesgo en caso de una falla en una máquina que pueda comprometer los dos módulos de generación (Loma Blanca V y VI).

A continuación, se describen las principales características de cada una de los módulos de transformación.

Sistema de 132 kV

En configuración simple barra. Compuesto por las siguientes posiciones.

- Una (1) posición de línea de salida.
- Dos (2) posiciones de transformador.

Transformación

- Dos (2) transformadores 132/33 kV de 65/80 MVA.

Sistema de 33 kV

En configuración simple barra. Compuesto por 2 racks y cada uno de ellos compuesto por las siguientes posiciones.

- Una (1) posición de transformador.
- Seis (6) posiciones de llegada de línea para cada módulo.
- Una (1) posición de transformador de servicios auxiliares.
- Una (1) posición de medida.

El Sistema de 132 kV y los transformadores se instalarán en el exterior, en un parque de intemperie, mientras que el Sistema de 33 kV se instalará en el interior de un edificio de control, junto con los sistemas de protección, control y medida.

Este edificio además servirá para albergar las instalaciones de control y mantenimiento del Parque Eólico.

2.3 LÍNEA DE ALTA TENSIÓN

La Línea de Alta Tensión (LAT) transportará la energía generada por los aerogeneradores desde la Subestación Transformadora del parque eólico hasta la Estación Transformadora Puerto Madryn, operada por Transener, para su conexión al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Se ha diseñado una LAT en doble terna tipo convencional, con estructuras de suspensión de hormigón armado y conductores en disposición coplanar vertical con un solo conductor por fase e hilo de guardia tipo OPGW.

La LAT transportará la energía en una tensión nominal de 132 kV y tendrá una longitud aproximada de 30 km.

Se evalúan tres alternativas de traza para la LAT, a saber:

- **Traza 1.** Traza paralela a la LAT 132 kV Loma Blanca – ET Puerto Madryn Transpa que vincula los proyectos eólicos Loma Blanca I, II, III y IV con la ET Puerto Madryn operada por Transpa, pero acometiendo en la ET Puerto Madryn operada por Transener. Se proyecta casi paralela a la Ruta Nacional 3 y compartiría el camino de servidumbre con la LAT existente. Longitud: 33 km.
- **Traza 2.** Traza directa entre la Subestación Transformadora y la ET Puerto Madryn operada por Transener. Es la traza más corta y casi sin quiebres, pero se proyecta a campo traviesa. Longitud: 28 km.
- **Traza 3.** Una variante a la traza anterior. Longitud: 31 km.

En sus tramos finales todas las trazas bajo evaluación cruzan la Ruta Provincial 4 y antes de acometer en la ET Puerto Madryn cruzan las 2 LATs 330 kV Futaleufú – Puerto Madryn (que acometen en la ET Puerto Madryn operada por Transpa) y la LAT 500 kV Pico Truncado – Puerto Madryn (que acometen en la ET Puerto Madryn operada por Transener). La solución técnica de estos cruces será resuelta en el Proyecto Ejecutivo de la Obra.

La acometida a la Estación Transformadora Puerto Madryn operada por Transener se realizará por el oeste, demandando la incorporación de dos campos de acometida para la nueva línea más toda la instrumentación y seccionamiento habitual para permitir su interconexión con la playa de maniobra ya existente.

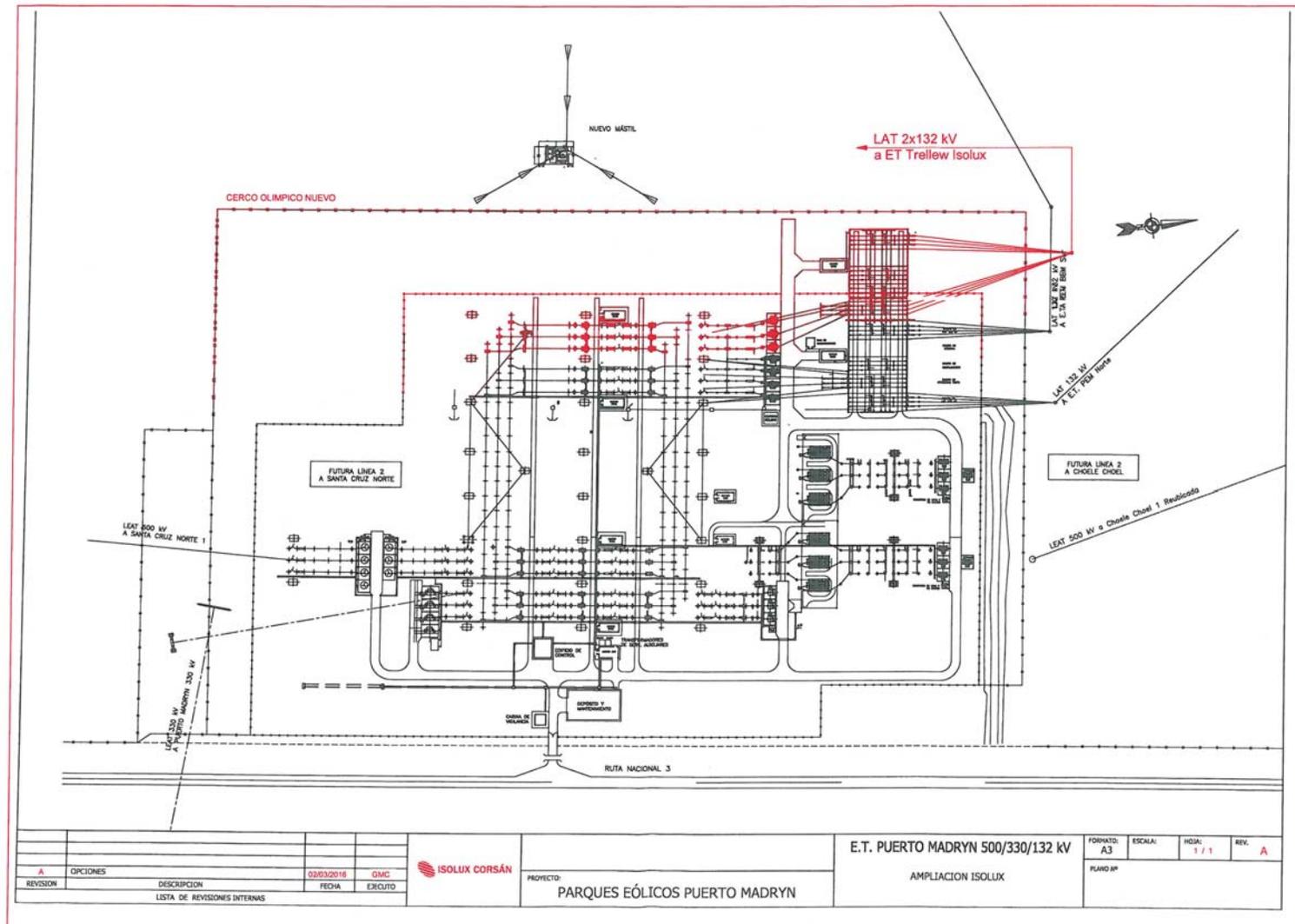


Figura 4. Estación Transformadora Puerto Madryn, operada por Transener. Detalle de la acometida de la LAT 132 kV que vincula al actual proyecto eólico con el SADI.

2.3.1 Elementos Principales

Las líneas de transmisión de energía eléctrica se componen de dos tipos de elementos principales: elementos de conducción y elementos de soporte. En el primer grupo se encuentran los conductores, los aisladores y accesorios (morsetería), mientras que el segundo grupo se compone del poste, las fundaciones, las puestas a tierra, entre otros. A continuación se describen los elementos de conducción y de soporte de la LAT 132 kV asociada al presente proyecto eólico.

Conductor de Fases

La LAT estará provista de conductores de Al/AC (o ACSR: *aluminum conductors steel reinforced* – aluminio con alma de acero) de sección 300/50 mm². El diámetro aproximado este conductor es de 24,5 mm.

Los conductores ACSR se componen de alambres de aluminio 1350 - H19 (extra duro), los cuales se encuentran cableados sobre un núcleo de acero, compuesto por un alambre o por un conjunto de alambres los que constituyen una cuerda, dependiendo de la sección.

En general, las proporciones de aluminio y acero pueden variar con el objeto de obtener una relación entre capacidad de transmisión de corriente y resistencia mecánica (a la tracción) que se adecúe mejor a cada aplicación.

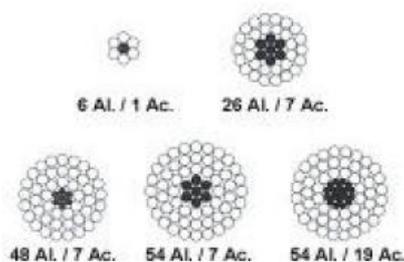
En la Figura 5 se presentan las características principales de los conductores ACSR.

CONDUCTOR

Metal: Alambres de aluminio con alma de acero (alambres o cuerdas según la sección) .

Forma: cuerdas redondas.

Formación:



La proporción de Aluminio a Acero se puede variar para obtener la relación capacidad de corriente – resistencia mecánica adecuada a cada aplicación.

El alambre o la corona externa de la cuerda de acero se protege con grasa para aumentar la protección contra la corrosión.

Identificación: hilado de color negro identificador del fabricante.

Figura 5. Características principales de los conductores ACSR. Fuente: <http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com/2010/06/caracteristicas-de-los-conductores-de.html>

El diseño de la LAT se conforma por una doble terna de conductores (con un solo conductor por fase) en disposición coplanar vertical.

Cable de Guardia

Los cables de guardia son conductores conectados a tierra y colocados sobre los conductores de fase para interceptar las descargas tipo rayo las cuales podrían caer directamente sobre las fases.

De este modo, la corriente de la descarga tipo rayo es desviada a tierra a través de una línea de tierra en el soporte. Para que sea efectivo, el cable de guardia deberá tener su puesta a tierra en cada soporte.

La LAT de 132 kV contará con un cable de guardia del tipo OPGW de acero galvanizado con 12 fibras ópticas ubicado en la cima de la estructura. Esto permitirá establecer comunicaciones de voz y transmisión de datos entre el Parque Eólico y la Estación Transformadora.

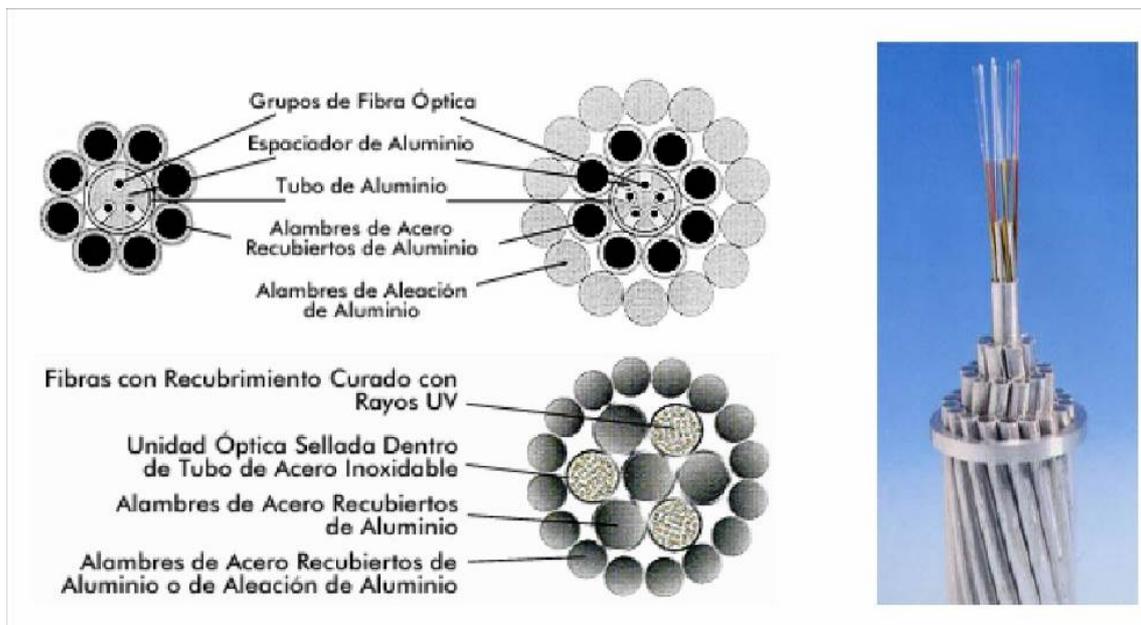


Figura 6. Cable de guardia tipo OPGW con fibra óptica. Fuente: <http://www.scribd.com/doc/15739515/Cable-de-Guarda>.

Se prevé la instalación de amortiguadores de vibración en el cable de guardia.

Cadena de Aisladores

Los aisladores cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores. Además deben soportar la carga mecánica que el conductor transmite al soporte a través de ellos. Por otro lado, deben aislar eléctricamente el conductor del soporte, soportando la tensión en condiciones normales y sobretensiones hasta las máximas previstas.

Las cadenas de aisladores están constituidas por un número variable de elementos según la tensión de servicio, formando una cadena móvil alrededor de su punto de unión al soporte.

Para la LAT de 132 kV se prevé la utilización de cadena de aisladores de elementos de porcelana tipo U70 BL, tanto para las cadenas simples (1x9), como para las dobles (2x10), con la una longitud aproximada de 1,40 metros.

Grapería y Accesorios

Se utilizarán elementos ecualizadores de potencial tipo raquetas en las cadenas de suspensión y de retención.

En razón de las características de la zona, con vientos de gran permanencia, deberá preverse la utilización de herrajes adecuados a fin de prevenir el desgaste prematuro de algunas piezas de la cadena de suspensión, en particular el par estribo de suspensión-ojal.

El conductor estará provisto de varillas preformadas en las morsas de suspensión.

Las morsas de retención para el conductor serán del tipo a cable pasante.

En los casos que se requiera (angulares $> 10^\circ$ a 15°) se prevén cadenas de suspensión a fin de controlar el ángulo máximo de declinación de los puentes de conexión.

Las morsas de suspensión para cable de guardia tipo OPGW serán del tipo AGS, con varillas reformadas de protección.

La retención con cable de guardia tipo OPGW, se realizará con varillas preformadas.

Elementos de Apoyo o Soporte

Se denominan apoyos o soportes a los elementos que soportan los conductores y demás componentes de una línea aérea. Están sometidos a fuerzas de compresión y flexión, debido al peso de los materiales que sustentan y a la acción del viento sobre los mismos.

Las estructuras de apoyo o soporte se denominan de la siguiente manera²:

- Estructuras de suspensión: destinadas a soportar solamente los cables en tramos rectos o con desvíos limitados.
- Estructuras de suspensión en ángulo: destinadas a soportar el tiro de los cables en los puntos de desvío de la línea.
- Estructuras de retención de la línea: destinadas a formar puntos fijos en los tramos rectos de las líneas.
- Estructuras de retención en ángulo: destinadas a formar puntos fijos en los vértices de desvío de la línea.
- Estructura de retención terminal: destinadas a soportar el tiro unilateral de todos los cables.
- Estructuras especiales: son aquellas que tienen características distintas a las indicadas en las clasificaciones anteriores.
- Pórticos de estaciones transformadoras: destinados a soportar los tiros de los cables correspondientes al conexionado de las playas de las estaciones transformadoras.

El presente proyecto prevé la utilización de estructuras para doble terna de hormigón armado pretensado y crucetas de hormigón armado vibrado.

En la Figura 7 se presenta la estructura de suspensión tipo diseñada para la LAT de 132 kV.

² Reglamentación para la ejecución de líneas aéreas exteriores de la Asociación Electrotécnica Argentina, (edición 2003).

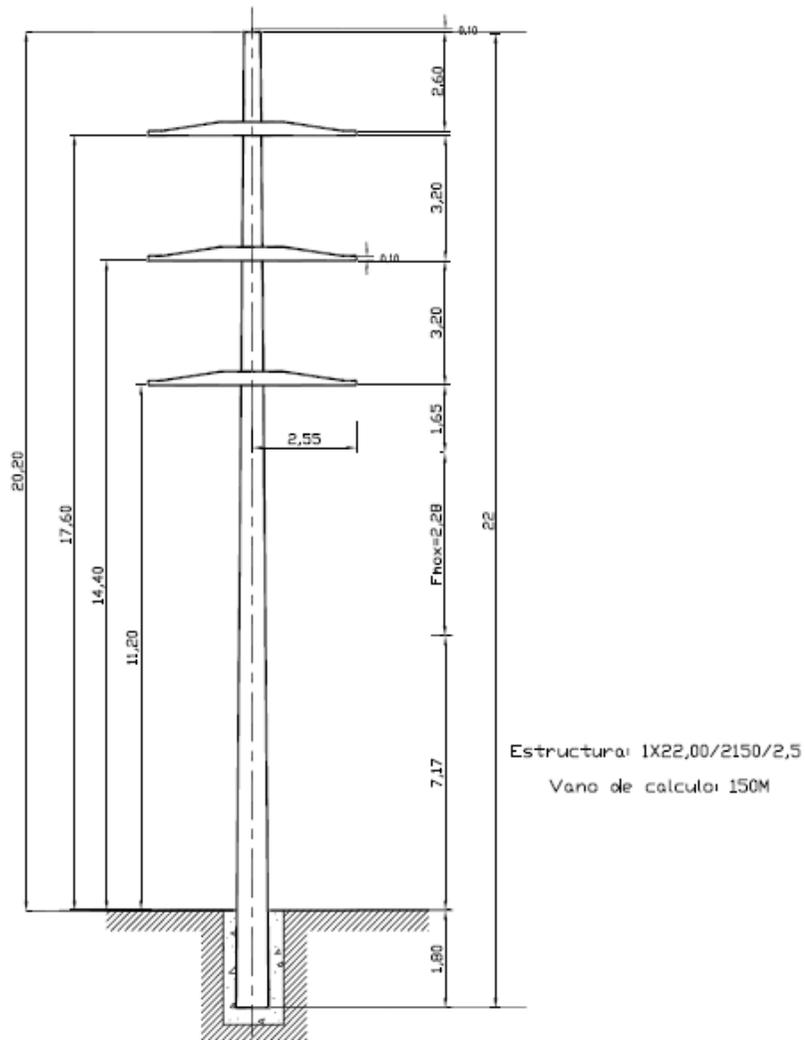


Figura 7. Estructura de suspensión SDT.

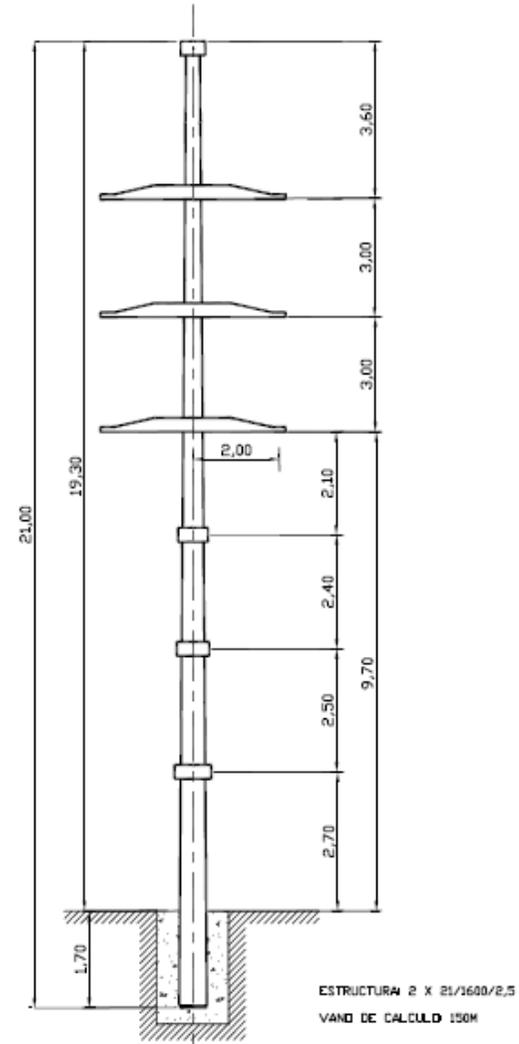


Figura 8. Estructura de retención.

Fundaciones

Las fundaciones constituyen los elementos en los cuales se apoyarán las estructuras de apoyo o soporte, así como las riendas de las estructuras de suspensión que las mantienen en equilibrio.

En el caso de estudio las fundaciones En general, serán del tipo directas de hormigón simple (monobloque) y en menor proporción de hormigón armado (monobloque o zapatas), dependiendo de las características zonales de los suelos presentes en la traza y de las solicitaciones a que se hallan sometidas.

En principio, se prevén fundaciones de 3 m³, con profundidades que no superen los 2,5 m.

Puesta a Tierra

El diseño de las puestas a tierra de las estructuras responde, por un lado a los requerimientos de resistencia de puesta a tierra y por otro a las características del suelo, tanto desde el punto de vista de resistividad como geomecánico.

Se ha previsto la utilización de jabalinas de acero-cobre en los suelos arcillosos/limosos de resistividad media o baja. Estas jabalinas podrán complementarse con contrapesos a fin de mejorar su prestación.

Dadas las características de los terrenos atravesados con abundancia de gravas, areniscas y conglomerados, los que no permiten la hincada de jabalinas, se han adoptado para estos casos, la solución con contrapesos de diferentes longitudes de acuerdo con las resistividades de cada zona.

Los valores de resistencia a obtener en general no superarán los 20 W como promedio no debiéndose superar los 50 W en forma localizada a excepción de terrenos rocosos, en cuyo caso la resistencia a tierra no estará limitada.

2.3.2 Requerimientos de Diseño

Hipótesis de Cálculo

Se adoptarán las correspondientes a la Zona "E" del Anexo VI A a la especificación técnica GC-IE-T-N°1 de AyEE, a saber:

- Temperatura máxima ambiente sin viento: 35°C
- Temperatura mínima ambiente sin viento: -20°C
- Viento máximo: 150 km/h
- Temperatura con viento máximo: 10°C
- Viento medio: 65 km/h
- Temperatura con viento medio: -5°C
- Temperatura media anual sin viento: 9°C

Cálculo Mecánico de Conductores

Las tensiones máximas se adoptarán del Anexo N°1 de la Especificación GC-IE-T-N°1 de AyEE, para todas las hipótesis de cálculo. Como condición complementaria, deberá cumplirse que la flecha del cable de guardia (tipo OPGW) no será mayor que el 90% de la correspondiente al conductor en la condición media anual.

Las presiones de viento se calcularán de acuerdo con la Especificación Técnica antes indicada.

Distancias Eléctricas

Se ajustarán a la Especificación Técnica GC-IE-T-N°1 y Anexos de AyEE.

En tanto, la distancia de separación entre los conductores de una misma fase será de 2,6 m (distancia vertical) y entre las fases esta distancia será de 4,4 m (distancia horizontal).

Cruces de Rutas

Los cruces con rutas nacionales se efectuarán de acuerdo con la Circular 07241 de Octubre/2000 de Vialidad Nacional.

Respecto a los cruces de rutas provinciales, se contará con la aprobación de la Dirección Provincial de Vialidad.

Flecha Máxima

La distancia libre al suelo o en los cruces se determinará, según corresponda, a partir de la flecha máxima, que se calculará con la temperatura máxima del conductor.

La distancia libre al suelo en esta condición no será menor a 7,00 metros (en el centro del vano).

Estructuras de Retención en Tramos Rectos

Como el trazado se desarrolla en zona rural en toda su extensión, el vano de cálculo entre estructuras es de 150 metros.

Se preverá como máximo una distancia entre estructuras de retención comprendida entre 3500 y 4500 metros.

Cálculo de Estructuras

Se efectuarán a partir de los esquemas de cargas que resultan de aplicar el Anexo II de la Especificación Técnica GC-IE-T- N°1 y Anexos de AyEE.

Los coeficientes de seguridad serán:

- hipótesis normal : 2,5
- hipótesis excepcional: 2

Cálculo de Fundaciones

Las fundaciones de las estructuras serán resueltas mediante macizos de cimentación o zapatas a ubicar estas últimas, en localizaciones donde los terrenos circundantes a las excavaciones son desmoronables o cuya capacidad portante así lo indique.

Los diferentes tipos de fundación deben proyectarse de acuerdo a los resultados de los estudios de suelos y sus recomendaciones. En general los macizos de fundación se calcularán con el método Sulzberger, mientras que las zapatas lo serán por el método de Phol.

3. ETAPAS DEL PROYECTO

Para la descripción de las tareas y acciones asociadas a la implementación del proyecto, se discriminó a las mismas en etapas en función del momento de desarrollo del proyecto. En este sentido, se han identificado las siguientes etapas.

- Etapa de Preparación y Construcción: tareas y acciones que se realizarán antes que la línea se ponga en funcionamiento.
- Etapa de Operación y Mantenimiento: tareas y acciones que tendrán lugar durante la vida útil de la línea, mientras la misma se encuentre en funcionamiento.
- Etapa de Abandono: tareas y acciones asociadas al desmantelamiento definitivo de la línea.

3.1 ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

3.1.1 Obrador

La obra contará con un obrador que se instalará dentro del predio destinado al Parque Eólico, con acceso desde Ruta Nacional 3.

Para la instalación del obrador será necesario realizar tareas de limpieza (desbroce), nivelación y compactación del terreno. En el obrador se dispondrán las instalaciones para el personal (como oficinas, sanitarios y comedor). Asimismo, será el lugar destinado para el guardado y el mantenimiento de equipos y maquinas necesarios para la realización de la obra. Además se instalarán un área de acopio de insumos y materiales y un área de almacenamiento transitorio de residuos.



Vista de obrador en Parque Eólico Loma Blanca IV.

3.1.2 Caminos de Accesos

El diseño de la red de caminos internos necesaria para acceder a los aerogeneradores y la SE procurará minimizar la afección al terreno. Para ello se maximizará la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles.

Por lo tanto, el proyecto contempla la adecuación de caminos existentes que no alcancen los requisitos mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos cuando resulte necesario.

Las características requeridas para este tipo de viales son las que se reflejan a continuación.

- El ancho mínimo necesario es de 5 m
- El radio mínimo de curvatura requerido es de 35 m
- La pendiente máxima es del 8%
- La construcción de los nuevos caminos, o la mejora de los existentes, debe ir acompañada de un sistema de drenaje longitudinal y transversal adecuado, que permita la evacuación del agua de la calzada y la procedente de las laderas contiguas.
- El drenaje transversal se soluciona con el bombeo de un 2% de la calzada, evacuando así las aguas lateralmente. Se deberán proyectar cunetas de sección triangular junto al vial, en el pie de talud en las zonas de desmonte.

La morfología de los viales, en lo que al trazado se refiere, se ajustará a la implantación de los aerogeneradores, la orografía existente y la posición de la SE, respondiendo a los siguientes principios:

- La red de viales estará formada por dos ejes principales que darán servicio a los aerogeneradores del parque eólico.
- Se trazará el menor número de viales aprovechando la posición en línea de los aerogeneradores.
- El vial que llegue a la subestación será lo más corto posible.



Vista de tareas constructivas en caminos internos del Parque Eólico Loma Blanca IV.

En relación a la LAT se realizará la apertura del camino de servidumbre que se proyectará todo a lo largo de la traza de la línea. El camino de servidumbre que será utilizado durante el tendido de la línea, quedará dentro de la franja de servidumbre de la línea y será utilizado también para el mantenimiento de la línea en funcionamiento. El mismo tendrá un ancho de 6 metros.

Es importante señalar que en caso de optarse por la Traza 1, la nueva LAT compartiría el camino de servidumbre con la LAT existente vinculada a Loma Blanca I-II-III-IV.

3.1.3 Equipos y Maquinarias

Los equipos y maquinarias necesarios para realizar las tareas constructivas se mencionan a continuación.

Obra civil:

- Retroexcavadoras
- Buldózers
- Motoniveladoras
- Compactadoras
- Excavadoras mixtas

Montaje de aerogeneradores:

- Grúas principales de 700 toneladas
- Grúas secundarias de 300 toneladas
- Grúas complementarias de 10 toneladas

Obra electromecánica:

- Camiones grúa
- Plataformas elevadoras
- Máquinas de tendido y tiro de cables

3.1.4 Requerimientos de Personal, Insumos y Servicios

Se estima que se requerirá de recursos humanos especializados para la dirección de obra y la inspección; y mano de obra no especializada para los trabajos constructivos. Particularmente, el montaje de los aerogeneradores estará a cargo del fabricante de los mismos.

Respecto a los insumos, a continuación se mencionan los materiales básicos que serán necesarios para la construcción del parque eólico:

- Material de préstamo para la preparación de las superficies de obras viales y plataformas de montaje de aerogeneradores.
- Áridos para las obras civiles en general.
- Hormigón para cimentaciones en general y estructuras de apoyo de la línea.
- Hierro para cimentaciones en general.
- Materiales comunes de construcción para el resto de las obras civiles.

Los áridos requeridos para las distintas tareas constructivas del proyecto serán provistos por canteras que se encuentran en la zona (de modo de minimizar la distancia de transporte). Estas canteras deberán estar habilitadas por la Dirección General de Minas y Geología, en su carácter de autoridad de aplicación de la Ley Provincial XVII 35 (antes Ley 3.129), y el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable, en su carácter de autoridad de aplicación de la Ley Nacional 24.585.

El suministro eléctrico se realizará mediante grupos electrógenos portátiles. La potencia dependerá del uso y necesidades, siendo los voltajes de utilización 400 y 230 Vac.

El uso de combustible se limitará al consumo de los grupos electrógenos y los equipos y maquinas empleados para las tareas constructivas. El almacenaje y la alimentación se planean mediante depósitos nodriza en función de la ubicación de los surtidores. En este sentido, los tanques de almacenamiento de combustible (aéreos y/o subterráneos) que sean instalados, cumplirán con todos aquellos requerimientos establecidos por la Secretaría de Energía.

El agua para consumo humano será provista en recipientes embotellados. En tanto, para las tareas de construcción se estima se utilice el agua cruda resultante del lavado de filtros de la obra de planta de agua de Servicoop (Cooperativa Eléctrica de Puerto Madryn).

3.1.5 Generación de Residuos, Efluentes y Emisiones

Las tareas de construcción generarán residuos sólidos e incluso residuos peligrosos, en caso de estar contaminados con hidrocarburos u otras sustancias potencialmente peligrosas.

Los principales residuos generados en esta etapa son los siguientes:

- Escombros
- Alambres
- Metales
- Restos de embalajes
- Cartones y maderas
- Restos de cables

En tanto, también se generarán efluentes líquidos, principalmente producto de las tareas de limpieza.

En relación a la presencia del personal se generarán residuos sólidos asimilables a domiciliarios y efluentes líquidos provenientes de los sanitarios.

Los residuos sólidos asimilables a domiciliarios serán recolectados y transportados por una empresa transportadora debidamente autorizada, hacia un vertedero municipal habilitado. El certificado de factibilidad de disposición de estos residuos será tramitado en la municipalidad correspondiente.

En caso de generar residuos peligrosos se almacenarán en contenedores adecuados y se dispondrán en un sitio de acopio transitorio hasta su recolección. Para su traslado y disposición final deberá contratarse una empresa inscripta en el Registro Provincial de Generadores y Operadores de Sustancias Peligrosas de la provincia del Chubut.

El funcionamiento tanto de los grupos electrógenos como de los vehículos (livianos y pesados), equipos y maquinas, generará la emisión de gases de combustión. Se trata de emisiones puntuales de compuestos orgánicos volátiles, dióxido de azufre y óxidos nitrosos (CO, CO₂, SO₂ y NO_x).

El movimiento de tierra producto de las tareas de nivelación, compactación y apertura de pozos, así como el tránsito de vehículos pesados sobre caminos de tierra, generarán la suspensión de material particulado. Por otro lado, el acopio de material fino también generará la suspensión de material particulado como consecuencia de la acción del viento.

Finalmente, en cuestión de ruido, durante esta etapa de preparación y construcción se generará producto de la operación de equipos y maquinas, el tránsito de vehículos pesados, la manipulación de materiales y la presencia del obrador con todo el conjunto de actividades que allí se concentran.

3.1.6 Tareas Asociadas al Montaje de los Aerogeneradores y la Subestación Transformadora

3.1.6.1 Preparación del Terreno

Previamente, se deberá preparar el terreno afectado a las plataformas de montaje de los aerogeneradores y la subestación transformadora.

En este sentido, el diseño de las plataformas de montaje deberá seguir las prescripciones del fabricante de los mismos, que vienen determinadas por las dimensiones de los vehículos destinados al montaje, la maniobrabilidad de los mismos y la necesidad de superficie libre para el acopio de los materiales. No obstante, se estima que aproximadamente será necesaria un área mínima de 35 x 35 metros para permitir el montaje de los aerogeneradores, con un área libre de obstáculos de 61 x 35 metros. Esta actividad comprende las tareas de desbroce de la vegetación, nivelación y compactación del terreno.



Vista de una plataforma de montaje en Parque Eólico Loma Blanca IV.

3.1.6.2 Cimentaciones

Las cimentaciones previstas para los aerogeneradores se ajustarán a las prescripciones del fabricante de los mismos. Se prevé que los aerogeneradores estarán cimentados mediante una losa de hormigón armado con acero. No obstante, previo el comienzo de los trabajos constructivos, el fabricante de los aerogeneradores deberá verificar cuál es el diseño más adecuado a las características particulares del terreno. No obstante, se estima que las cimentaciones de los aerogeneradores ocuparán una superficie de 15,9 x 15,9 metros con una profundidad mínima de 2,15 metros.

Asimismo, deberán realizarse las cimentaciones para las torres de medición de variables meteorológicas y las instalaciones fijas de la subestación transformadora.



Vista de las tareas de cimentación de un aerogenerador en Parque Eólico Loma Blanca IV.

3.1.6.3 Montaje de Aerogeneradores

Todos los componentes de los aerogeneradores serán recibidos desde origen en el puerto de la localidad de Puerto Madryn, siendo transportados por vehículos especiales hacia el sitio de emplazamiento. El traslado de estos componentes requerirá de la coordinación con Vialidad Provincial y el Municipio de Puerto Madryn.



Vista del traslado de componentes de aerogeneradores para Parque Eólico Loma Blanca IV.

El ensamble, el armado y el montaje de los aerogeneradores requerirán de la utilización de grandes grúas especiales con gran capacidad de izaje, autoelevadores para carga y descarga de materiales y equipos, entre otros. Estas tareas serán coordinadas por el fabricante de los mismos.



Vista de las tareas de montaje
de aerogeneradores en Parque Eólico
Loma Blanca IV.

3.1.6.4 Canalizaciones

Las canalizaciones se realizarán a base de zanjas, que tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de 33 kV, la línea de baja tensión que alimenta la torre de medición, la línea de comunicaciones y la línea de tierra que interconecta todos los aerogeneradores del parque y la estación meteorológica con la subestación transformadora.

El diseño de esta red de zanjas acompañará la red de caminos internos de acceso a los aerogeneradores y la subestación, procurando la mínima afectación del terreno.

Las dimensiones de las zanjas variarán según la situación del camino dentro del parque. En los caminos internos, tendrán una anchura mínima de 0,60 m (variable en función del número de circuitos eléctricos que discurran por la misma) y una profundidad máxima de 1,20 m, con un lecho de arena silíceo de río de 0,10 m sobre el que descansarán los cables para evitar su erosión durante el tendido. Los cables se cubrirán con 0,30 m de arena silíceo de río y una placa de PVC para protección mecánica. La zanja se tapaná con relleno de tierras procedente de la excavación con una baliza de señalización (cinta plástica) a cota -0,30 m. Para señalar las zanjas en superficie se utilizarán mojones de señalización de 25 x 25 cm, y de longitud suficiente para su correcta instalación, situados cada 100 m y donde haya arquetas y cambios de dirección.

En cruces bajo desagües transversales se deberá respetar una tapada mínima de 1,00 m bajo el fondo del desagüe. En cruces de calles transversales de tierra se recomienda una tapada mínima de 1,80 m. Además, a 30 cm por encima de la instalación deberá colocarse una cinta o malla reticulada plástica de prevención.

3.1.6.5 Montaje Electromecánicos

Finalmente, se realizará el montaje electromecánico de la subestación transformadora, los circuitos eléctricos internos del parque y los centros de transformación de los aerogeneradores.

3.1.7 Tareas Asociadas al Tendido de la LAT

3.1.7.1 Preparación del Terreno

La preparación de los terrenos en los cuales se instalará la línea eléctrica con todos sus componentes requiere de la apertura de una picada central de un ancho no mayor de 6 metros a lo largo de todo este trayecto (que luego pasará a ser el camino de servidumbre).

La franja efectivamente afectada tendrá el ancho de la franja de servidumbre, el cual ha sido definido en este estudio en 28 metros, aunque esta afectación no será total.

En la picada central y en las zonas donde se instalarán las estructuras de apoyo se realizará la limpieza del terreno (desbroce), ya que se deberá extraer todo material que obstaculice la ejecución de la obra. Asimismo, se nivelará y compactará el terreno para la circulación de los vehículos y el paso de las bobinas de tendido de los cables.

Además, se deberán tener en cuenta las medidas especiales o soluciones de ingeniería que deban aplicarse cuando la traza cruce infraestructura de servicios y vías de comunicación.

3.1.7.2 Instalación de Estructuras

Previamente a la instalación de las estructuras de soporte de la línea deberán realizarse las cimentaciones correspondientes. Se prevén excavaciones que no superen los 2,5 m. El fondo de los pozos se compactará y nivelará. Se prevén fundaciones de 3 m³.

La instalación de las estructuras implica en cada caso la sujeción del poste y posterior elizado para su colocación en la fundación correspondiente. Posteriormente se realiza el aplomado del poste, asegurando la verticalidad del eje, colocando en la base cuñas con las cuales se ajusta definitivamente el poste. Logrado esto, se llena el hueco de la fundación con arena seca y en la parte superior se hace un sello con hormigón pobre para evitar que entre el agua en contacto con la arena.

3.1.7.3 Tendido de la Línea

El tendido del cableado es una tarea que requiere de logística. Generalmente se realiza en primer lugar el tendido preliminar de una vaina o malla tubular de acero que se enhebra por fase en las roldanas de los postes del tramo, y que configura el elemento de tracción.

Para el tendido propiamente dicho, se posiciona en un extremo del tramo el equipo de bobinado del cable, con dispositivo de frenado para mantener la tensión del cable durante el tendido, y en el otro extremo opera el sistema de tracción de la malla tubular auxiliar.

El extremo del cable de cada bobina se une con el extremo de la anterior y la siguiente por superposición, hasta completar el tramo.

Efectuado el tendido de las tres fases, los extremos se fijan a bloques de hormigón (muertos), de suficiente masa o enterrados, para soportar la tensión por el peso del cableado, hasta su empalme con los restantes tramos.

El tendido del cable de guardia sigue un procedimiento similar.

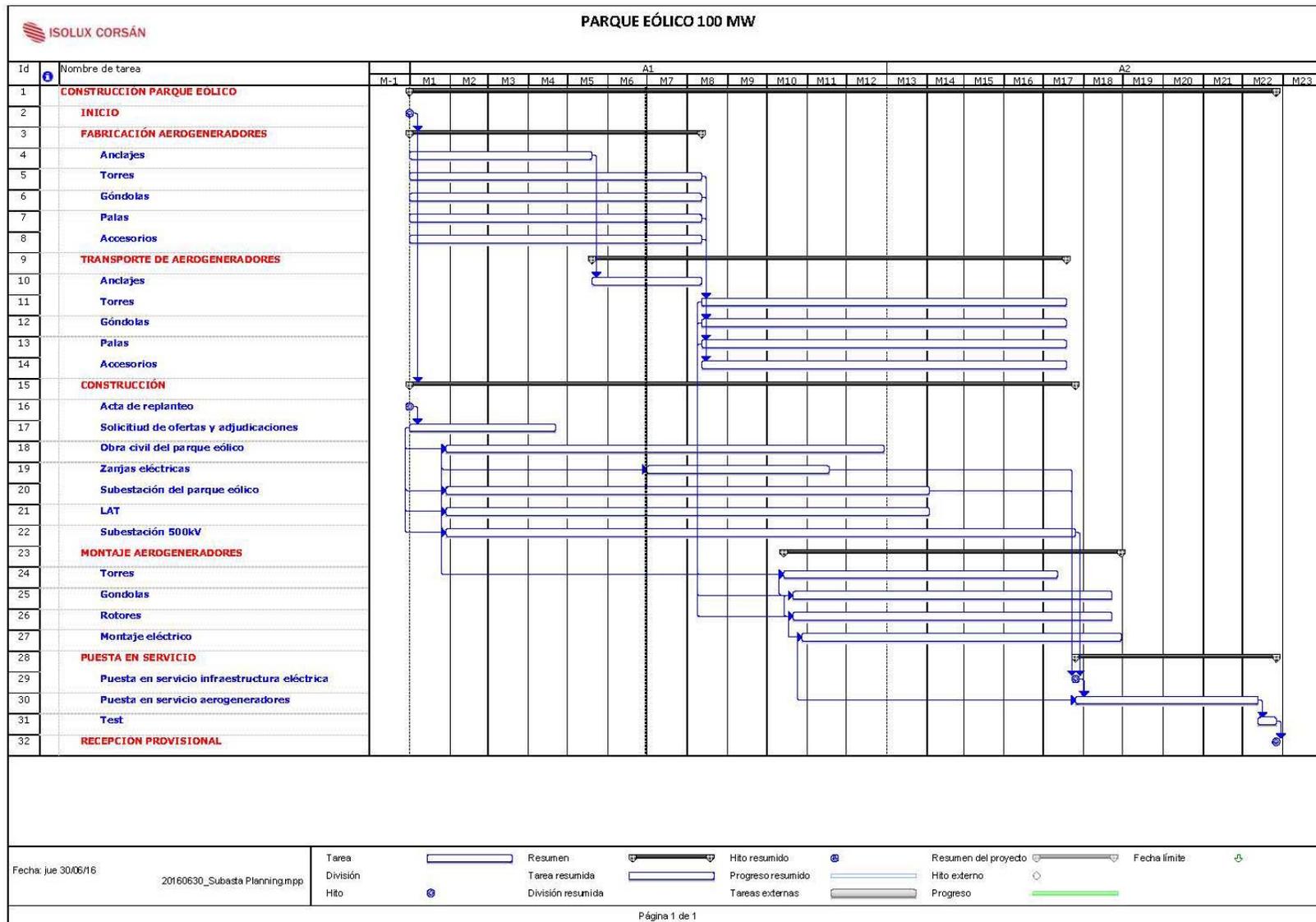
Posteriormente se realiza la tarea de fijación de los cables conductores a la cadena de aisladores y el retiro de las roldanas.

3.1.7.4 Montaje Electromecánicos

Finalmente, se realizará el montaje electromecánico de la línea y sus acometidas.

3.1.8 Cronograma de Obra

A continuación se presenta el cronograma previsto para la instalación de cada uno de los módulos del parque de 100 MW. El tiempo estimado desde el inicio de la obra hasta su puesta en servicio es de 22 meses.



3.2 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.2.1 Operación y Mantenimiento de Instalaciones

Las principales actividades a desarrollarse en esta etapa de proyecto son:

- ✓ Control y monitoreo del funcionamiento de los aerogeneradores, la línea eléctrica y la subestación transformadora.
- ✓ Mantenimiento de los aerogeneradores (recambio de partes, cambios de aceite, etc.), la línea eléctrica (protección anticorrosiva de estructuras metálicas, limpieza de aisladores, control de tensiones, etc.) y los componentes de la subestación transformadora.

Todas estas actividades estarán centralizadas en las oficinas y talleres del parque eólico que se instalarán en el predio de la Subestación Transformadora.

En lo que respecta a los aerogeneradores, como se mencionó anteriormente, Gamesa ha desarrollado una nueva herramienta para la gestión remota de parques eólicos, denominada Gamesa WindNet, que aporta:

- Supervisión en línea de los datos de los aerogeneradores, torres meteorológicas y subestación transformadora.
- Control remoto de los aerogeneradores y la subestación transformadora.
- Informes de producción y disponibilidad (Report Generator).
- Informes personalizados (Information Manager) y administración de perfiles de usuarios.
- Pantalla de tendencias de las variables principales (Trend Viewer) e integración con Gamesa SMP.
- Herramientas de regulación de potencia y opciones medioambientales.

Analizando los parámetros clave en contacto permanente con los equipos localizados en el emplazamiento, los especialistas Gamesa aseguran el máximo rendimiento operativo de los parques eólicos, garantizando el cumplimiento de las condiciones de conexión a la red.

Mantenimiento Predictivo

El sistema de mantenimiento predictivo de Gamesa se compone de un análisis del aceite de la multiplicadora y del sistema Gamesa SMP, instalado en los aerogeneradores. El posible deterioro o fallo en alguno de los componentes principales del aerogenerador es detectado por los expertos en diagnóstico en una fase muy temprana, reduciéndose los costes de mantenimiento correctivo (logística, sistemas auxiliares, mano de obra y costes de reparación) y prolongando la vida del aerogenerador.

Gamesa SMP dispone del certificado de Germanischer Lloyd tanto para el dispositivo de máquina como para el centro de control y software.

Por otra parte, con su herramienta de previsión meteorológica MEGA, Gamesa es capaz de maximizar el rendimiento de los aerogeneradores actuando sólo cuando es realmente necesario y programando intervenciones exclusivamente durante periodos de poco viento.

Mantenimiento Preventivo: Mantenimiento Anual Programado

Gamesa desarrolla un completo programa de mantenimiento RCM (Reliability Centered Maintenance) programado para garantizar el rendimiento prolongado de sus aerogeneradores.

Aplicando las prácticas más avanzadas de la industria al sector eólico, Gamesa ha conseguido reducir el tiempo de mantenimiento un 40% en los últimos cuatro años, minimizando hasta en un 50% las pérdidas de producción posibles. Esta reducción, combinada con el uso de la herramienta de previsión meteorológica MEGA para la programación del mantenimiento preventivo durante los períodos de poco viento, permite maximizar la producción.

Cada tarea es realizada según un orden óptimo siguiendo los estándares más rigurosos de seguridad. Las sucesivas revisiones de las gamas de mantenimiento preventivo incorporan nuevos métodos y procesos que permiten reducir las tareas manuales, además de incrementar la calidad del mantenimiento y, por tanto, la fiabilidad de los sistemas. Asimismo, la gestión del mantenimiento preventivo realizada por Gamesa permite una administración mejorada de los materiales utilizados en estas tareas.

Sistema MEGA

La herramienta MEGA de Gamesa utiliza modelos de predicción estándar (GFS, ECMWF, PROMES) que, tratados mediante un modelo estadístico de Gamesa, es capaz de generar datos de predicción de viento y producción de la máxima calidad. La posibilidad de incorporar al sistema MEGA los datos reales de velocidad de viento y producción del parque eólico permite una realimentación de los modelos estadísticos que mejoran de manera continua la previsión del parque.

Mantenimiento Correctivo (No Programado)

Gamesa cuenta con una red descentralizada de servicio local con más de 1.500 técnicos certificados por su centro de formación y 450 centros logísticos locales y regionales.

Gamesa Servicios cuenta con 18 Centros de Servicio operando en 36 países con un equipo de ingenieros con gran experiencia de apoyo a los equipos locales, y soluciones innovadoras, tales como:

- Gamesa Parts Navigator: catálogo on-line de piezas de repuesto a disposición de los técnicos del emplazamiento que permite una fácil identificación de las piezas del aerogenerador y proporciona información detallada de cada componente.
- Reparator: documentación específica para cada modelo de aerogenerador y manuales de usuario de prácticas recomendadas, de acuerdo con el estándar S1000D (TPSMG), que proporcionan contenido específico para el propietario (Manual de funcionamiento y servicio) y para los servicios técnicos (Manual de mantenimiento).

En lo que respecta a la línea eléctrica, es importante señalar que su operación y mantenimiento quedará a cargo de Transener, la empresa que posee la red nacional de transporte de energía eléctrica de alta tensión.

Particularmente, en función de las características propias de la operación de instalaciones con alta tensión y lo establecido en la Resolución ENRE 555/01 Guía de Contenidos Mínimos de los Planes de Gestión Ambiental para los Agentes del Mercado Eléctrico Mayorista, durante su etapa operativa se deberán efectuar las determinaciones indicadas en la Resolución SE 137/92 la cual establece que se deben monitorear las siguientes cuestiones:

- Campo eléctrico (Resolución ENRE 1724/98)

- Campo magnético (Resolución ENRE 1724/98)
- Tensiones de contacto y de paso (IRAM 2281-IV y 2281-II)
- Radio interferencia (Resolución 77/98; publicación CISPR 18-1; 18-2; 18-3)
- Ruido audible (IRAM 4061 y 4062)
- Puestas a tierra (Especificación Técnica ex AyEE 75, IRAM 2281-II y IV)

3.2.2 Requerimientos de Personal, Insumos y Servicios

En esta etapa de operación y mantenimiento del parque eólico se estima se requerirá de 3 ingenieros y 12 técnicos. Cabe señalar que los técnicos a cargo del control, monitoreo y mantenimiento de los aerogeneradores serán capacitados por la empresa fabricante de los mismos.

En cuanto a insumos, este proyecto utilizará el potencial eólico que el sitio de implantación posee naturalmente, como un recurso natural renovable, para la generación de energía eléctrica.

Otros insumos requeridos serán los aceites, los lubricantes y otros productos necesarios para el mantenimiento de los componentes de las instalaciones, así como los correspondientes repuestos para el reemplazo de los distintos componentes. El consumo de combustible se limitará a los vehículos de mantenimiento, no estando previsto sitios de acopio.

La energía que requieran las tareas de control y monitoreo procederá de la propia Subestación Transformadora, es decir, se realizará un autoconsumo de la energía generada en el parque.

El uso de agua se limitará al consumo del personal, el abastecimiento de sanitarios, vestuarios y comedores, y agua cruda para limpieza de instalaciones.

3.2.3 Generación de Residuos, Efluentes y Emisiones

Si bien se considera que los residuos generados durante esta etapa del proyecto son mínimos en función del tipo de obra, aquellos residuos sólidos que sean generados durante las actividades de control, monitoreo y mantenimiento de las instalaciones serán gestionados adecuadamente en función de sus características.

Aquellos residuos que merecen mayor atención son los derivados del petróleo. Durante las tareas de mantenimiento se analizará la necesidad de cambio de aceite. En caso de ser necesario, el aceite será recogido y eliminado por una empresa autorizada.

Entre los residuos sólidos que se generarán se pueden mencionar algunos que se producen regularmente en un proyecto de estas características: filtros de aceite, juntas, escobillas de carbón, pastillas de freno, restos de grasas y aceites, contenedores vacíos de grasas y aceites, trapos de limpieza, acumuladores, entre otros. Para su traslado y disposición final deberá contratarse una empresa inscrita en el Registro Provincial de Generadores y Operadores de Sustancias Peligrosas de la provincia del Chubut.

Los residuos sólidos asimilables a domiciliarios serán recolectados y transportados por una empresa transportadora debidamente autorizada, hacia un vertedero municipal habilitado. El certificado de factibilidad de disposición de estos residuos será tramitado en la municipalidad correspondiente.

El funcionamiento de los vehículos que se utilicen para el control y el mantenimiento de las instalaciones, generará la emisión de gases de combustión. Se trata de emisiones puntuales de compuestos orgánicos volátiles, dióxido de azufre y óxidos nitrosos (CO, CO₂, SO₂ y NO_x).

Los aerogeneradores producen ruido derivado de su propio funcionamiento. Pero para que un ruido genere molestias sobre la población deben existir potenciales receptores de este ruido. Y entonces, el grado de afectación dependerá de la potencia del ruido producido, la distancia que existe entre la fuente y el posible receptor y el sonido de fondo preexistente en el sitio donde se encuentra el receptor. En este sentido, la emisión de ruido asociada al funcionamiento de los aerogeneradores se desarrolla en el Capítulo 5 del presente EIA.

Asimismo, la emisión de ruido asociada al funcionamiento de la línea eléctrica y la subestación transformadora también se desarrolla en el Capítulo 5 del presente EIA. En ese mismo ítem del capítulo se detallan las demás emisiones asociadas a los emprendimientos energéticos en alta tensión (campos electromagnéticos, ozono, etc.).

3.2.4 Transmisión de la Energía Eléctrica

La puesta en funcionamiento del sistema de evacuación de la energía supone un conjunto de aspectos que resultan de relevancia para el medio en el cual se implanta el sistema. Entendemos como aspectos ambientales, aquellos susceptibles de generar afectaciones sobre el medio fuera del ámbito propio de restricción de operación del sistema, considerando como receptores críticos de dichas incidencias a todos aquellos componentes del ambiente natural y antrópico que se asienten o desarrollen en el entorno cercano del sistema.

- Restricción de usos en el área de servidumbre de la Línea de Alta Tensión.
- Radio interferencia: se refiere a la perturbación que puede inducir la línea sobre los radioreceptores cercanos. Esta perturbación refiere a la generación de ruidos del tipo frito o zumbido.
- Ruido audible: pueden generarse ruidos en frecuencia audible en las cercanías de los conductores. Esta generación toma importancia en líneas de transporte mayores a 300 kV, dado que el mismo depende del nivel de tensión de operación de los sistemas de transmisión.
- Campos de baja frecuencia: la presencia de CEM generados por la transmisión eléctrica puede producir tensiones y corrientes en instalaciones cercanas tales como alambrados, cercas, cañerías de riego, líneas de comunicación, etc., las cuales pueden tener efectos sobre las personas y/o sobre las instalaciones. Asimismo, existe preocupación respecto de lo que estos campos pueden generar sobre la salud de aquellos que se encuentren largamente expuestos.

Generación de Campos Electromagnéticos

Se conoce como radiación electromagnética a la emisión y propagación de energía en forma de ondas, constituida por un campo eléctrico y otro magnético, compactos, perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación. La luz, así como las ondas de radio, las radiaciones infrarroja y ultravioleta y los rayos X y gamma forman parte de la radiación electromagnética y se distinguen unos de otros por su respectiva longitud de onda. En general, las ondas electromagnéticas pueden clasificarse según tres variables; energía; frecuencia y longitud de onda. La energía es proporcional a la frecuencia (V Congreso Nacional de Medio Ambiente).

Los seres humanos se encuentran expuestos de forma natural y permanente a los campos electromagnéticos, incluso desde antes de nacer. Estos campos se encuentran relacionados con la misma dinámica del planeta. Entre la atmósfera y el suelo existe una separación de cargas eléctricas que implica la existencia de un campo eléctrico superficial. Además, la Tierra se comporta como un imán permanente.

De acuerdo a la frecuencia de las ondas los campos generados se pueden clasificar de distintas maneras.

Bajas Frecuencias:

- Instalaciones eléctricas industriales: instalaciones de transporte y distribución de energía eléctrica (50 Hz)
- Aparatos domésticos: manta eléctrica, plancha, tostador de pan, televisor, horno eléctrico, secador de pelo, etc.

Radiofrecuencias:

- Delimitadas por la franja de frecuencias de 100 KHz y 300 MHz (radios AM y FM)

Microondas:

- Delimitadas por la franja de frecuencias de 300 MHz y 300 GHz (horno microondas, radar, sistemas de comunicación). La telefonía móvil emplea bandas situadas entre los 850 y 950 MHz.

Los campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas (ELF) son los que corresponden a las líneas de alta tensión y las estaciones transformadoras, y presentan frecuencias inferiores a 300 Hz. A este nivel de frecuencia tan bajo, las longitudes de onda en el aire son muy largas (6000 km a 50 Hz, y 5000 km a 60 Hz) y, en la práctica, los campos eléctricos y magnéticos actúan independientemente y se miden por separado (OMS. *Los campos electromagnéticos y la salud pública: las frecuencias extremadamente bajas (ELF)*. Nota descriptiva N° 205. Noviembre 1998).

Los campos eléctricos se producen por la presencia de cargas eléctricas, y determinan, a su vez, el movimiento de otras cargas situadas dentro de su alcance. Todo aparato conectado a una red eléctrica, aunque no esté encendido, está sometido a un campo eléctrico que es proporcional a la tensión de la fuente a la que está conectado. Los campos eléctricos son más intensos cuánto más cerca están del aparato, y se debilitan con la distancia. Algunos materiales comunes, como la madera o el metal, apantallan sus efectos (OMS. *Los campos electromagnéticos y la salud pública: las frecuencias extremadamente bajas (ELF)*. Nota descriptiva N° 205. Noviembre 1998).

Los campos magnéticos se producen, en particular, cuando hay cargas eléctricas en movimiento, es decir, corrientes eléctricas, y determinan el movimiento de las cargas. Todo aparato conectado a una red eléctrica generará en torno suyo, si está encendido y circula la corriente, un campo magnético proporcional a la cantidad de corriente que obtiene de la fuente que lo alimenta. La intensidad de estos campos es tanto mayor cuanto más cerca del aparato, y disminuye con la distancia. Los materiales más corrientes no son, en general, un obstáculo para los campos magnéticos, que los atraviesan fácilmente (OMS. *Los campos electromagnéticos y la salud pública: las frecuencias extremadamente bajas (ELF)*. Nota descriptiva N° 205. Noviembre 1998).

A las frecuencias de 50/60 Hz, los campos eléctricos y magnéticos de origen natural tienen intensidades muy bajas, del orden de 0,0001 V/m y 0,00001 μ T, respectivamente. La exposición de las personas a los campos ELF proviene, en su mayor parte, de la generación, transmisión y utilización de la energía eléctrica (OMS. *Los campos electromagnéticos y la salud pública: las frecuencias extremadamente bajas (ELF)*. Nota descriptiva N° 205. Noviembre 1998).

3.3 ETAPA DE ABANDONO

No se espera que finalizada la vida útil de los aerogeneradores y la línea eléctrica asociada se proceda al abandono de estas instalaciones. Posiblemente, estas instalaciones serán reemplazadas y/o restauradas antes del cumplimiento de su vida útil, prolongando indefinidamente su operatividad.

No obstante, el potencial abandono definitivo del parque eólico comprenderá las siguientes actuaciones:

- Desmantelamiento y retiro de las estructuras componentes de los aerogeneradores, evitando el abandono de cualquier elemento ajeno al entorno.
- Desmantelamiento y retiro de las estructuras componentes de la Subestación Transformadora y la Línea de Alta Tensión, en el supuesto de que éstas sigan siendo de uso exclusivo del Parque Eólico.
- Restauración o recuperación ambiental de las superficies afectadas tras el desmantelamiento definitivo de las instalaciones.

Este plan de restauración se diseñará de acuerdo con las autoridades correspondientes. Deberá definirse el destino de los caminos principales y secundarios, definiendo los tramos a eliminar y los tramos a conservar. Como medida general, se recomienda la conservación de los caminos principales y la mayoría de los secundarios, suprimiendo tan sólo los caminos de acceso individuales a los aerogeneradores.

Asimismo, se propone la conservación de las conducciones eléctricas subterráneas del parque ya que su desmantelamiento supondría una mayor afección ambiental que su mantenimiento.

Finalmente, considerando que el tiempo estimado de vida útil de los aerogeneradores y la línea eléctrica se considera de entre 20 y 25 años, siempre y cuando se realicen los mantenimientos adecuados, es posible que en caso de decidirse su abandono definitivo, existan para ese momento nuevas reglamentaciones y tecnología para llevar a cabo estas tareas.