DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

INCORPORACIÓN LÍNEA DE TRANSMISIÓN SE ALFA SOLAR-SE KIMAL 2X220 KV

RIESGOS CLIMÁTICO

Noviembre 2026

Isidora Herrera	**Paulina Brugerolles**	**Fernando Valdés**
ELABORADO POR	**REVISADO POR**	**APROBADO POR**
Especialista Riesgo Climático	**Jefe de Proyectos**	**Gerente Área de Negocios Ambientales**

TABLA DE CONTENIDOS

2.18. RIESGO CAMBIO CLIMÁTICO 5
2.18.1. INTRODUCCIÓN 5
2.18.2. OBJETIVOS.....6
2.18.3. METODOLOGÍA.....6
2.18.3.1. Paso 1: Descripción del proyecto e identificación de los factores generadores de impacto (FGI) 7
2.18.3.2. Paso 2: Descripción general de los objetos de protección ambiental receptores de impacto 8
2.18.3.3. Paso 3: Identificación y descripción de impactos sobre los objetos de protección delimitando las áreas de influencia 8
2.18.3.4. Paso 4: Predicción de impactos e identificación de su significancia.....9
2.18.3.5. Paso 5 y 6: Caracterización detallada y evaluación de impactos significativos (aplicabilidad en EIA) 9
2.18.3.6. Paso 7: Elaboración de medidas y planes de seguimiento 9
2.18.3.7. Paso 8: Descripción de riesgos y planes de contingencia y emergencia.....10
2.18.4. RESULTADOS 10
2.18.4.1. Paso 1: Descripción del proyecto e identificación de los factores generadores de impacto 10
2.18.4.1.1. Factor Localización 12
2.18.4.1.2. Cadenas de Impacto 13
2.18.4.1.2.1. Sector salud y bienestar humano.....13
2.18.4.1.2.2. Sector biodiversidad 15
2.18.4.1.2.3. Sector energía eléctrica 17
2.18.4.1.3. Análisis de amenazas climáticas en el área de emplazamiento (continuación de caracterización climática) 20
2.18.4.1.3.1. Temperatura.....20
6.1.1.1.1.1. Precipitaciones 24
2.18.4.1.3.2. Viento 26
2.18.4.1.3.3. Humedad relativa 28
2.18.4.1.3.4. Insolación solar diaria y presión atmosférica 29
2.18.4.1.3.5. Síntesis de evolución climática comunal y local (Grilla 5×5 km) 32
2.18.4.2. Paso 2: Descripción general de los objetos de protección ambiental receptores de impactos 34
2.18.4.3. Paso 3: Identificación y descripción de impactos sobre objetos de protección delimitando las áreas de influencia 37
2.18.4.4. Paso 4: Predicción de impactos e identificación de su significancia.....39
2.18.4.5. Paso 5: Descripción detallada de los objetos de protección receptores de impactos significativos.....40
2.18.4.6. Paso 6: Evaluación de impactos significativos 41
2.18.4.7. Paso 7: Elaboración de medidas y planes de seguimiento 41
2.18.4.8. Paso 8: Descripción de riesgos y elaboración de planes de contingencia y de emergencia 41
2.18.5. CONCLUSIONES 42
2.18.6. BIBLIOGRAFÍA.....43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos metodológicos en la elaboración de DIA y EIA. 7
Figura 2. Localización general del proyecto ámbito regional. 12
Figura 3. Valores de temperatura media y variación porcentual invierno (María Elena). 21
Figura 4. Serie de tiempo: temperatura día más cálido verano en María Elena. 22
Figura 5. Serie de tiempo: temperatura día más cálido verano en María Elena. 22
Figura 6. Serie de tiempo: temperatura día más frío invierno en María Elena. 23
Figura 7. Serie de tiempo: temperatura día más frío verano en María Elena. 23
Figura 8. Serie de tiempo: Precipitación acumulada invierno en María Elena. 24
Figura 9. Serie de tiempo: precipitación acumulada verano en María Elena. 25
Figura 10. Serie de tiempo: Precipitación máxima diaria invierno en María Elena. 25
Figura 11. Serie de tiempo: Precipitación máxima diaria verano en María Elena. 26
Figura 12. Serie de tiempo: Viento medio invierno en María Elena. 27
Figura 13. Serie de tiempo: Viento medio verano en María Elena. 27
Figura 14. Serie de tiempo: Humedad relativa invierno en María Elena. 28
Figura 15. Serie de tiempo: Humedad relativa verano en María Elena. 29
Figura 16. Serie de tiempo: Insolación solar diaria invierno en María Elena. 30
Figura 17. Serie de tiempo: Insolación solar diaria verano en María Elena. 30
Figura 18. Serie de tiempo: Presión atmosférica invierno en María Elena. 31
Figura 19. Serie de tiempo: Presión atmosférica verano en María Elena. 32
Figura 20. Cuadrantes de la Grilla ARClim 5×5 km sobre el trazado de la Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal. 33

INDICE DE CUADROS

Tabla 1. Principales obras temporales y permanentes del Proyecto. 11
Tabla 2. Síntesis de índices de riesgo climático comunal (ARClim) para María Elena. 19
Tabla 3. Valores de temperatura media y variación porcentual invierno (Comuna De María Elena). 20
Tabla 4. Valores de Temperatura media y variación porcentual verano (Comuna De María Elena). 21
Tabla 5. Valores de temperatura del día más cálido y variación porcentual verano. 21
Tabla 6. Valores de temperatura del día más cálido y variación porcentual verano. 22
Tabla 7. Valores de temperatura del día más frío y variación porcentual invierno. 23
Tabla 8. Valores De Temperatura Del Día Más Frío Y Variación Porcentual Verano. 23
Tabla 9. Valores de precipitación acumulada y variación porcentual invierno. 24
Tabla 10. Valores de precipitación acumulada y variación porcentual verano. 24
Tabla 11. Valores de precipitación máxima diaria y variación porcentual invierno. 25
Tabla 12. Valores de precipitación máxima diaria y variación porcentual verano. 26
Tabla 13. Valores de viento medio y variación porcentual invierno. 26
Tabla 14. Valores de viento medio y variación porcentual verano. 27
Tabla 15. Valores de humedad relativa media diaria y variación porcentual invierno. 28
Tabla 16. Valores de humedad relativa media diaria y variación porcentual verano. 28

Tabla 17. Valores de insolación solar diaria y variación porcentual invierno. 29
Tabla 18. Valores de insolación solar diaria y variación porcentual verano. 30
Tabla 19. Valores de presión atmosférica media y variación porcentual invierno. 31
Tabla 20. Valores de presión atmosférica media y variación porcentual verano. 31
Tabla 21. Evolución De Los Elementos Del Clima Comunal (María Elena) Bajo Escenario SSP5-8.5. 32
Tabla 22. Evolución de elementos climáticos locales (Grilla 5×5 km corredor LAT 2x220 kV). .. 33
Tabla 23. Objetos de protección y componentes ambientales en el área de emplazamiento de la LAT 2x220 kV. 35
Tabla 24. Relación entre impactos del Proyecto y efectos adversos del cambio climático (LAT 2x220 kV). 37
Tabla 25. Resumen de evaluación de riesgo climático y descarte de sinergias negativas..... 40

2.18. RIESGO CLIMÁTICO

2.18.1. INTRODUCCIÓN

La Ley N° 21.455/2022, Ley Marco de Cambio Climático, del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante "MMA"), señala en su Artículo 40 que "Los proyectos o actividades que se sometan a evaluación de impacto ambiental de acuerdo a la ley considerarán la variable de cambio climático en los componentes del medio ambiente que sean pertinentes, conforme lo disponga el reglamento respectivo". En este contexto, el Servicio de Evaluación Ambiental (en adelante "SEA") publicó en enero de 2023 la Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (Primera Edición). Posteriormente, el 13 de noviembre de 2023, se publicó la Segunda Edición, dejando sin efecto la versión anterior. Finalmente, el 08 de noviembre de 2024 se presentó la Tercera Edición de la Guía mediante la Resolución Exenta N° 202499101887, la cual se pronuncia sobre la observancia de la Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA y deja sin efecto la edición precedente.

Por su parte, el Decreto Supremo N° 30/2023 del MMA, que aprueba la modificación al Decreto Supremo N° 40/2012 (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, RSEIA), incorpora el Artículo 12 bis, el cual mandata: "El Estudio o Declaración de Impacto Ambiental deberá considerar los efectos adversos del cambio climático en los distintos componentes del medio ambiente, especialmente en los ecosistemas, en la salud y el bienestar humano; y las acciones, medidas o procesos orientados a la adaptación y resiliencia a ellos". Asimismo, los artículos 18 letra c.3) y 19 letra a.3) del RSEIA señalan expresamente la obligación de describir la condición de riesgo climático de la zona de emplazamiento.

En cumplimiento del marco normativo y metodológico antes descrito, el presente acápite incorpora de manera transversal y sistemática la variable de cambio climático en la evaluación ambiental del Proyecto "Incorporación Línea De Transmisión Se Alfa Solar-Se Kimal 2x220 Kv", en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Para ello, se identifican, caracterizan y analizan los riesgos y amenazas climáticas modelados en la plataforma del Atlas de Riesgos Climáticos (en adelante "ARClim") del Ministerio del Medio Ambiente, evaluando las cadenas de impacto aplicables para la comuna donde se emplazan las obras, partes y acciones del Proyecto. Adicionalmente, el análisis integra las proyecciones climáticas a escala comunal y a nivel de cuadrantes ráster de 5×5 km de ARClim, con el propósito de determinar la posible evolución del entorno sin proyecto en su condición más desfavorable, contrastarla con el escenario con proyecto y descartar fundadamente la generación de sinergias negativas sobre los objetos de protección ambiental receptores.

2.18.2. OBJETIVOS

2.18.2.1. Objetivo General

Evaluar, de manera integral y sistemática, los efectos adversos del cambio climático sobre los componentes ambientales que constituyen objetos de protección en el marco del SEIA dentro del área de emplazamiento e influencia del Proyecto "Línea De Transmisión Se Alfa Solar-Se Kimal 2x220 Kv", considerando las amenazas, exposición y vulnerabilidad en su condición más desfavorable, con el fin de determinar la existencia o descarte fundado de sinergias negativas derivadas de sus partes, obras y acciones.

2.18.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las amenazas y riesgos climáticos presentes en la zona de localización del Proyecto a escala comunal y local (grilla ráster 5×5 km), utilizando la plataforma oficial del Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim) bajo el escenario de emisiones más desfavorable (RCP8.5 / SSP5-8.5) para el horizonte de mediano plazo (2035–2065).
- Identificar y analizar los factores generadores de impacto del Proyecto (localización, temporalidad, uso de recursos, mano de obra, emisiones y residuos) y su interacción con los sectores vulnerables establecidos en el artículo 9° de la Ley N° 21.455.
- Describir la posible evolución de los objetos de protección ambiental receptores en una situación sin proyecto bajo condiciones climáticas proyectadas y contrastarla con el escenario con proyecto, delimitando adecuadamente las áreas de influencia.
- Predecir la significancia de los impactos ambientales considerando la pérdida potencial de resiliencia climática de los sistemas naturales y humanos, justificando técnicamente la inexistencia de los Efectos, Características o Circunstancias (ECC) del artículo 11 de la Ley N° 19.300.
- Evaluar las amenazas naturales extremas asociadas a la variabilidad climática local, con el objeto de retroalimentar el diseño de obras y verificar la pertinencia de las medidas de prevención de contingencias y de emergencias del Proyecto.

2.18.3. METODOLOGÍA

La metodología implementada para incorporar la variable de cambio climático en la presente evaluación ambiental se fundamenta estrictamente en las directrices establecidas por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en la «Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA» (Tercera Edición, noviembre de 2024). Dicho procedimiento define un marco estructurado de ocho pasos sucesivos, aplicable tanto para Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) como para Estudios de Impacto Ambiental (EIA), orientado a evaluar la interacción entre las partes, obras y acciones del Proyecto y un entorno biofísico dinámico, sujeto a tendencias de modificación paulatina y a eventos meteorológicos extremos.
A continuación, se detalla el flujo metodológico general conforme a los lineamientos del SEA:

Figura 1. Pasos metodológicos en la elaboración de DIA y EIA.



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2024.

2.18.3.1. Paso 1: Descripción del proyecto e identificación de los factores generadores de impacto (FGI)

En primera instancia, se identifica la vinculación de la iniciativa con los «sectores vulnerables» definidos en el artículo 9° de la Ley N° 21.455 (Ley Marco de Cambio Climático), clasificándose en el sector de **Energía** e **Infraestructura**.

Posteriormente, se definen los Factores Generadores de Impacto (FGI) asociados a las obras temporales y permanentes del trazado lineal de transmisión (*Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal 2x220 kV*), considerando:

- **Localización**: Emplazamiento geográfico del trazado de la línea de alta tensión, vértices, fundaciones de estructuras/torres, faja de servidumbre, caminos de acceso y subestaciones de seccionamiento/conexión en la Región de Antofagasta, determinando su exposición espacial a amenazas climáticas.
- **Temporalidad**: Cronograma y duración de las fases de construcción, operación (con una vida útil de carácter permanente superior a 20 años) y eventual fase de cierre,

reconociendo la ciclicidad estacional y el momento de ejecución de obras frente a ventanas temporales de eventos climáticos críticos.

- **Extracción y uso de recursos naturales**: Identificación de requerimientos de escarpe o despeje de formaciones vegetales, movimientos de tierra para excavación de fundaciones y fuentes de abastecimiento hídrico (adquisición a terceros autorizados, sin captación directa superficial ni subterránea).
- **Mano de obra, insumos y transporte**: Flujos de transporte y dotación de trabajadores requeridos para el montaje de torres, tendido de conductores y faenas de mantención.
- **Descarga de contaminantes**: Cuantificación de emisiones a la atmósfera (gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta - SLFC), efluentes domésticos y manejo de residuos.

2.18.3.2. Paso 2: Descripción general de los objetos de protección ambiental receptores de impacto

Se procede a caracterizar los componentes del medio ambiente susceptibles de interactuar con el Proyecto y con las tendencias del cambio climático. La pregunta conductora central radica en establecer: *¿cuál es la posible evolución de los componentes ambientales receptores en una situación sin proyecto bajo el escenario más desfavorable?*

Para responder a esta interrogante se utiliza la información oficial provista por el Ministerio del Medio Ambiente a través del **Atlas de Riesgo Climático (ARClim)**:

1. **Cadenas de Impacto Comunal**: Se revisan las cadenas de impacto de ARClim (amenaza, exposición, sensibilidad y riesgo) para las comunas comprometidas por el trazado de la línea eléctrica.
2. **Explorador de Amenazas Climáticas (Resolución 5×5 km)**: Se analiza la proyección de variables climáticas locales para el horizonte de mediano plazo (2035–2065) respecto del período histórico (1980–2010) bajo el escenario de emisiones más desfavorable (RCP8.5 / SSP5-8.5), evaluando métricas como temperatura media, extremos térmicos (olas de calor), precipitación acumulada y máxima diaria, viento medio y humedad relativa.
3. **Herramientas de Ecosistemas y Biota**: Se revisa la información de los *Mapas de Especies* de ARClim (probabilidad futura de presencia de flora y fauna) y los mapas de relevancia ecológica disponibles en el geoportal *SIMBIO.*

2.18.3.3. Paso 3: Identificación y descripción de impactos sobre los objetos de protección delimitando las áreas de influencia

A partir de la espacialización de las obras de la línea de transmisión y la caracterización sin proyecto, se elaboran modelos conceptuales para identificar las relaciones causales directas e indirectas entre las acciones del Proyecto y el sistema receptor.
El foco se sitúa en identificar **posibles sinergias negativas** entre los impactos del Proyecto y los efectos adversos del cambio climático, entendidas como aquellas interacciones donde la

combinación del impacto de la infraestructura y el riesgo climático produce una alteración mayor sobre el objeto de protección que la suma aislada de cada uno.

Como resultado de esta etapa se efectúa:

- La comparación explícita del estado de los componentes con y sin proyecto bajo condiciones climáticas futuras más desfavorables.
- La delimitación cartográfica justificada de las **Áreas de Influencia (AI)** por objeto de protección afectado (fauna, suelo, vegetación, medio humano, entre otros), distinguiéndola del área de estudio cuando se traten atributos que actúan como factores explicativos (v. gr., climatología o geología).

2.18.3.4. Paso 4: Predicción de impactos e identificación de su significancia

Se evalúa en profundidad la evolución del medio en situación con proyecto, analizando la magnitud, extensión y duración de las alteraciones, y verificando si el estrés térmico o hídrico derivado del cambio climático amplifica la severidad del impacto o disminuye la resiliencia climática de los ecosistemas (conforme al D.S. N° 30/2023 del MMA).

Si el análisis demuestra y fundamenta que los impactos residuales no sobrepasan los umbrales de significancia definidos en el artículo 11 de la Ley N° 19.300 y los artículos 5 al 10 del Reglamento del SEIA, se acredita el ingreso de la línea de transmisión como Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y se procede directamente a los Pasos 7 y 8.

2.18.3.5. Paso 5 y 6: Caracterización detallada y evaluación de impactos significativos (aplicabilidad en EIA)

En caso de preverse la ocurrencia de un impacto significativo o la exacerbación crítica de un componente por sinergia climática negativa, corresponde desarrollar una caracterización detallada del objeto receptor a nivel de línea de base (Paso 5) y ponderar su significancia definitiva mediante metodologías cuantitativas o matrices analíticas (Paso 6). Para el presente Proyecto, al justificar el descarte de impactos significativos mediante los antecedentes técnicos de la DIA, estos pasos se consideran analíticamente cubiertos en la justificación de inexistencia de causales del artículo 11.

2.18.3.6. Paso 7: Elaboración de medidas y planes de seguimiento

Para aquellos proyectos con impactos significativos, este paso contempla el diseño de medidas respetando el principio de jerarquía (mitigación, reparación y compensación) e integrando el enfoque de adaptación climática, monitoreo iterativo y umbrales de desviación aceptables (artículo 105 del Reglamento del SEIA). Para efectos de una DIA que descarta impactos significativos, se incluyen compromisos ambientales voluntarios o prácticas de diseño adaptativo orientadas a la mantención de la faja eléctrica y gestión de recursos en caso de resultar pertinentes.

2.18.3.7. Paso 8: Descripción de riesgos y planes de contingencia y emergencia

Se identifican y evalúan los eventos de contingencia operacional, ambiental o de origen natural que puedan verse agravados o modificados en recurrencia y magnitud a causa del cambio climático en el área del trazado eléctrico.

El análisis se centra en fenómenos extremos tales como la activación de quebradas o escorrentías aluvionales por precipitaciones intensas concentradas, eventos de vientos fuertes o ráfagas que comprometan las estructuras de transmisión, y aumentos de temperatura extrema/olas de calor. Lo anterior permite retroalimentar el diseño mecánico de las torres y fajas, y asegurar que el Plan de Prevención de Contingencias y el Plan de Emergencias incorporen procedimientos operativos claros y adaptados a las condiciones de riesgo de la zona.

2.18.4. RESULTADOS

En los siguientes acápites se presentan los resultados correspondientes a la aplicación de la metodología de 8 pasos para la consideración de la variable de cambio climático, desarrollada de acuerdo con la «Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA» (Tercera Edición, SEA 2024), aplicada al Proyecto «Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal 2x220 kV».

2.18.4.1. Paso 1: Descripción del proyecto e identificación de los factores generadores de impacto

El Proyecto tiene como objetivo principal evacuar y transmitir la energía eléctrica generada por el proyecto de generación fotovoltaica hacia el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), mediante la construcción y operación de una Línea de Alta Tensión (LAT) en doble circuito a 220 kV, que interconectará la futura Planta Fotovoltaica Alfa Solar con la Subestación Eléctrica Kimal (existente, perteneciente a terceros), posibilitando la inyección y descongestión energética en el norte del país.

El Proyecto comprende el montaje de estructuras reticuladas metálicas de alta tensión (torres), marcos de línea para las entradas y salidas de subestaciones, conductores eléctricos, cable de guardia con fibra óptica (OPGW), faja de servidumbre de seguridad eléctrica, caminos internos/huellas de acceso a lo largo del trazado de la faja de la LAT (con empalme hacia las rutas viales del sector) y obras e instalaciones temporales de apoyo a la construcción (tales como instalaciones de faena, frentes móviles de tendido y bodegas transitorias).
En la Tabla 1 se resumen las principales partes, obras y acciones del Proyecto, diferenciando entre temporales y permanentes.

Tabla 1. Principales obras temporales y permanentes del Proyecto.

Tipo de obra	Obra / Instalación
Temporal	Instalación de Faenas (oficinas, comedores, servicios higiénicos químicos)
	Estanque provisorio de agua potable e industrial (sin extracción in situ)
	Bodega transitoria de Residuos Peligrosos (RESPEL)
	Bodega transitoria de Sustancias Peligrosas (SUSPEL)
	Bodegas de Residuos Industriales No Peligrosos (RSINP) y Domésticos (RSD)
	Áreas de estacionamiento transitorio y patio de maniobras de maquinaria
	Frentes de trabajo móviles para excavación de fundaciones, montaje y tendido de cable
	Zonas temporales de carga/descarga y acopio de materiales y estructuras
Permanente	Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT) 2x220 kV en doble circuito
	Estructuras de suspensión y de anclaje (torres reticuladas de celosía metálica)
	Marcos de línea (FV Alfa Solar y paño de conexión en SE Kimal)
	Conductores de fase y cable de guardia con fibra óptica (OPGW)
	Faja de seguridad y servidumbre de la línea eléctrica
	Fundaciones de hormigón armado para las estructuras de transmisión
	Caminos y huellas de servicio/mantenimiento bajo la faja de la línea
	Obras de protección o drenaje local en cruce de quebradas secas o áreas aluvionales

Fuente: Elaboración propia, 2026.

De acuerdo con la metodología del SEA, se identifica que el Proyecto se vincula de manera directa con los sectores vulnerables de «Energía» e «Infraestructura», contemplados en el artículo 9° de la Ley N° 21.455 (Ley Marco de Cambio Climático).

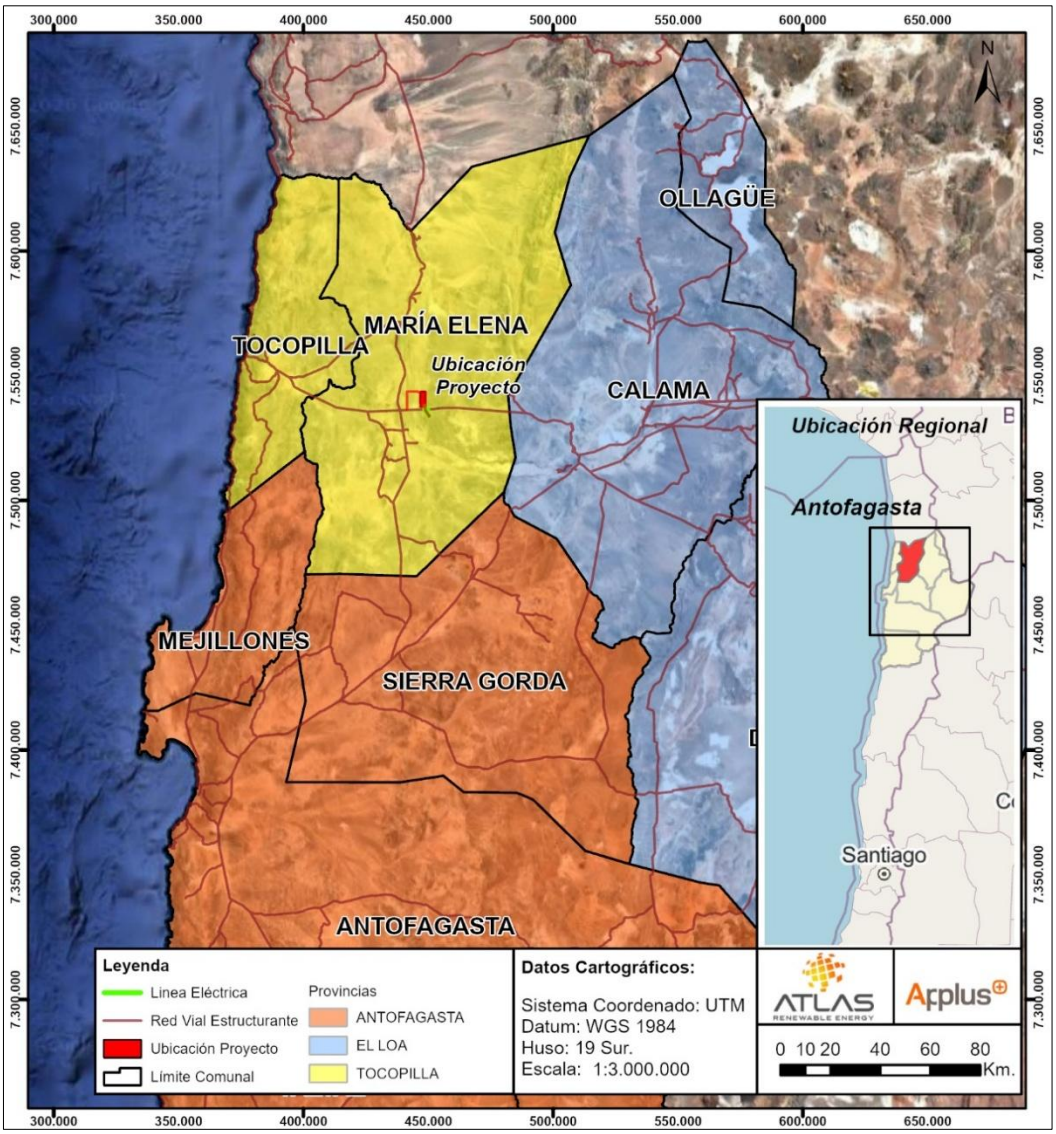
Asimismo, conforme a los artículos 9 y 11 de la citada Ley, la iniciativa se alinea con la Política Energética 2050 y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, facilitando el transporte expedito de energías renovables no convencionales (cero emisiones).

A continuación, se analizan los Factores Generadores de Impacto (FGI) del Proyecto y su relación con la variable climática:

2.18.4.1.1. Factor Localización

El trazado del Proyecto se localiza íntegramente en la comuna de María Elena, provincia de Tocopilla, en la Región de Antofagasta.

Figura 2. Localización general del proyecto ámbito regional.



Fuente: Elaboración Propia, 2026.

El emplazamiento lineal se definió en función de optimizar el trazado geométrico más directo y de menor intervención ambiental para enlazar la Parque Fotovoltaico Alfa Solar con la Subestación Kimal, aprovechando fajas eléctricas preexistentes e infraestructura vial cercana (Ruta 24 y huellas operativas), minimizando la apertura de nuevos accesos y la fragmentación territorial. Adicionalmente, el trazado no intercepta áreas bajo protección oficial ni sitios prioritarios para la conservación.

Para evaluar la exposición territorial frente a amenazas climáticas, se analizaron las cadenas de impacto comunales de la plataforma oficial **ARClim** del Ministerio del Medio Ambiente. De un universo de 62 cadenas de impacto revisadas para los 12 sectores, se determinó la aplicabilidad específica para María Elena y la naturaleza del trazado de transmisión:

- **Agricultura, Bosque Nativo, Plantaciones Forestales, Acuicultura, Infraestructura Costera y Pesca Artesanal**: No aplican por ausencia de este tipo de actividades, lejanía a la franja costera y carencia de coberturas arbóreas nativas o plantaciones en el área de estudio del desierto absoluto.
- **Minería y Turismo**: No aplican en función del objeto del proyecto y la inexistencia de infraestructura turística de alta montaña o balnearios en el entorno inmediato.
- **Salud y Bienestar Humano**: Aplican comunalmente las cadenas de morbilidad/mortalidad por calor y seguridad hídrica rural.
- **Biodiversidad**: Aplican las cadenas de pérdida de fauna y flora por variabilidad en temperatura y precipitación.
- **Energía Eléctrica**: Aplican las cadenas sectoriales de impacto de la temperatura sobre líneas de transmisión y costos marginales del sistema.

A continuación, se presenta el desarrollo detallado, punto por punto, de las 13 cadenas de impacto identificadas en la plataforma oficial del Atlas de Riesgo Climático (ARClim) para la comuna de María Elena, correspondientes a los sectores que aplican a la evaluación: Salud y Bienestar Humano, Biodiversidad y Energía Eléctrica.

Cada cadena incorpora los resultados y factores modelados (Amenaza, Exposición, Sensibilidad, Capacidad Adaptativa/Resiliencia y Nivel de Riesgo proyectado al mediano plazo 2035–2065 bajo escenario RCP8.5) extraídos del documento base, integrando el análisis de interacción con el proyecto y el descarte fundado de sinergias negativas conforme a las directrices del SEIA.

2.18.4.1.2. Cadenas de Impacto

2.18.4.1.2.1. Sector salud y bienestar humano

En este sector se identifican **5 cadenas de impacto** aplicables a la comuna:

A. Aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor

Descripción de la cadena: Evalúa el riesgo asociado al cambio neto de morbilidad para todas las causas no accidentales derivado del aumento proyectado de la temperatura y la mayor recurrencia de olas de calor al año 2050.

- **Parámetros del modelo (ARClim):**
  - **Amenaza:** Cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria proyectado en **2,7 °C**.
  - **Exposición:** Población comunal proyectada al año 2050 de **5.834 habitantes**.
  - **Sensibilidad:** Tasa regional de **17,51 muertes por cada 1.000 habitantes** en meses de verano.

- **Capacidad Adaptativa:** Índice de **0** (jornadas completas diarias de trabajo de médicos en atención primaria de salud por cada 10.000 habitantes).
- **Riesgo:** Índice de morbilidad por calor de **0,1502**, clasificado en nivel **Alto**.

- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** Aunque el riesgo comunal es calificado como Alto, las obras se emplazan en un área despoblada e hiperárida, a gran distancia de centros poblados o asentamientos humanos. El proyecto no genera emisiones atmosféricas permanentes ni islas de calor antropogénicas de alcance poblacional. En consecuencia, se **descarta la existencia de sinergias negativas** sobre la población receptora (Art. 5 RSEIA). En el ámbito ocupacional (fase de construcción), el riesgo térmico es abordado preventivamente en el diseño de faenas mediante protocolos de hidratación, rotación de frentes y zonas de sombra conforme al D.S. 594/1999.

B. Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura

- **Descripción de la cadena:** Cuantifica la variación en la tasa de mortalidad prematura por causas no accidentales atribuibles al alza de temperaturas por efecto del cambio climático.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
  - **Amenaza:** Variación proyectada en la temperatura máxima diaria de **2,7 °C**.
  - **Exposición:** Población proyectada comunal al año 2050 de **5.834 habitantes**.
  - **Sensibilidad:** Mortalidad esperada por causas no accidentales estimada en **26,4 muertes**.
  - **Riesgo: 0,7 muertes**, clasificado en nivel **Bajo**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** El incremento marginal modelado corresponde a un nivel de riesgo bajo a escala comunal. Las partes y obras del proyecto no añaden agentes contaminantes ni condiciones de exposición física continua que incrementen las tasas de mortalidad basal en el territorio, **descartándose sinergias adversas**.

C. Mortalidad prematura por calor

- **Descripción de la cadena:** Analiza los impactos adversos netos sobre la mortalidad prematura inducida directamente por estrés térmico extremo, contrastando el período histórico (1980–2010) frente al futuro (2035–2065, RCP8.5).
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
  - **Amenaza:** Incidencia del diferencial térmico entre el escenario histórico y futuro (S/I en valor numérico directo de la ficha).
  - **Exposición:** Proyección de **5.834 habitantes** en la comuna de María Elena.
  - **Sensibilidad:** Tasa comunal base de **26,4 muertes** no accidentales.
  - **Resiliencia:** Índice de capacidad adaptativa de **0** (dotación médica primaria).
  - **Riesgo: 0,0143 muertes**, calificado en nivel **Muy Bajo**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** El valor proyectado es prácticamente insignificante a escala territorial. El emplazamiento de la infraestructura eléctrica no interactúa con receptores humanos vulnerables en su entorno adyacente, descartándose cualquier agravamiento atribuible al proyecto.

D. Efecto de olas de calor en salud humana

- **Descripción de la cadena:** Proyecta la variación global en los efectos sobre la salud humana (morbilidad y mortalidad combinadas) generados por eventos continuos de temperaturas extremas.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** Índice de **0,6**, clasificado como **Leve aumento** en la incidencia de olas de calor.
    - **Exposición:** Índice de **0,0513**, calificado como **Muy Bajo** (en función de la baja densidad demográfica comunal proyectada al 2035).
    - **Sensibilidad:** Índice de **0,1119**, calificado como **Muy Bajo**.
    - **Resiliencia:** Índice de **0,4209**, calificado como **Alto** (capacidad comunal de respuesta de asentamientos).
    - **Riesgo:** Índice de **0,2852**, clasificado en la categoría de **Leve aumento**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** Dada la muy baja exposición poblacional del polígono y la alta capacidad de resiliencia de los asentamientos consolidados, la ejecución del proyecto no altera las variables determinantes del bienestar público de la comuna, **descartándose la configuración de sinergias negativas**.

E. Seguridad hídrica doméstica rural

- **Descripción de la cadena:** Determina los efectos sobre la disponibilidad y seguridad en el abastecimiento hídrico de la población rural producto de la intensificación de sequías meteorológicas.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** Índice de **0,4467**, clasificado en **Leve aumento** en la frecuencia de sequías meteorológicas.
    - **Exposición:** Índice de **0,0663**, calificado como **Muy Bajo** (baja concentración de población rural residente).
    - **Sensibilidad:** Índice de **0,4434**, calificado como **Moderado** (susceptibilidad socioeconómica e infraestructura hídrica local).
    - **Resiliencia:** Índice de **0,4209**, calificado como **Alto**.
    - **Riesgo:** Índice de **0,0405**, clasificado como **Leve disminución** en los impactos negativos sobre la salud rural.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** El proyecto **no contempla la extracción de recursos hídricos subterráneos ni superficiales** en ninguna de sus fases de desarrollo; los requerimientos de agua potable e industrial se satisfacen mediante la compra a proveedores legalmente autorizados. En consecuencia, no compite ni ejerce presión sobre las fuentes de agua de los sistemas sanitarios rurales o comunidades locales, **descartándose sinergia negativa**.

2.18.4.1.2.2. Sector biodiversidad

En este sector se identifican **4 cadenas de impacto** aplicables en la comuna:

F. Pérdida de fauna por cambios de precipitación

- **Descripción de la cadena:** Modela los efectos adversos del déficit de precipitaciones promedio anual proyectado en Chile continental sobre la distribución y presencia de especies de fauna terrestre nativa y endémica.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** Índice de **0,1016**, calificado como **Baja**.
    - **Nivel de Intervención:** Índice de **0,0233**, calificado como **Muy Baja** (grado de pérdida histórica de vegetación natural en los últimos 30 años).
    - **Vulnerabilidad:** Índice de **0,0410**, clasificado como **Muy Baja** (amplitud de nicho y margen de tolerancia climática de especies locales).
    - **Riesgo:** Índice de **0,0737**, calificado como **Muy Bajo**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** La fauna vertebrada e invertebrada del desierto de Atacama en este sector presenta adaptaciones a la extrema aridez. El proyecto no restringe fuentes hídricas ni remueve cuerpos de agua superficiales. Al sumarse a un nivel de riesgo climático intrínseco muy bajo, se **descarta cualquier sinergia negativa** sobre este componente.

G. Pérdida de fauna por cambios de temperatura

- **Descripción de la cadena:** Evalúa la alteración del nicho térmico de las especies animales nativas debido al alza paulatina de las temperaturas medias anuales proyectadas.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** Índice de **0,5924**, calificado como **Moderada**.
    - **Exposición:** Índice de **0,0233**, calificado como **Muy Baja**.
    - **Sensibilidad:** Índice de **0,0222**, calificado como **Muy Baja**.
    - **Capacidad Adaptativa:** Índice de **0** (medido como porcentaje de superficie comunal bajo áreas protegidas).
    - **Riesgo:** Índice de **0,3541**, clasificado como **Moderado**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** Pese a que el riesgo comunal es Moderado por la amenaza de aumento térmico, el área de influencia del proyecto presenta densidades de fauna sumamente reducidas y representativas de hábitats abiertos sin singularidad ecológica. Las partes y obras no fragmentan corredores biológicos ni destruyen refugios reproductivos críticos, descartándose una amplificación de la vulnerabilidad de las poblaciones animales silvestres (descarte de Art. 6 RSEIA).

H. Pérdida de flora por cambios de precipitaciones

- **Descripción de la cadena:** Proyecta la pérdida de distribución potencial de especies vegetales nativas frente a la variación en los regímenes pluviométricos futuros.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** Índice de **0,1016**, calificado como **Muy Baja**.
    - **Nivel de Intervención:** Índice de **0,0233**, calificado como **Muy Baja**.
    - **Vulnerabilidad:** Índice de **0,3872**, calificado como **Baja**.
    - **Riesgo:** Índice de **0,4139**, clasificado en nivel **Moderado**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** Si bien la condición de riesgo comunal es Moderada, las prospecciones de terreno en el área del proyecto evidencian que el emplazamiento corresponde a una matriz desértica desprovista de formaciones vegetacionales continuas, bosque nativo o especies clasificadas en categorías de

amenaza. La intervención superficial se limita a escarpes puntuales sobre suelo descubierto o con escasos individuos herbáceos de baja cobertura, por lo que **no se genera pérdida de resiliencia ecosistémica ni sinergias negativas** sobre la flora.

I. Pérdida de flora por cambios de temperatura

- **Descripción de la cadena:** Analiza la contracción del nicho térmico de las comunidades vegetales ante incrementos en la temperatura media anual.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
  - **Amenaza:** Índice de **0,5924**, calificado como **Moderada**.
  - **Grado de Intervención:** Índice de **0,0233**, calificado como **Muy Baja**.
  - **Vulnerabilidad:** Índice de **0,0017**, calificado como **Muy Baja**.
  - **Riesgo:** Índice de **0,0316**, clasificado en nivel **Muy Bajo**.
- **Análisis de interacción y sinergia con el proyecto:** El nivel de riesgo proyectado es Muy Bajo. Sumado a la escasa presencia de individuos vegetales en el área y la naturaleza de las obras, se concluye la **inexistencia de sinergias negativas** entre el proyecto y la evolución del componente vegetal por factores térmicos.

2.18.4.1.2.3. Sector energía eléctrica

En este sector se identifican **4 cadenas de impacto** aplicables en la comuna:

J. Impactos de disminución del recurso hídrico

- **Descripción de la cadena:** Modela el riesgo de incremento en los costos marginales y sobrecostos del sistema eléctrico debido a la menor disponibilidad hídrica para generación hidroeléctrica en las principales centrales del país por efectos del cambio climático. El índice toma valores mayores en comunas con alta concentración de demanda que requieren compensar la oferta mediante fuentes de despacho más onerosas.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
  - **Amenaza:** S/I en valor numérico directo (representa la disminución porcentual relativa de energía hidroeléctrica a nivel nacional en escenario RCP8.5).
  - **Exposición:** Índice de **0**, calificado como **Muy Bajo** (participación de la demanda de subestaciones comunales en el consumo eléctrico nacional).
  - **Sensibilidad:** Índice de **0,085**, calificado como **Muy Bajo**.
  - **Capacidad Adaptativa:** Índice de **0** (penetración de generación distribuida comunal frente al consumo anual).
  - **Riesgo:** Índice de **0,071**, clasificado como **Muy Bajo**.
- **Análisis de interacción y pertinencia:** Corresponde a una modelación económica de costos marginales del SEN. El presente Proyecto consiste en una infraestructura lineal de transmisión (LAT 2x220 kV) destinada al transporte de energía y no involucra captación, almacenamiento ni generación hidroeléctrica, así como tampoco extracción de aguas superficiales o subterráneas de la cuenca. Por tanto, la cadena no se relaciona con impactos sobre objetos de protección ambiental, descartándose la generación de sinergias negativas.

K. Impacto de aumento de temperatura sobre líneas de transmisión

- **Descripción de la cadena:** Mide los impactos sistémicos y las variaciones de costos en la red asociados a restricciones de flujo y reducción de la capacidad máxima de transporte de corriente (*ampacidad*) en las líneas de transmisión al incrementarse los días con temperaturas superiores a 30 °C.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** Índice de **0,399**, calificado como **Moderada** (incremento de días con temperaturas >30 °C entre período histórico y futuro en las líneas que abastecen la comuna).
    - **Exposición:** Índice de **0**, calificado como **Muy Bajo**.
    - **Sensibilidad:** Índice de **0,12**, clasificado en **Sin Cambio**.
    - **Riesgo:** Índice de **0**, clasificado formalmente en categoría **Sin Cambio**.
- **Análisis de interacción y pertinencia:** Si bien el riesgo comunal modelado en ARClim es calificado como *Sin Cambio*, esta variable se homologa directamente como un criterio técnico de resiliencia del diseño de ingeniería para las obras permanentes del Proyecto (Línea de Transmisión 2x220 kV). En dicho marco, las especificaciones térmicas de los conductores de fase, las tensiones mecánicas de tendido y las alturas de seguridad respecto del terreno son calculadas considerando el incremento proyectado de temperaturas extremas en la zona (amparadas en la normativa NSEG 5 E.n. 71 y estándares del Coordinador Eléctrico Nacional), garantizando que la dilatación por efecto Joule no genere riesgos operativos, contingencias estructurales ni afectación al suelo superficial.

L. Impacto del cambio en radiación solar

- **Descripción de la cadena:** Cuantifica la variación de los costos marginales del sistema eléctrico asociada a alteraciones en los niveles medios de radiación solar percibida por los parques solares del país y la necesidad de sustituir generación.
- **Parámetros del modelo (ARClim):**
    - **Amenaza:** S/I en valor relativo comunal.
    - **Exposición:** Índice de **0**, calificado como **Muy Bajo**.
    - **Sensibilidad:** Índice de **0,734**, calificado como **Leve Aumento**.
    - **Riesgo:** Índice de **0,607**, clasificado en la categoría de **Leve Aumento**.
- **Análisis de interacción y pertinencia:** El índice modela la sustitución de generación solar fotovoltaica a escala de la red eléctrica nacional. Para el caso particular de la Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal 2x220 kV, el Proyecto actúa como infraestructura de transporte y evacuación de energía renovable, por lo que la variación en los patrones de radiación solar no impone sobre exigencias mecánicas ni genera perturbaciones sobre la línea ni sobre los objetos de protección ambiental circundantes. Por el contrario, la habilitación de este sistema de transporte favorece la inyección eficiente de energía limpia al SEN, colaborando con los objetivos de resiliencia y mitigación de emisiones del sector energético.

En términos de severidad, se constató un nivel de riesgo **Alto** únicamente para la cadena de *aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor* (índice 0,1502), mientras que se determinó un nivel de riesgo **Moderado** en dos cadenas del sector biodiversidad: *pérdida*

de flora por cambios de precipitación (índice 0,4139) y *pérdida de fauna por cambios de temperatura* (índice 0,3541). Por su parte, las cadenas relativas a *impacto del cambio en radiación solar* (índice 0,607) y *efecto olas de calor en salud humana* (índice 0,2852) exhiben un **Leve Aumento**, contrastando con la *seguridad hídrica doméstica rural* (índice 0,0405) que proyecta una **Leve Disminución** de impactos.

Finalmente, las restantes cadenas se categorizan con niveles de riesgo **Bajo** a **Muy Bajo** (tales como la *mortalidad prematura por calor* con 0,0143 muertes o la *pérdida de fauna por cambios de precipitación* con un índice de 0,0737), o bien en condición **Sin Cambio**, como ocurre con el *impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión* y la *disminución del recurso eólico*; configurando así un escenario comunal donde las mayores presiones climáticas se concentran en el estrés térmico sobre la salud y la vulnerabilidad de la biota nativa frente a los regímenes de temperatura y precipitación.

Tabla 2. Síntesis de índices de riesgo climático comunal (ARClim) para María Elena.

N°	Cadena de Impacto	Índice	Nivel de Riesgo
1	Aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor	*0,1502*	Alto
2	Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura	*0,7 muertes*	Bajo
3	Mortalidad prematura por calor	*0,0143 muertes*	Muy Bajo
4	Efecto de olas de calor en salud humana	*0,2852*	Leve Aumento
5	Seguridad hídrica doméstica rural	*0,0405*	Leve Disminución
6	Pérdida de fauna por cambios de precipitación	*0,0737*	Muy Bajo
7	Pérdida de fauna por cambios de temperatura	*0,3541*	Moderado
8	Pérdida de flora por cambios de precipitación	*0,4139*	Moderado
9	Pérdida de flora por cambios de temperatura	*0,0316*	Muy Bajo
10	Impactos de disminución del recurso hídrico	*0,071*	Muy Bajo
11	Impacto de aumento de temperatura sobre líneas de transmisión	*0*	Sin Cambio
12	Impacto de disminución del recurso eólico	*0,024*	Sin Cambio
13	Impacto del cambio en radiación solar	*0,607*	Leve Aumento

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

2.18.4.1.3. Análisis de amenazas climáticas en el área de emplazamiento (continuación de caracterización climática)

Tal como se estipula en la «Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA» (Tercera Edición, SEA 2024), a continuación, se profundiza en las amenazas climáticas a las que se encuentra expuesto el trazado lineal del Proyecto en la comuna de María Elena. Los datos extraídos de la plataforma oficial ARClim se presentan diferenciados para los semestres de invierno (abril a septiembre) y verano (octubre a marzo).

Complementariamente, para caracterizar el clima local a lo largo del corredor de servidumbre de la línea de transmisión (2x220 kV), se analizaron los cuadrantes ráster de 5×5 km de ARClim que interceptan las obras permanentes y temporales, evaluando las siguientes variables: (i) Temperatura media; (ii) Temperatura día más cálido; (iii) Temperatura día más frío; (iv) Olas de calor >25 °C; (v) Días calurosos; (vi) Noches cálidas; (vii) Precipitación máxima diaria; (viii) Días de precipitación intensa; (ix) Días secos consecutivos; (x) Viento medio; (xi) Humedad relativa media diaria; (xii) Insolación solar diaria; y (xiii) Presión atmosférica media.

2.18.4.1.3.1. Temperatura

Se analizaron las variables de temperatura media (°C), temperatura del día más cálido (°C) y temperatura del día más frío (°C), contrastando los registros históricos (1980–2010) frente a las proyecciones futuras (2035–2065) de ARClim bajo el escenario RCP8.5 / SSP5-8.5.

Temperatura media

- **Invierno:** Histórica de 14,47 °C; proyectada futura de 16,60 °C; variación absoluta de +2,13 °C (+14,72%).
- **Verano:** Histórica de 17,34 °C; proyectada futura de 19,40 °C; variación absoluta de +2,05 °C (+11,88%).

Tabla 3. Valores de temperatura media y variación porcentual invierno (Comuna De María Elena).

Comuna	T° media histórica (°C)	T° media futura (°C)	Δ T° media (°C)	% T° media
María Elena	14,47	16,6	2,13	14,72%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 3. Valores de temperatura media y variación porcentual invierno (María Elena).

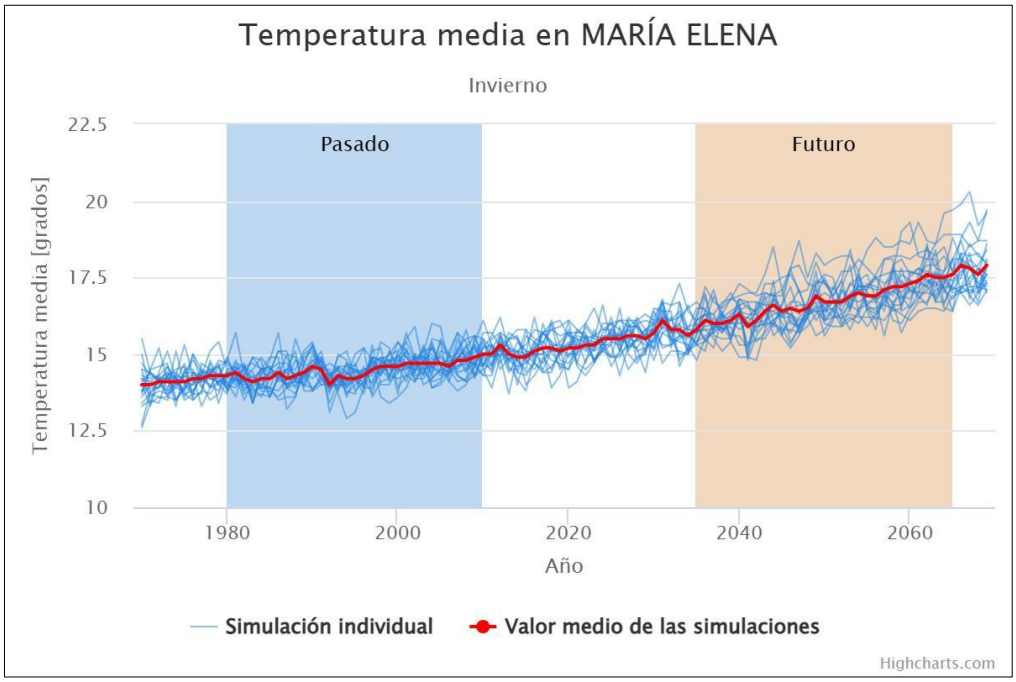


Tabla 4. Valores de Temperatura media y variación porcentual verano (Comuna De María Elena).

Comuna	T° media histórica (°C)	T° media futura (°C)	Δ T° media (°C)	% T° media
María Elena	17,34	19,4	2,05	11,88%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Temperatura del día más cálido

- **Invierno:** Histórica de 29,27 °C; futura de 31,57 °C; incremento de +2,35 °C (+7,85%).
- **Verano:** Histórica de 30,54 °C; futura de 32,96 °C; incremento de +2,22 °C (+7,92%).

Tabla 5. Valores de temperatura del día más cálido y variación porcentual verano.

Comuna	T° día más cálido histórica (°C)	T° día más cálido futura (°C)	Δ T° día más cálido (°C)	% T° día más cálido
María Elena	30,54	32,96	2,22	7,92%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 4. Serie de tiempo: temperatura día más cálido verano en María Elena.

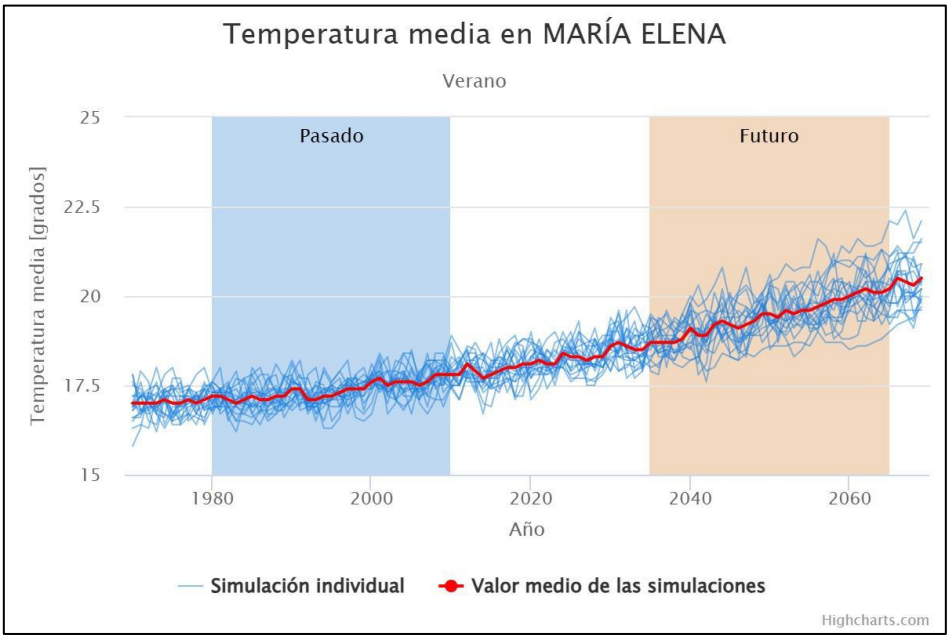
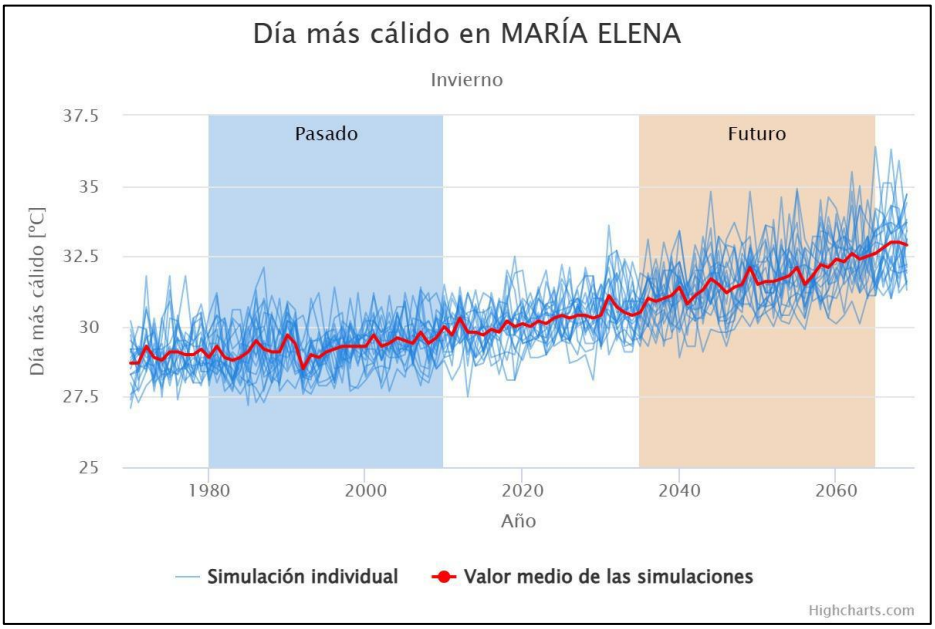


Tabla 6. Valores de temperatura del día más cálido y variación porcentual verano.

Comuna	T° día más cálido histórica (°C)	T° día más cálido futura (°C)	Δ T° día más cálido (°C)	% T° día más cálido
María Elena	29,27	31,57	2,35	7,85%

Figura 5. Serie de tiempo: temperatura día más cálido verano en María Elena.



Temperatura del día más frío

- **Invierno:** Histórica de 17,42 °C; futura de 19,74 °C; incremento de +2,34 °C (+13,31%).
- **Verano:** Histórica de 23,86 °C; futura de 26,14 °C; incremento de +2,19 °C (+9,55%).

Tabla 7. Valores de temperatura del día más frío y variación porcentual invierno.

Comuna	T° día más frío histórica (°C)	T° día más frío futura (°C)	Δ T° día más frío (°C)	% T° día más frío
María Elena	17,42	19,74	2,34	13,31%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 6. Serie de tiempo: temperatura día más frío invierno en María Elena.

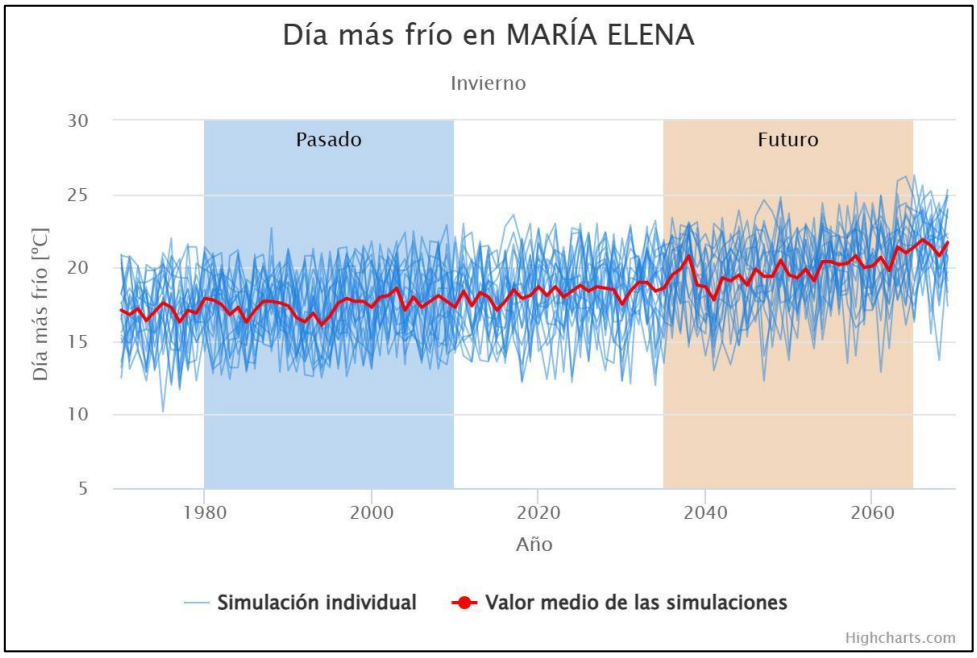
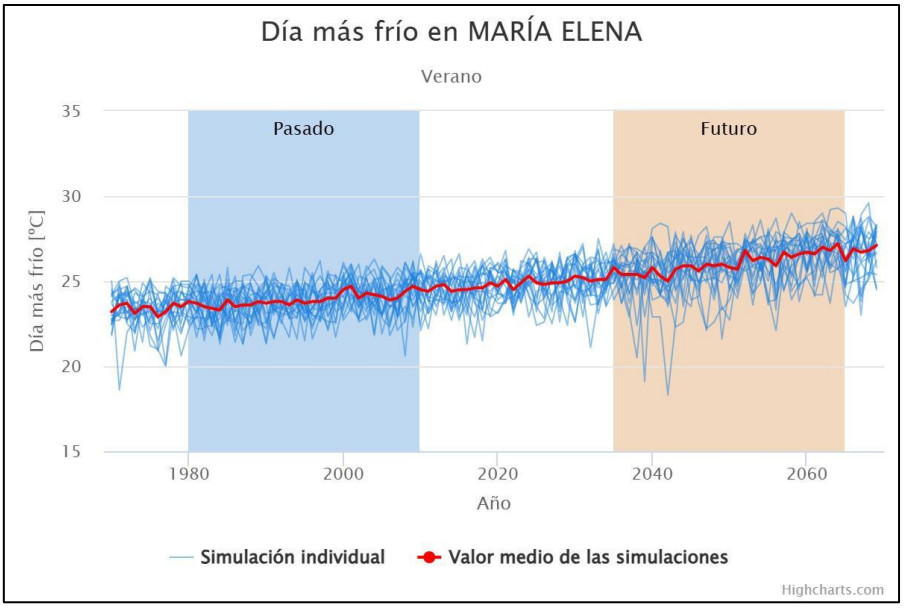


Tabla 8. Valores De Temperatura Del Día Más Frío Y Variación Porcentual Verano.

Comuna	T° día más frío histórica (°C)	T° día más frío futura (°C)	Δ T° día más frío (°C)	% T° día más frío
María Elena	23,86	26,14	2,19	9,55%

Figura 7. Serie de tiempo: temperatura día más frío verano en María Elena.



De las tendencias modeladas se concluye un incremento generalizado en las métricas térmicas (aumento medio de más de 2 °C). Para la infraestructura de transmisión eléctrica, este factor es determinante en el dimensionamiento de los conductores de fase (efecto Joule y ampacidad), evitando distensiones excesivas en las catenarias de la línea 2x220 kV.

6.1.1.1.1.1. Precipitaciones

Se analizaron las variables de precipitación acumulada (mm) y precipitación máxima diaria (mm/día) bajo el escenario SSP5-8.5.

Tabla 9. Valores de precipitación acumulada y variación porcentual invierno.

Comuna	Precipitación acumulada histórica (mm)	Precipitación acumulada futura (mm)	Δ Precipitación acumulada (mm)	% Precipitación acumulada
María Elena	3,6	4,33	0,73	20,27%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 8. Serie de tiempo: Precipitación acumulada invierno en María Elena.

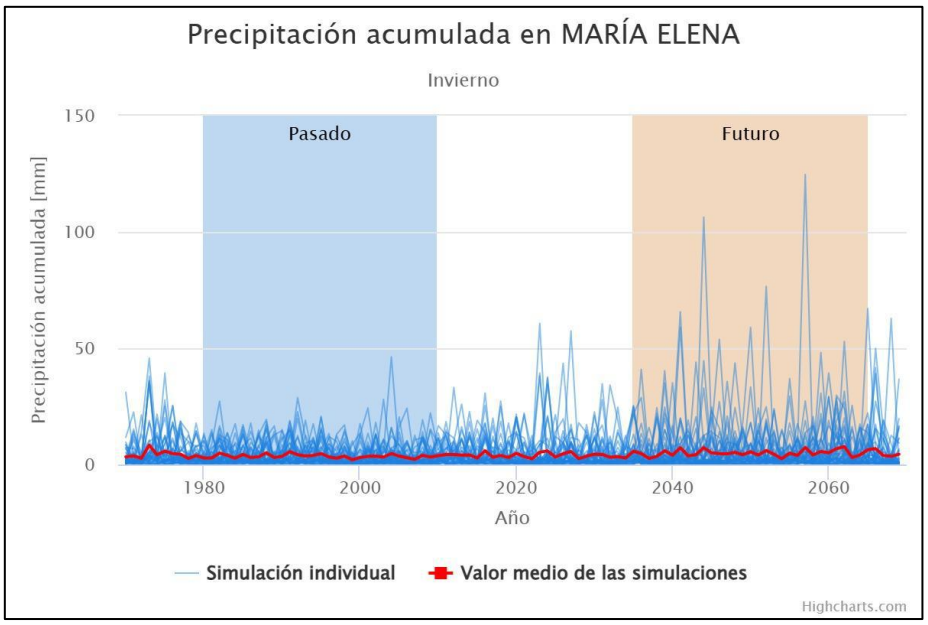


Tabla 10. Valores de precipitación acumulada y variación porcentual verano.

Comuna	Precipitación acumulada histórica (mm)	Precipitación acumulada futura (mm)	Δ Precipitación acumulada (mm)	% Precipitación acumulada
María Elena	3,12	2,9	-0,22	-7,16%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 9. Serie de tiempo: precipitación acumulada verano en María Elena.

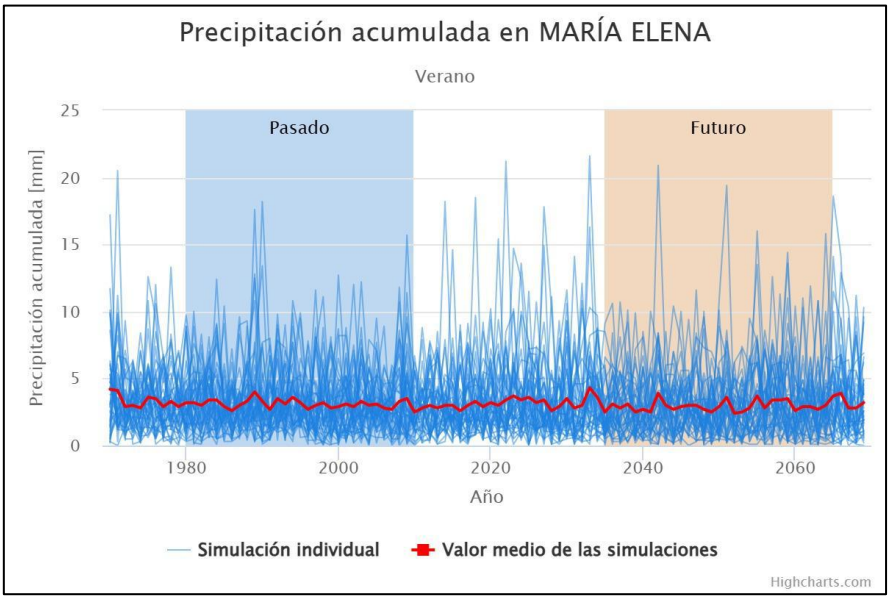


Tabla 11. Valores de precipitación máxima diaria y variación porcentual invierno.

Comuna	Precipitación máx. diaria histórica (mm)	Precipitación máx. diaria futura (mm)	Δ Precipitación máx. diaria (mm)	% Precipitación máx. diaria
María Elena	2,15	2,73	0,58	26,97%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA).

Figura 10. Serie de tiempo: Precipitación máxima diaria invierno en María Elena.

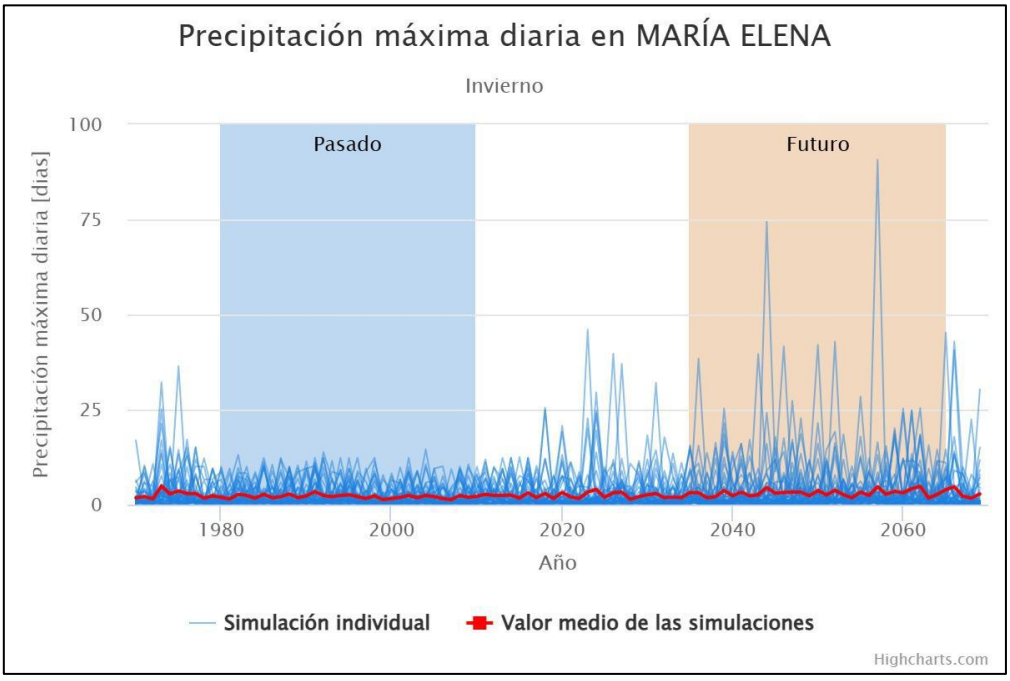
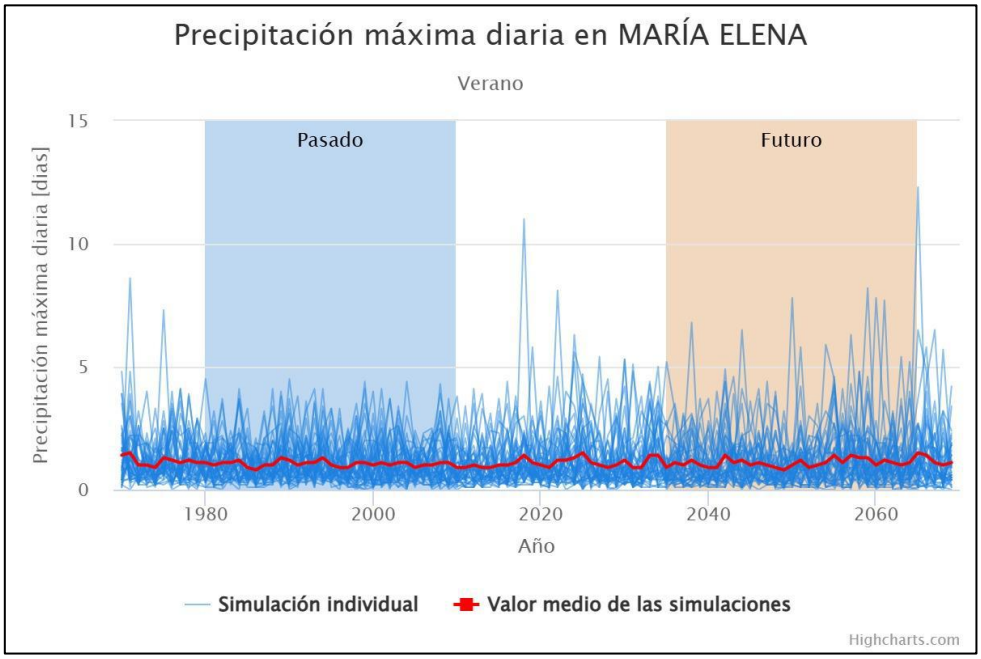


Tabla 12. Valores de precipitación máxima diaria y variación porcentual verano.

Comuna	Precipitación máx. diaria histórica (mm)	Precipitación máx. diaria futura (mm)	Δ Precipitación máx. diaria (mm)	% Precipitación máx. diaria
María Elena	1,06	1,06	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 11. Serie de tiempo: Precipitación máxima diaria verano en María Elena.



En términos hidrológicos, aunque los valores absolutos reflejan la extrema aridez de la depresión intermedia (volúmenes inferiores a 5 mm/año), el incremento de 26,97% en la precipitación máxima diaria invernal evidencia una tendencia hacia eventos convectivos más concentrados. Ello fundamenta la necesidad de emplazar las fundaciones de las torres fuera de cauces activos y prever defensas contra escorrentías aluvionales superficiales.

2.18.4.1.3.2. Viento

Tabla 13. Valores de viento medio y variación porcentual invierno.

Comuna	Viento medio histórico (m/s)	Viento medio futuro (m/s)	Δ Viento medio (m/s)	% Viento medio
María Elena	3,79	3,79	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 12. Serie de tiempo: Viento medio invierno en María Elena.

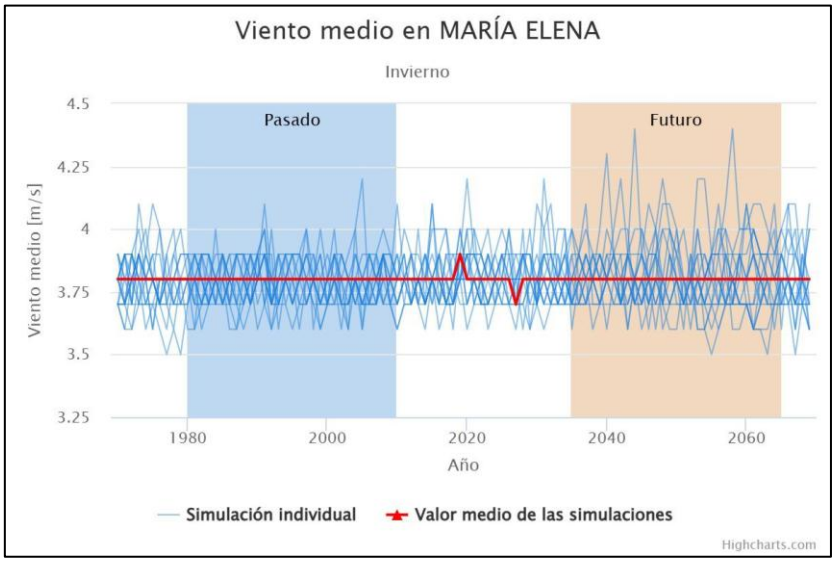
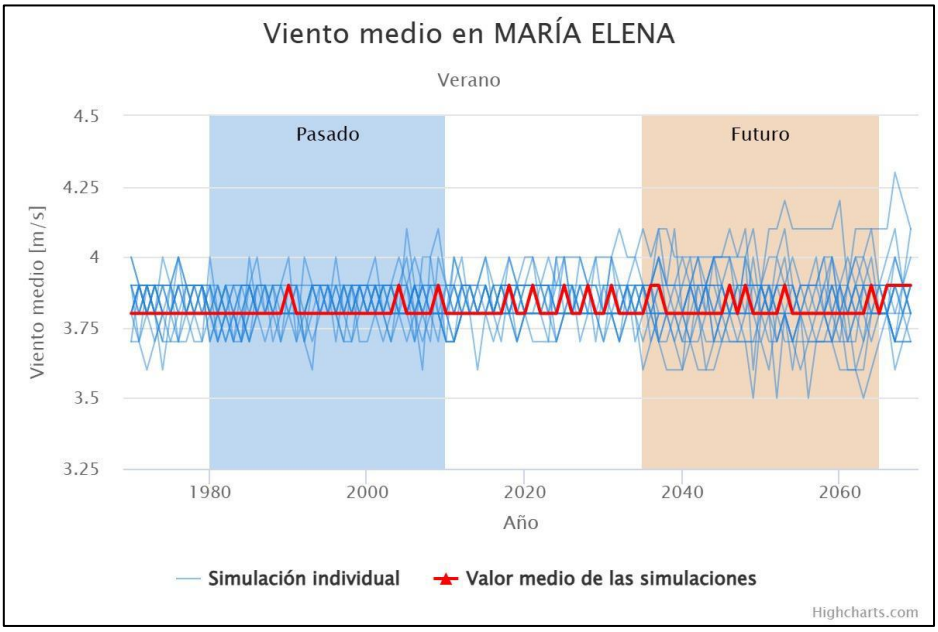


Tabla 14. Valores de viento medio y variación porcentual verano.

Comuna	Viento medio histórico (m/s)	Viento medio futuro (m/s)	Δ Viento medio (m/s)	% Viento medio
María Elena	3,82	3,83	0,01	0,26%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 13. Serie de tiempo: Viento medio verano en María Elena.



Los resultados muestran que la velocidad media del viento no sufre alteraciones significativas a escala histórica y proyectada (variación de 0% en invierno y 0,26% en verano). No obstante, el cálculo mecánico de las estructuras reticuladas y conductores de la línea 2x220 kV incorpora los coeficientes de ráfagas máximas según la norma técnica chilena de instalaciones eléctricas (NSEG 5 E.n. 71).

2.18.4.1.3.3. Humedad relativa

Tabla 15. Valores de humedad relativa media diaria y variación porcentual invierno.

Comuna	Humedad relativa histórica (%)	Humedad relativa futura (%)	Variación porcentual (%)
María Elena	32,09%	27,98%	-12,81%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 14. Serie de tiempo: Humedad relativa invierno en María Elena.

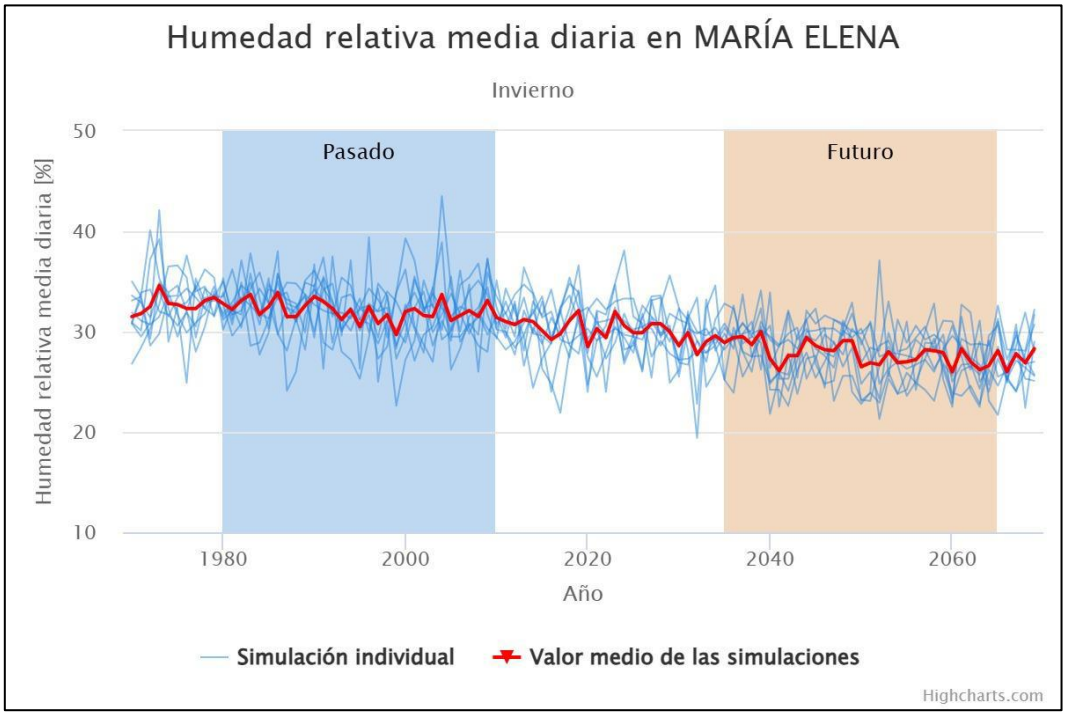
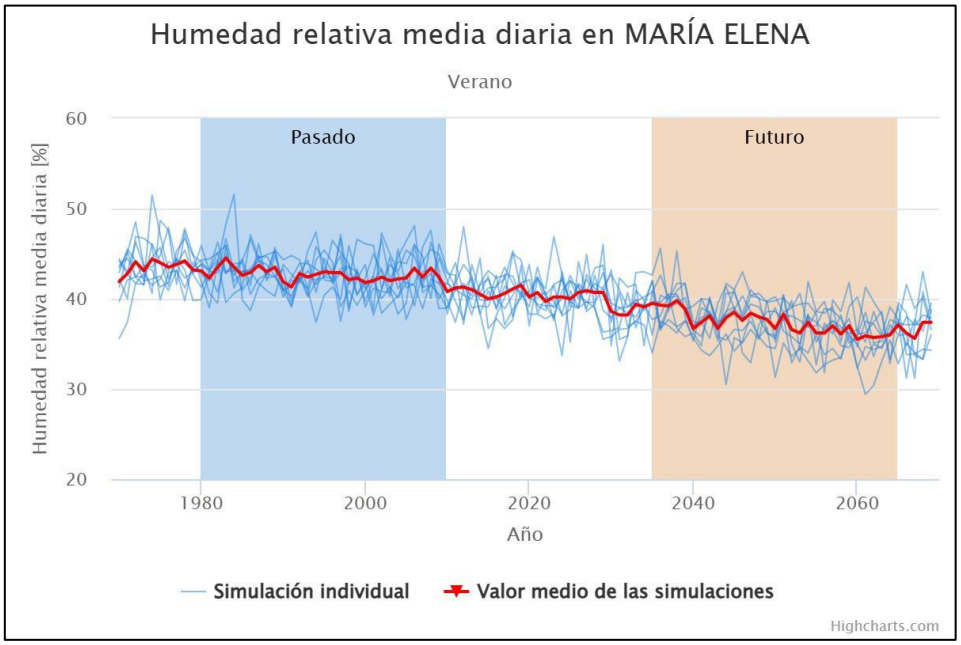


Tabla 16. Valores de humedad relativa media diaria y variación porcentual verano.

Comuna	Humedad relativa histórica (%)	Humedad relativa futura (%)	Variación porcentual (%)
María Elena	42,73%	37,66%	-11,86%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 15. Serie de tiempo: Humedad relativa verano en María Elena.



Se proyecta una reducción sostenida de la humedad atmosférica en torno al 12% en ambas estaciones, consolidando la tendencia hacia una atmósfera más seca que favorece el aislamiento dieléctrico del aire pero que acentúa las condiciones de aridez del suelo superficial.

2.18.4.1.3.4. Insolación solar diaria y presión atmosférica

Tabla 17. Valores de insolación solar diaria y variación porcentual invierno.

Comuna	Insolación histórica (W/m²)	Insolación futura (W/m²)	Δ Insolación (W/m²)	% Insolación
María Elena	236,78	235,13	-1,65	-0,70%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 16. Serie de tiempo: Insolación solar diaria invierno en María Elena.

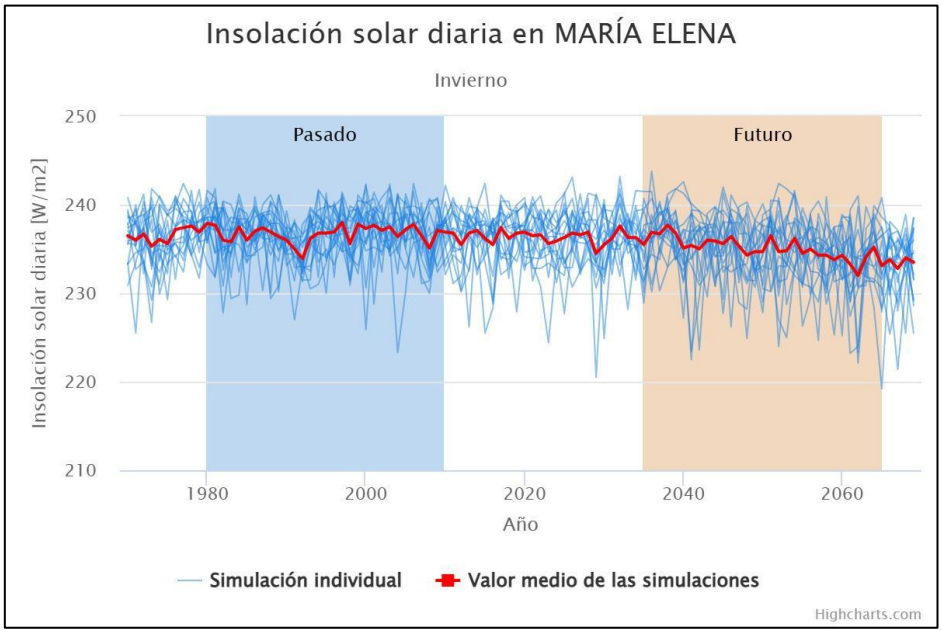


Tabla 18. Valores de insolación solar diaria y variación porcentual verano.

Comuna	Insolación histórica (W/m²)	Insolación futura (W/m²)	Δ Insolación (W/m²)	% Insolación
María Elena	346,82	351,38	4,56	1,31%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA

Figura 17. Serie de tiempo: Insolación solar diaria verano en María Elena.

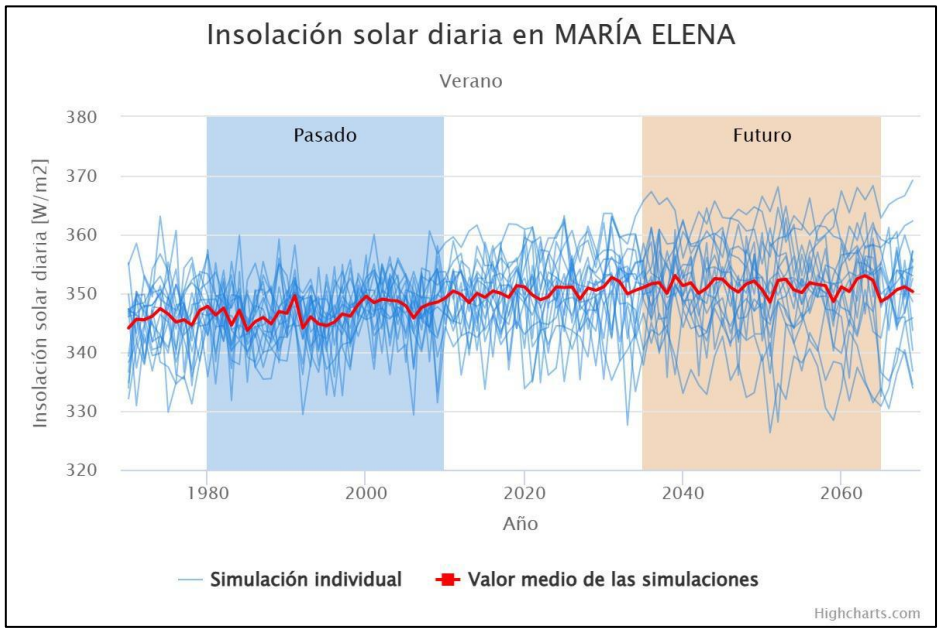


Tabla 19. Valores de presión atmosférica media y variación porcentual invierno.

Comuna	Presión histórica (hPa)	Presión futura (hPa)	Δ Presión (hPa)	% Presión
María Elena	843,98	844,56	0,58	0,07%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 18. Serie de tiempo: Presión atmosférica invierno en María Elena.

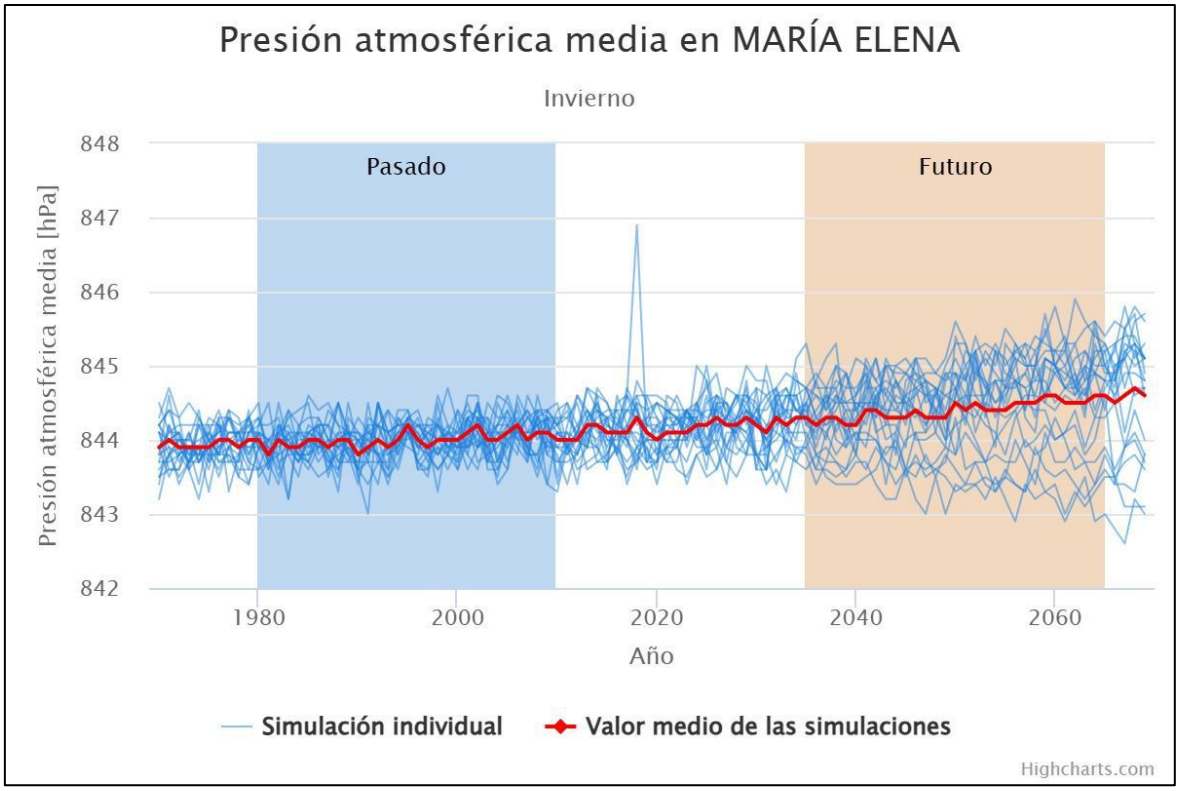
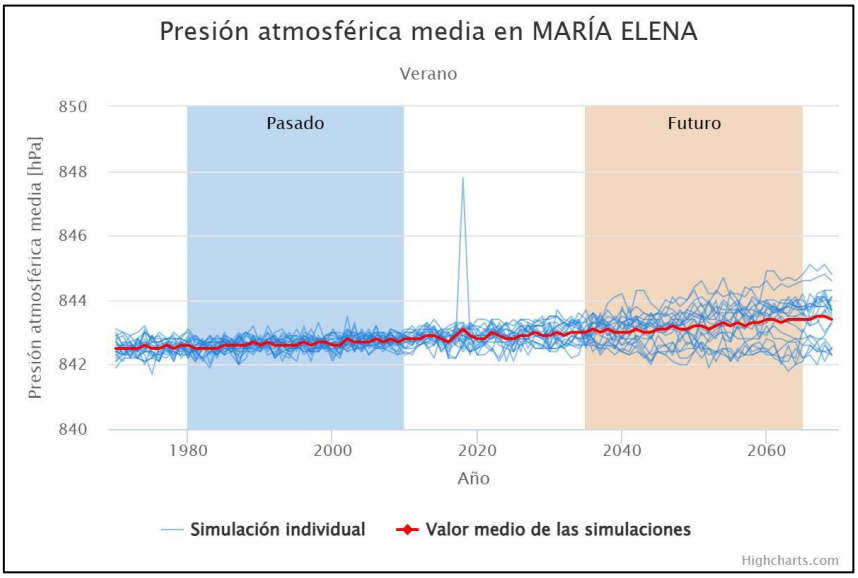


Tabla 20. Valores de presión atmosférica media y variación porcentual verano.

Comuna	Presión histórica (hPa)	Presión futura (hPa)	Δ Presión (hPa)	% Presión
María Elena	842,64	843,27	0,63	0,07%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 19. Serie de tiempo: Presión atmosférica verano en María Elena.



La insolación y la presión atmosférica media exhiben variaciones prácticamente marginales (<1,5% y <0,08%, respectivamente), descartándose como amenazas climáticas activas para las obras del Proyecto.

2.18.4.1.3.5. Síntesis de evolución climática comunal y local (Grilla 5×5 km)

En la Tabla 21 se resume la proyección de los elementos meteorológicos comunales para María Elena, mientras que la Tabla 22 sintetiza el modelamiento a escala de cuadrante ráster local sobre el corredor de la línea eléctrica.

Tabla 21. Evolución De Los Elementos Del Clima Comunal (María Elena) Bajo Escenario SSP5-8.5.

Amenaza Climática Comunal	Invierno Histórico	Invierno Futuro	Δ Absoluto	Δ Porcentual	Verano Histórico	Verano Futuro	Δ Absoluto	Δ Porcentual
Temperatura media (°C)	14,47	16,6	2,13	14,72%	17,34	19,4	2,05	11,88%
Temperatura día más cálido (°C)	29,27	31,57	2,35	7,85%	30,54	32,96	2,22	7,92%
Temperatura día más frío (°C)	17,42	19,74	2,34	13,31%	23,86	26,14	2,19	9,55%
Precipitación acumulada (mm)	3,6	4,33	0,73	20,27%	3,12	2,9	-0,22	-7,16%
Precipitación máx. diaria (mm)	2,15	2,73	0,58	26,97%	1,06	1,06	0	0,00%
Viento medio (m/s)	3,79	3,79	0	0,00%	3,82	3,83	0,01	0,26%
Humedad relativa media (%)	32,09	27,98	-4,11	-12,81%	42,73	37,66	-5,07	-11,86%
Insolación diaria (W/m²)	236,78	235,13	-1,65	-0,70%	346,82	351,38	4,56	1,31%
Presión atmosférica (hPa)	843,98	844,56	0,58	0,07%	842,64	843,27	0,63	0,07%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en ARClim MMA.

Figura 20. Cuadrantes de la Grilla ARClim 5×5 km sobre el trazado de la Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal.

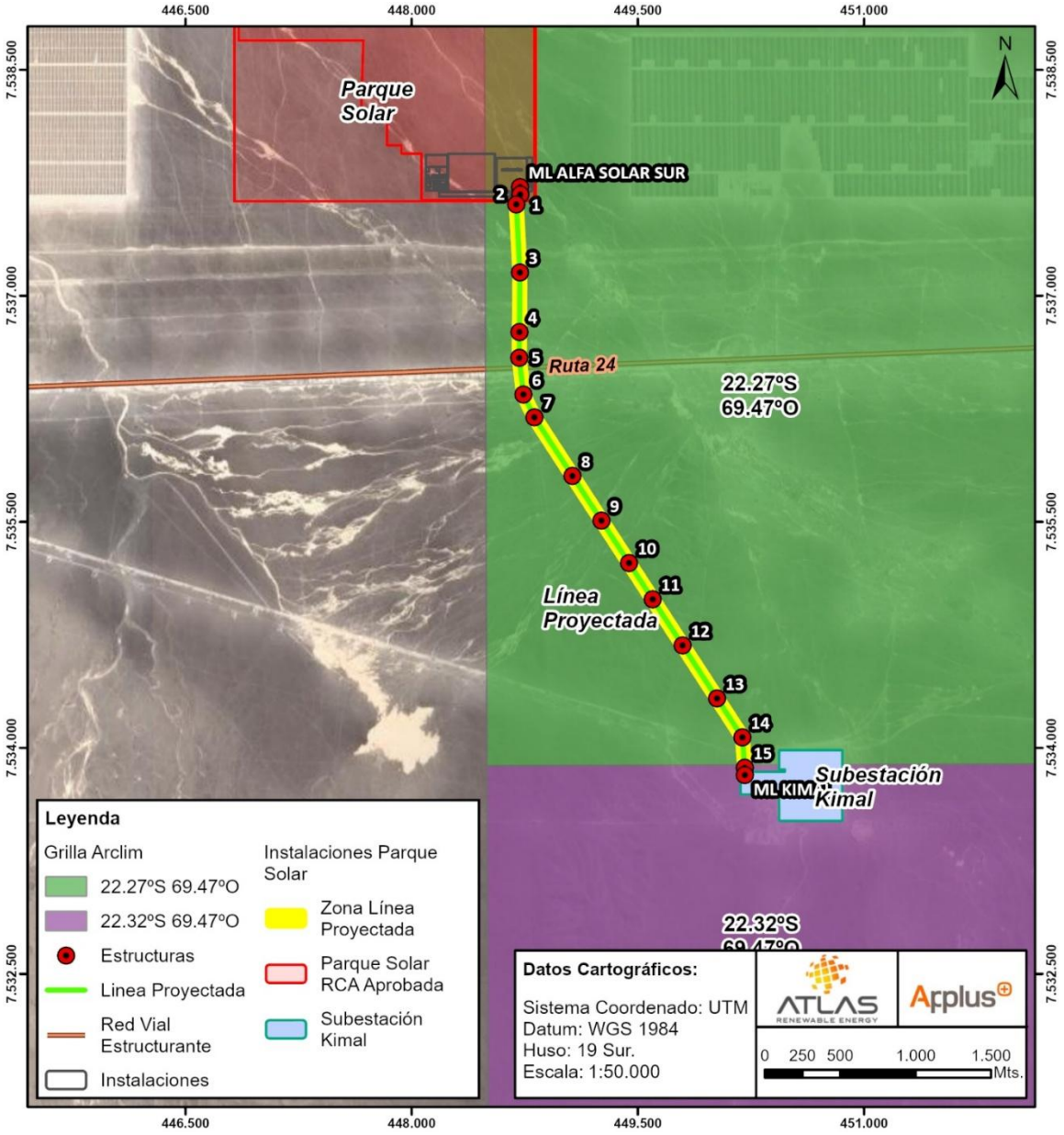


Tabla 22. Evolución de elementos climáticos locales (Grilla 5×5 km corredor LAT 2x220 kV).

Amenaza Climática Local	Semestre Invierno (Hist. → Fut.)	Variación (%)	Semestre Verano (Hist. → Fut.)	Variación (%)
Temperatura media (°C)	17,19 → 19,31 °C (+2,13 °C)	12,38%	20,50 → 22,58 °C (+2,08 °C)	10,13%
Temperatura día más cálido (°C)	34,81 → 37,11 °C (+2,44 °C)	6,99%	35,92 → 38,05 °C (+2,22 °C)	6,18%
Temperatura día más frío (°C)	22,48 → 24,78 °C (+2,38 °C)	10,58%	28,85 → 31,15 °C (+2,22 °C)	7,69%
Olas de calor >25 °C (días)	177,01 → 180,38 d (+3,47 d)	1,96%	182,00 → 182,00 d (0,0 d)	0,00%

Amenaza Climática Local	Semestre Invierno (Hist. → Fut.)	Variación (%)	Semestre Verano (Hist. → Fut.)	Variación (%)
Días calurosos (días)	112,49 → 166,51 d (+54,29 d)	48,26%	178,78 → 181,63 d (+2,79 d)	1,56%
Noches cálidas (días)	18,25 → 110,61 d (+92,40 d)	506,16%	18,68 → 119,70 d (+100,92 d)	540,27%
Precipitación máx. diaria (mm/día)	1,87 → 2,28 mm (+0,41 mm)	21,62%	0,40 → 0,43 mm (+0,03 mm)	6,27%
Días de precipitación intensa (días)	0,046 → 0,067 d (+0,021 d)	45,44%	0,00 → 0,00 d (0,0 d)	0,00%
Días secos consecutivos (días)	577,54 → 617,10 d (+39,55 d)	6,85%	658,90 → 673,73 d (+14,82 d)	2,25%
Viento medio (m/s)	3,28 → 3,28 m/s (-0,06 m/s)	-1,80%	3,12 → 3,12 m/s (+0,12 m/s)	3,79%
Humedad relativa media diaria (%)	29,53% → 25,53% (-13,55%)	-45,87%	38,16% → 33,55% (-12,08%)	-31,65%
Insolación solar diaria (W/m²)	233,31 → 231,38 W/m²	-0,61%	344,02 → 348,35 W/m²	1,40%
Presión atmosférica media (hPa)	879,07 → 879,69 hPa	0,07%	877,54 → 878,16 hPa	0,07%

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en grilla 5×5 km ARClim MMA.

Los datos locales confirman que el trazado de la línea eléctrica enfrentará mayor calor acumulado (aumento sustantivo de días y noches cálidas), reducción de la humedad y eventos esporádicos, pero más concentrados de lluvia, condicionando las medidas de diseño estructural y seguridad ocupacional del personal de construcción y mantenimiento.

2.18.4.2. Paso 2: Descripción general de los objetos de protección ambiental receptores de impactos

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 12 bis, artículo 18 literal d) y artículo 19 literal a.3) del D.S. N° 40/2012 (Reglamento del SEIA), y siguiendo las directrices de la «Guía para la delimitación y descripción de las áreas de influencia en el SEIA» (SEA, Segunda Edición) y de la «Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA» (SEA, Tercera Edición, 2024), en este acápite se efectúa la descripción general de los componentes del medio ambiente y los Objetos de Protección (OP) susceptibles de interactuar con las partes, obras y acciones del Proyecto y con las tendencias climáticas proyectadas.

En este contexto, la citada guía de áreas de influencia establece una distinción conceptual imperativa: atributos como el clima, la meteorología, la geología y las áreas de riesgo por fenómenos naturales no constituyen Objetos de Protección sobre los cuales se deba predecir y evaluar impactos ambientales directos o indirectos. Por el contrario, corresponden a factores explicativos o atributos del medio biofísico esenciales para contextualizar la condición de amenaza climática, modelar el comportamiento territorial y alimentar tanto el análisis de interacción biofísica como los planes de prevención de contingencias (Paso 8). Por consiguiente, los únicos Objetos de Protección sobre los cuales recae la predicción de impactos y el descarte

de sinergias climáticas corresponden a aquellos tutelados expresamente en el artículo 11 de la Ley N° 19.300 y en los artículos 5 al 10 del Reglamento del SEIA.

A continuación, en la Tabla 23 se caracterizan los componentes ambientales y Objetos de Protección identificados en el área de emplazamiento de la Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal 2x220 kV, detallando su condición basal y su posible evolución sin proyecto bajo las proyecciones más desfavorables del cambio climático (escenario SSP5-8.5 / RCP8.5).

Tabla 23. Objetos de protección y componentes ambientales en el área de emplazamiento de la LAT 2x220 kV.

Componente Ambiental	Clasificación Conceptual (SEIA)	Objeto de Protección (OP) / Atributo Relevante	Justificación de Evolución sin Proyecto bajo Cambio Climático (Escenario más Desfavorable)
Atmósfera / Clima	Factor explicativo del medio físico *(No constituye OP según Guía AI SEA)*	Clima y Meteorología *(Atributo físico)*	Se proyecta un alza térmica de +2,13 °C en invierno y +2,05 °C en verano, acompañada de una reducción en la humedad relativa media diaria (del orden de -12% a -45%) y un incremento de más de 500% en noches cálidas. Si bien no se evalúan impactos directos sobre el clima, esta evolución condiciona el estrés térmico sobre la biota y el medio humano
Litósfera / Riesgos	Atributo territorial y área de riesgo *(No constituye OP según Guía AI SEA)*	Geología, Geomorfología y Riesgos Naturales *(Atributo físico / Amenaza)*	La morfología de pampa aluvial y paleocauces áridos experimentará un incremento proyectado de 21,62% en la precipitación máxima diaria concentrada durante el invierno. Esto incrementa la susceptibilidad de activación esporádica de escorrentías aluvionales superficiales en quebradas secas. No constituye OP evaluable, pero define los criterios de emplazamiento y el diseño del Plan de Contingencias (Paso 8)
Suelo	Objeto de Protección (OP) *(Art. 6 RSEIA)*	Recurso Suelo: Estabilidad física y pérdida superficial *(OP)*	Suelos aridisoles y entisoles esqueléticos sin cobertura orgánica ni aptitud agrícola. Sin proyecto, la mayor aridez y la concentración de lluvias intensas acentúan la erosión eólica e hídrica laminar natural. En situación con proyecto, las obras corresponden a fundaciones aisladas de celosías que ocupan una superficie puntual, no interfiriendo con la estabilidad geotécnica general del sustrato

Componente Ambiental	Clasificación Conceptual (SEIA)	Objeto de Protección (OP) / Atributo Relevante	Justificación de Evolución sin Proyecto bajo Cambio Climático (Escenario más Desfavorable)
Hidrósfera	Objeto de Protección (OP) *(Art. 6 RSEIA)*	Aguas superficiales y subterráneas *(OP)*	La cuenca endorreica carece de cuerpos hídricos superficiales o cursos de escorrentía permanente en el corredor de la LAT. La napa freática se encuentra a gran profundidad y no interactúa con las excavaciones superficiales de las torres. El Proyecto no contempla extracción ni uso de aguas de cuenca en ninguna de sus fases, manteniéndose la condición hidrológica inalterada respecto a la situación base.
Ecosistemas Terrestres (Biota)	Objeto de Protección (OP) *(Art. 6 RSEIA)*	Flora Vascular y Vegetación Silvestre *(OP)*	Entorno desértico caracterizado por la ausencia de formaciones boscosas, matorrales continuos o formaciones azonales. Sin proyecto, el alza térmica y el régimen hiperárido limitan el desarrollo vegetal a individuos herbáceos efímeros (ARClim: riesgo moderado 0,4139 por precipitación). Con proyecto, el escarpe puntual no altera coberturas ni poblaciones protegidas
Ecosistemas Terrestres (Biota)	Objeto de Protección (OP) *(Art. 6 RSEIA)*	Fauna Silvestre Terrestre y Avifauna *(OP)*	Comunidades faunísticas de baja densidad adaptadas a condiciones extremas de aridez (reptiles y micromamíferos) y aves de vuelo abierto. Sin proyecto, el incremento térmico puede contraer los márgenes de termorregulación basal (ARClim: riesgo moderado 0,3541). Con proyecto, la infraestructura reticulada vertical no genera efecto barrera superficial y se incorporan dispositivos preventivos contra el riesgo de colisión de aves en vuelo.
Medio Humano	Objeto de Protección (OP) *(Arts. 5 y 7 RSEIA)*	Salud de la Población y Sistemas de Vida de Grupos Humanos (SVCGH) *(OP)*	El trazado se localiza íntegramente en terrenos fiscales desérticos, distantes de asentamientos humanos, áreas pobladas o comunidades indígenas. Por tanto, el riesgo comunal Alto modelado en ARClim para morbilidad por olas de calor (0,1502) no tiene receptores humanos permanentes expuestos en el área de influencia del Proyecto. Las emisiones transitorias y campos electromagnéticos cumplen con holgura los umbrales normativos

Fuente: Elaboración propia, 2026. Estructurado conforme al Anexo 1 de la "Guía para la delimitación y descripción de las áreas de influencia en el SEIA", SEA 2024.

2.18.4.3. Paso 3: Identificación y descripción de impactos sobre objetos de protección delimitando las áreas de influencia

En este paso se cruzan las partes, obras y acciones del Proyecto descritas en el Capítulo 1 (Línea de Transmisión 2x220 kV, S/E Alfa Solar Sur, BESS Sur y obras auxiliares) con las amenazas climáticas proyectadas para la comuna de María Elena y el clima local (grilla ráster 5×5 km), con el propósito de determinar la presencia o ausencia de posibles sinergias negativas.

Cabe precisar que las obras se localizan en una planicie desértica sin escorrentías superficiales permanentes ni intersección con quebradas aluvionales activas, limitándose los cruces del trazado a infraestructura vial (Ruta 24) y tendidos eléctricos existentes (ver numerales 1.4 y 1.5 del Capítulo 1). Por ello, el Proyecto no requiere obras de modificación ni defensas fluviales de cauces naturales (descartándose la aplicabilidad de los PAS 156 y 157).

Tabla 24. Relación entre impactos del Proyecto y efectos adversos del cambio climático (LAT 2x220 kV).

Factores Generadores de Impactos (FGI) del Proyecto	Amenazas / Riesgos Climáticos Proyectados (ARClim)	Objeto de Protección Receptor (SEIA)	Potencial Sinergia Negativa (I / C)	Pregunta Conductora y Justificación Técnica de Concordancia con Proyecto
Presencia física de torres y cables conductores *(Fase de Operación)*)	Incremento de días calurosos y alza térmica media (+2,1 °C)	Infraestructura Eléctrica y Operación del SEN *(Vulnerabilidad de obras)*	**(C)** Falla operacional o distensión excesiva de conductores	**¿El incremento de temperaturas extremas sobrepasa los márgenes de diseño de la LAT?** No. Las especificaciones de diseño mecánico-eléctrico consideran conductor ACAR 700 MCM con temperatura máxima de operación de 75 °C y cálculo de flechas que aseguran distancias mínimas conductor-suelo (7,54 m en zonas no transitables y 21,05 m en el cruce de la Ruta 24), absorbiendo con holgura las variaciones térmicas proyectadas.
	Mayor frecuencia de olas de calor prolongadas			
Presencia aérea de conductores y cable de guardia OPGW *(Fase de Operación)*	Variabilidad climática regional sobre patrones de vuelo de avifauna	Fauna silvestre terrestre / Avifauna *(Objeto de Protección)*	(I) Colisión o electrocución de avifauna.	**¿La presencia de la línea aérea amplifica la pérdida de biodiversidad por estrés térmico?** No. El trazado de 4,3 km se ubica en desierto hiperárido con

Factores Generadores de Impactos (FGI) del Proyecto	Amenazas / Riesgos Climáticos Proyectados (ARClim)	Objeto de Protección Receptor (SEIA)	Potencial Sinergia Negativa (I / C)	Pregunta Conductora y Justificación Técnica de Concordancia con Proyecto
				densidades faunísticas basales muy bajas y sin presencia de humedales o dormideros concentrados. La disposición geométrica vertical de los circuitos y la instalación de elementos de señalización/disuasión en vanos requeridos mitigan el riesgo de interacción con aves de paso
Fundaciones de estructuras, plataformas y huellas de servicio *(Construcción y Operación)*	Incremento en la concentración de precipitaciones máximas diarias (+21,6% en invierno) Tendencia hacia mayor aridez superficial del suelo	Suelo *(Objeto de Protección: Estabilidad física y erosión)*	**(C)** Erosión superficial del terreno o socavación de bases.	**¿Las obras sobre el suelo intensifican los procesos de erosión o alteran la escorrentía superficial?** No. Las 15 torres de la LAT cuentan con fundaciones aisladas de hormigón por pata, emplazadas en terrenos llanos fuera de quebradas o cauces aluvionales. No se requiere encauzamiento ni intervención de cursos de agua (no aplican PAS 156 ni 157). La nivelación y compactación de plataformas (S/E y BESS) y la mantención periódica de huellas aseguran la estabilidad física sin alterar el drenaje natural del entorno.

Factores Generadores de Impactos (FGI) del Proyecto	Amenazas / Riesgos Climáticos Proyectados (ARClim)	Objeto de Protección Receptor (SEIA)	Potencial Sinergia Negativa (I / C)	Pregunta Conductora y Justificación Técnica de Concordancia con Proyecto
Frentes de excavación, montaje de estructuras e instalaciones de apoyo *(Fase de Construcción)*	Aumento de días calurosos (>166 días) y noches cálidas (>500%)	Salud y Seguridad de los Trabajadores *(Componente Humano / Ocupacional)*	**(C)** Estrés térmico laboral durante jornadas de faena.	**¿Las faenas constructivas en combinación con el calor extremo generan riesgos sobre la salud?** No sobre la población (inexistencia de asentamientos humanos en la faja). A nivel laboral, la IIFF Sur y los frentes móviles dispondrán de comedores climatizados, puntos de hidratación permanente, sectores de sombra y rotación de turnos conforme al D.S. 594/1999 y los protocolos de prevención de contingencias.

Fuente: Elaboración propia, 2026. Basado en Guía SEA 2024

2.18.4.4. Paso 4: Predicción de impactos e identificación de su significancia

En cumplimiento del artículo 19 letra b) del RSEIA, se evalúa si los efectos acumulados entre las partes de la línea eléctrica y las proyecciones climáticas desfavorables sobrepasan los umbrales de significancia del artículo 11 de la Ley N° 19.300.

Tabla 25. Resumen de evaluación de riesgo climático y descarte de sinergias negativas.

Objeto de Protección	Cadena ARClim Analizada	Nivel de Riesgo Comunal (ARClim)	Evaluación de Significancia Ambiental y Resiliencia Climática del Proyecto
Salud de la Población	Aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor	Alto (0,1502)	No significativo. Ausencia de grupos humanos en la faja de servidumbre. Emisiones atmosféricas transitorias y campos electromagnéticos cumplen holgadamente los estándares normativos de seguridad (Art. 5 RSEIA)
Fauna Silvestre	Pérdida de fauna por cambios de temperatura	Moderado (0,3541)	No significativo. Especies registradas son de baja densidad y tolerantes a la aridez. El proyecto no genera barreras continuas de desplazamiento terrestre ni afectación de hábitats singulares (Art. 6 RSEIA)
Flora y Vegetación	Pérdida de flora por cambios de precipitación	Moderado (0,4139)	No significativo. Cobertura vegetal nula o de individuos herbáceos aislados sin presencia de bosque nativo o formaciones azonales (Art. 6 RSEIA). Intervención superficial puntual por fundaciones
Recursos Hídricos y Suelo	Amenaza de lluvias concentradas y activación aluvional	Factor Local Grilla 5×5 km (+21,6% precipitación máx.)	No significativo. No existe extracción de aguas de la cuenca. Las obras de drenaje y cálculo geotécnico garantizan la estabilidad física del suelo sin alterar la dinámica de drenaje natural (Art. 6 RSEIA)

A partir de los antecedentes analizados, se concluye con certeza técnica que las obras y acciones de la línea de transmisión no intensifican la vulnerabilidad basal de los componentes receptores ni generan pérdida de resiliencia climática en los ecosistemas desérticos de la zona. Por consiguiente, se descarta la concurrencia de impactos significativos derivados de sinergias climáticas negativas, justificándose plenamente la evaluación ambiental a través de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

2.18.4.5. Paso 5: Descripción detallada de los objetos de protección receptores de impactos significativos

Al descartarse fundadamente la generación de impactos ambientales significativos y sinergias negativas en el Paso 4, no resulta jurídicamente aplicable la elaboración de líneas de base exhaustivas de Estudio de Impacto Ambiental (EIA), dándose por cumplido este paso con la caracterización general del área de influencia descrita en los anexos sectoriales de la DIA (flora, fauna, medio físico y medio humano).

2.18.4.6. Paso 6: Evaluación de impactos significativos

Dado que el Proyecto no genera impactos ambientales significativos sobre los objetos de protección ambiental en su condición más desfavorable, no procede la calificación cuantitativa de significancia ni matrices complejas reservadas para EIA, ratificando la procedencia de la vía DIA de conformidad a la legislación vigente.

2.18.4.7. Paso 7: Elaboración de medidas y planes de seguimiento

Al no configurarse impactos significativos sobre objetos de protección ni afectaciones por sinergias climáticas, no resulta exigible el establecimiento de un Plan de Medidas de Mitigación, Reparación o Compensación (artículo 18 letra i) del RSEIA), ni planes de seguimiento ambiental obligatorios (artículo 105 del RSEIA). El Proyecto adopta buenas prácticas constructivas de diseño adaptativo en fundaciones y gestión de fajas de seguridad conforme al marco legal sectorial.

2.18.4.8. Paso 8: Descripción de riesgos y elaboración de planes de contingencia y de emergencia

Conforme a las directrices de la Guía del SEA (Paso 8) y al artículo 104 del Reglamento del SEIA, se integran en el **Plan de Prevención de Contingencias y de Emergencias** las amenazas de origen natural que experimentan variabilidad como consecuencia del cambio climático en el norte grande de Chile:

1. Activación de escorrentías superficiales y aluviones por lluvias intensas concentradas:
    - *Medidas preventivas:* Ubicación estratégica de las torres fuera de lechos de quebradas activas, sobrediseño de cotas de coronamiento en pedestales de hormigón y zanjas disipadoras de energía en caminos de acceso.
    - *Procedimientos de emergencia:* Suspensión inmediata de tránsito por huellas ante alertas tempranas meteorológicas de SENAPRED y revisión estructural de fundaciones posterior a eventos de tormenta.
2. Vientos fuertes y ráfagas extremas:
    - *Medidas preventivas:* Cumplimiento de especificaciones de cálculo dinámico para estructuras metálicas de celosía y tensiones de conductores conforme a los manuales técnicos del Coordinador Eléctrico Nacional.
3. Temperaturas extremas y olas de calor:
    - *Medidas preventivas:* Protocolos de seguridad laboral para personal de mantenimiento e inspección (suministro permanente de agua potable, ropa con filtro UV y régimen de pausas en sombra durante la jornada). Inspección termográfica periódica de conductores y herrajes para verificar comportamiento ante dilatación térmica.

2.18.5. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la información oficial de la plataforma ARClim, se evaluaron 13 cadenas de impacto aplicables a la comuna de María Elena en los sectores de Salud y Bienestar Humano, Biodiversidad y Energía Eléctrica.
2. El análisis del clima comunal y de la grilla local de 5×5 km bajo el escenario de emisiones más desfavorable (SSP5-8.5 / RCP8.5 para el período 2035–2065) constata que la zona de emplazamiento enfrentará un entorno más cálido y árido, con un aumento proyectado de la temperatura media de +2,1 °C, un fuerte incremento en la frecuencia de noches cálidas (>500%) y una disminución de la humedad relativa diaria del orden de 12% a 45%. Si bien el volumen anual de lluvias continúa siendo híper-restringido, se proyecta un incremento relativo del 21,6% en la precipitación máxima diaria invernal (tormentas concentradas).
3. En relación con el objeto de protección Flora y Vegetación, se descarta la configuración de sinergias negativas con el riesgo moderado de ARClim (0,4139), ya que el trazado se emplaza en un área desprovista de formaciones vegetacionales continuas o especies arbóreas nativas, limitándose la intervención a escarpes puntuales de fundaciones aisladas.
4. Respecto al componente Fauna Silvestre, se descartan sinergias negativas con la cadena de pérdida de fauna por alza térmica (riesgo moderado 0,3541), debido a que las especies presentes corresponden a densidades bajas de amplia distribución desértica y el Proyecto no genera barreras físicas superficiales continuas ni fragmentación crítica de hábitats. Las obras aéreas incorporan medidas estándar de diseño para evitar riesgos de colisión de avifauna.
5. En cuanto a la Salud de la Población, el riesgo comunal catalogado como Alto por morbilidad asociada a olas de calor (0,1502) no interactúa con el Proyecto, toda vez que las obras se localizan en una zona despoblada sin presencia de asentamientos humanos ni generación de emisiones o descargas que degraden la calidad ambiental del entorno.
6. Las amenazas por eventos climáticos extremos (crecidas aluvionales concentradas y estrés térmico) han sido plenamente integradas en el cálculo estructural de las obras de transmisión y en el Plan de Prevención de Contingencias y de Emergencias.
7. Por lo expuesto, se concluye de forma justificada que el Proyecto “Línea de Transmisión SE Alfa Solar – SE Kimal 2x220 kV” no genera impactos adversos significativos sobre los objetos de protección ambiental ni provoca pérdida de resiliencia climática en el territorio, acreditando la inexistencia de los Efectos, Características o Circunstancias del artículo 11 de la Ley N° 19.300 y ratificando la procedencia de su evaluación mediante Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

2.18.6. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2022. Ley N° 21.455, Ley Marco de Cambio Climático. Publicada en el Diario Oficial el 13 de junio de 2022.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2023. Decreto Supremo N° 30/2023, que aprueba modificación al Decreto Supremo N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2025. Atlas de Riesgo Climático de Chile (ARClim). Disponible en: (https://arclim.mma.gob.cl/).
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2025. Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO). Disponible en: (https://simbio.mma.gob.cl/).
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2021. Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (ECLP).
- Ministerio de Energía, 2022. Actualización de la Política Energética Nacional 2050.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2024. *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA*. Tercera Edición. Resolución Exenta N° 202499101887 del 08 de noviembre de 2024.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2024. *Guía para la delimitación y descripción de las áreas de influencia en el SEIA*. Segunda Edición.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2023. *Guía de evaluación ambiental: Efectos adversos sobre recursos naturales renovables*.