



**INFORME FINAL
CAPITULO V – CARACTERIZACIÓN DEL
IMPACTO AMBIENTAL**

**MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO
AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA
WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN**

Noviembre, 2019

Número de Proyecto: 051-02-005

Preparado para:



**Calle Teniente César López Rojas 201
Urb. Maranga Séptima Etapa
San Miguel, Lima – Perú
Teléfono: (+51) (1) 2156374**

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

INFORME FINAL

TABLA DE CONTENIDO

5	Caracterización del Impacto Ambiental.....	5-1
5.1	Introducción.....	5-1
5.2	Definición de conceptos	5-6
5.3	Metodología de evaluación de impactos y riesgos	5-8
5.3.1	Identificación de Impactos y Riesgos	5-10
5.3.2	Valoración final del impacto	5-11
5.3.3	Valoración de Riesgos.....	5-23
5.4	Identificación de los impactos y riesgos	5-24
5.5	Valoración del impacto.....	5-27
5.5.1	Aire.....	5-28
5.5.2	Ruido.....	5-42
5.5.3	Radiaciones no ionizantes	5-57
5.5.4	Suelos.....	5-58
5.5.5	Agua.....	5-64
5.5.6	Flora y vegetación	5-67
5.5.7	Fauna.....	5-84
5.5.8	Vida acuática	5-104
5.5.9	Paisaje	5-104
5.5.10	Restos arqueológicos	5-118
5.5.11	Condiciones de vida	5-118
5.5.12	Características culturales.....	5-121
5.5.13	Características económicas	5-122
5.6	Valoración de Riesgos	5-124
5.6.1	Derrame de químicos y combustibles.....	5-124
5.6.2	Colisión de vehículos con mamíferos.....	5-126
5.6.3	Mortandad de especies de fauna con estado de conservación (<i>Ctenoblepharys adspersa</i>).....	5-127
5.6.4	Colisión de fauna con aerogeneradores	5-128
5.6.5	Daño a restos arqueológicos	5-130
5.6.6	Accidentes con población o trabajadores.....	5-131
5.7	Comparación entre la valoración de impactos ambientales entre la MEIA e IGAs aprobados	5-132

CUADROS

Cuadro	Nombre
Cuadro 5.1.1	Comparación entre los atributos del Índice de Incidencia (metodología de Gómez Orea) y la Importancia del Impacto (metodología de Conesa)
Cuadro 5.2.1	Definición de conceptos
Cuadro 5.3.1	Código numérico para atributos del Índice de Incidencia
Cuadro 5.3.2	Cuadro de equivalencias entre los parámetros de valoración de impactos
Cuadro 5.3.3	Calificación del Impacto
Cuadro 5.3.4	Equivalencia entre la calificación final del impacto según Gómez Orea y el D. L. N° 1394
Cuadro 5.3.5	Valoración de cada una de las categorías de probabilidad
Cuadro 5.3.6	Valoración de cada una de las categorías de magnitud
Cuadro 5.3.7	Valoración y clasificación de riesgos
Cuadro 5.4.1	Actividades del proyecto
Cuadro 5.4.2	Factores socioambientales del entorno del proyecto
Cuadro 5.5.1	Evaluación de atributos del impacto sobre la calidad del aire
Cuadro 5.5.2	Resumen de inventario de emisiones - Etapa de construcción
Cuadro 5.5.3	Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario sin medidas de control
Cuadro 5.5.4	Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario con medidas de control
Cuadro 5.5.5	Indicador (concentración de material particulado PM ₁₀ y PM _{2,5} en µg/m ³) en las situaciones “sin” y “con proyecto” – Escenario sin medidas de control
Cuadro 5.5.6	Indicador (concentración de material particulado PM ₁₀ y PM _{2,5} en µg/m ³) en las situaciones “sin” y “con proyecto” – Escenario con medidas de control
Cuadro 5.5.7	Magnitud de la afectación de la calidad del aire – Etapa de construcción (sin medidas de control)
Cuadro 5.5.8	Magnitud de la afectación de la calidad del aire – Etapa de construcción (con medidas de control)
Cuadro 5.5.9	Valoración final del impacto sobre la calidad del aire – Etapa de construcción (sin medidas de control)
Cuadro 5.5.10	Valoración final del impacto sobre la calidad del aire – Etapa de construcción (con medidas de control)
Cuadro 5.5.11	Evaluación de atributos del impacto sobre el nivel de ruido
Cuadro 5.5.12	Indicador (nivel de ruido equivalente en horario diurno, en dB(A)) en las situaciones sin y con proyecto
Cuadro 5.5.13	Magnitud de la afectación de niveles de ruido – Etapa de construcción – Periodo diurno
Cuadro 5.5.14	Valoración final del impacto sobre el nivel de ruido – Etapa de construcción

Cuadro 5.5.15	Evaluación de atributos del impacto sobre el nivel de ruido
Cuadro 5.5.16	Indicador (nivel de ruido equivalente en horario diurno, en dB(A)) en las situaciones sin y con proyecto
Cuadro 5.5.17	Magnitud de la afectación de niveles de ruido – Etapa de operación – Periodo diurno
Cuadro 5.5.18	Valoración final del impacto sobre el nivel de ruido – Etapa de operación
Cuadro 5.5.19	Evaluación de atributos del impacto sobre la capacidad agrológica del suelo
Cuadro 5.5.20	Capacidad de uso mayor presente en el área de estudio y superficie de las mismas a afectar como consecuencia de la implementación de la infraestructura del proyecto
Cuadro 5.5.21	Valores del impacto sobre suelos del área de estudio en unidades heterogéneas y homogéneas
Cuadro 5.5.22	Valoración final del impacto sobre el sub-aspecto de suelos – Etapa de construcción
Cuadro 5.5.23	Requerimiento de agua de uso industrial por actividad durante la etapa de construcción
Cuadro 5.5.24	Formaciones vegetales y coberturas del suelo a afectar por componente del proyecto
Cuadro 5.5.25	Evaluación de atributos del impacto sobre la cobertura vegetal
Cuadro 5.5.26	Cobertura vegetal presente en el área de estudio y superficie de las mismas a afectar como consecuencia de la implementación de la infraestructura del Proyecto
Cuadro 5.5.27	Valores de conservación de las formaciones vegetales y otras coberturas del suelo del área de estudio
Cuadro 5.5.28	Criterios de asignación de valores de conservación de las formaciones vegetales y otras coberturas del suelo
Gráfico 5.5.29	Variación de Valores de conservación de las formaciones vegetales
Cuadro 5.5.30	Valores del impacto sobre formaciones vegetales del área de estudio en unidades heterogéneas y homogéneas, situaciones «sin» y «con» proyecto
Cuadro 5.5.31	Valoración final del impacto sobre la cobertura vegetal – Etapa de construcción
Cuadro 5.5.32	Evaluación de atributos del impacto sobre el hábitat de especies de fauna
Cuadro 5.5.33	Superficie, área a afectar por la infraestructura del proyecto de los hábitats de fauna presentes en el área de estudio
Cuadro 5.5.34	Valores de conservación de los hábitats del área de estudio
Cuadro 5.5.35	Criterios de asignación de valores de conservación del hábitat de fauna
Gráfico 5.5.36	Variación de Valores de conservación de los hábitats de fauna
Cuadro 5.5.37	Valoración final del impacto analizado en la etapa de construcción – Pérdida de hábitat de fauna

Cuadro 5.5.38	Valoración final del impacto sobre los hábitats de la fauna terrestre– Etapa de construcción
Cuadro 5.5.39	Evaluación de atributos del impacto sobre el paisaje
Cuadro 5.5.40	Ubicación de puntos de observación para el análisis del paisaje utilizado en la evaluación de impactos
Cuadro 5.5.41	Comparación entre la calidad visual de la Unidad paisajística “Pampa desértica” – situación “sin” y “con” proyecto
Cuadro 5.6.1	Resultados de la evaluación de riesgos del derrame de químicos y combustibles sobre el suelo en la etapa de construcción, operación y abandono
Cuadro 5.6.2	Resultados de la evaluación de riesgos del derrame de químicos y combustibles sobre la cobertura vegetal en la etapa de construcción
Cuadro 5.6.3	Resultados de la evaluación de riesgos por colisión de vehículos con mamíferos en la etapa de construcción y abandono
Cuadro 5.6.4	Resultados de la evaluación de riesgos de mortandad de especies fauna con estado de conservación en la etapa de construcción
Cuadro 5.6.5	Resultados de la evaluación de riesgos de mortandad de especies fauna por colisión con aerogeneradores durante la etapa de operación
Cuadro 5.6.6	Resultados de la evaluación de riesgos por daño de restos arqueológicos durante la etapa de construcción
Cuadro 5.6.7	Resultados de la evaluación de riesgos de accidentes con población y trabajadores durante la etapa de construcción y abandono
Cuadro 5.7.1	Comparación de las características de los tres IGA de la Central Eólica Wayra I
Cuadro 5.7.2	Comparación de las características de los tres IGA de la Central Eólica Wayra I

GRÁFICOS

Gráficos

Gráfico 5.3.1

Nombre

Modelo de función de transformación a unidades homogéneas

TABLAS

Tablas	Nombre
Tabla 5.3.1	Matriz de identificación de impactos y riesgos
Tabla 5.5.1	Matriz de Evaluación de Impactos Socioambientales - Etapa de Construcción
Tabla 5.5.2	Matriz de Evaluación de Impactos Socioambientales - Etapa de Operación
Tabla 5.5.3	Matriz de Evaluación de Impactos Socioambientales - Etapa de Abandono
Tabla 5.6.1	Matriz de Evaluación de Riesgos
Tabla 5.7.1	Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA - Etapa de Construcción
Tabla 5.7.2	Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA - Etapa de Operación
Tabla 5.7.3	Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA - Etapa de Abandono

ANEXOS

Anexo

Anexo 5.5.1

Anexo 5.5.2

Anexo 5.5.3

Nombre

Curvas de Transformación

Modelo de dispersión (calidad del aire)

Modelo de dispersión (ruido)

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

INFORME FINAL

5 CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Introducción

En el presente capítulo se identifican y evalúan los impactos y riesgos que puedan generarse como consecuencia de las actividades de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado de la Central Eólica Wayra I para el Proyecto Wayra Extensión (también denominado MEIA en este documento), sobre los distintos factores ambientales y socioeconómicos del entorno, a través de las etapas de construcción, operación¹ y abandono. Cabe resaltar que en el Plan de Abandono se describen detalladamente las medidas planteadas para la etapa de Abandono (ver **Capítulo 6.0**).

Es necesario aclarar que como parte de la evaluación de impactos se pueden diferenciar dos etapas para el proyecto: la potencial y la residual. La evaluación de impactos en la etapa potencial contempla únicamente las medidas de gestión ambiental intrínsecas al proyecto, las cuales no pueden ser desagregadas del mismo, como por ejemplo la planificación de la ubicación de las instalaciones para reducir el suelo alterado. Estas medidas intrínsecas serán denominadas medidas de control y prevención operacional. En el caso de la evaluación de impactos para el caso residual, ésta asume medidas de manejo ambiental no vitales para el desarrollo del proyecto eléctrico, pero necesarias para tener una gestión ambiental adecuada y acorde a los estándares de EGP. Estas acciones se denominarán medidas de mitigación.

La evaluación de impactos se desarrolla en primer lugar sobre los impactos potenciales, los cuales se definen como los impactos resultantes considerando solamente la implementación de las medidas de control y prevención operacional. Finalmente, se realiza la evaluación de impactos residuales, escenario que toma en cuenta adicionalmente las medidas de mitigación. El **Capítulo 6.0** presenta las medidas de gestión ambiental a ser implementadas. Cuando fue necesario hacer las precisiones necesarias, como en el caso particular de calidad del aire, se presentó el respaldo de las diferencias del cálculo para el escenario “sin” y “con” medidas de gestión, sin embargo, dado que la incidencia general de la Modificación sobre el ambiente es muy baja, ambos escenarios son muy parecidos. En la matriz de evaluación se incluyó el análisis de impactos potenciales y residuales.

¹ Incluye la etapa de mantenimiento.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos se logra, en primer lugar, con el análisis de las interacciones resultantes entre las actividades del proyecto y los factores ambientales y socioeconómicos del entorno. A continuación, se establecen, clasifican y valoran las alteraciones que pueden ser atribuibles a la realización del proyecto.

De manera inicial, los impactos potenciales son identificados en una matriz de doble entrada. Esta matriz contiene tanto las actividades del proyecto en las diferentes etapas, como los factores ambientales y sociales. Esta primera actividad identifica el *efecto* del impacto potencial: qué acción(es) del proyecto resulta(n) en un cambio sobre el o los factores del entorno; es decir, permite definir las relaciones causa-efecto.

Luego de la identificación de impactos potenciales, éstos serán evaluados considerando las medidas de prevención, minimización, rehabilitación y compensación ambiental – es decir, se evaluarán los impactos residuales – de acuerdo a la caracterización rigurosa y cuantitativa de sus atributos y magnitudes (Metodología General para la Realización de un Estudio de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010)).

De acuerdo con Gómez Orea (2010), el término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno, entendiéndose como entorno a la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interactúa con ella. Asimismo, el impacto ambiental se asocia a las actividades humanas y no se suele aplicar a las alteraciones producidas por fenómenos naturales. Es importante indicar que, para la caracterización de impactos del proyecto, se ha considerado esta definición como la base del análisis.

Es importante mencionar que la Metodología General para la Realización de un Estudio de Impacto Ambiental elaborada por Gómez Orea (Gómez Orea, 2010) recopila, organiza y mejora la información de tres de las principales metodologías para el análisis de impactos y riesgos, la Matriz de Leopold (Leopold, 1971)², la de las Grandes Presas (ICOLD)³ y el Sistema Battelle (Battelle Institute, 1972)⁴ y adiciona un enfoque de integración ambiental.

Dicha metodología es consistente con el Anexo IV del D.S. N° 019-2009-MINAM, Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, donde se menciona que *se debe tomar en consideración la identificación y caracterización de los impactos ambientales significativos, en todas las fases y durante todo*

² A procedure for evaluating environmental impact, Leopold, Luna Bergere; Clarke, F. E.; Hanshaw, B. B.; Balsley, J. R; 1971 – USGS.

³ La Comisión Internacional de Grandes Presas (*International Commission on Large Dams – ICOLD*) es una ONG internacional que incluye 92 países miembros y provee un foro para el intercambio de conocimientos y experiencias en ingeniería de presas. Esta organización dirige sus acciones a asegurar que las presas sean construidas de manera segura, económica y sin provocar efectos perjudiciales al medio ambiente.

⁴ Dee Norbert *et al.* (1972). Environmental evaluating system for water resource planning. Battelle, Columbus, USA.

el periodo de duración del proyecto. Asimismo, los riesgos a la salud humana y los riesgos ambientales, en los casos aplicables y otros instrumentos de gestión ambiental conexos.

De esta manera, se establece en dicho anexo que la metodología debe permitir *identificar, evaluar, valorar, jerarquizar, supervisar y controlar los impactos negativos de carácter significativo y los riesgos inducidos derivados de la planificación, construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto, utilizando para ello las metodologías de evaluación aceptadas internacionalmente* y se especifica que *la evaluación de los impactos ambientales debe realizarse mediante el uso de métodos cuantitativos aplicables*. Finalmente, se menciona que *los impactos ambientales que se identifiquen se deben valorar según su carácter positivo, negativo o neutro, considerando a estos últimos como aquellos que se encuentran por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las normas y estándares ambientales*.

La metodología de evaluación también cumple con la Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, publicada mediante la Resolución Ministerial N° 455-2018-MINAM.

Así pues, la presente metodología planteada por Domingo Gómez Orea (Evaluación de Impacto Ambiental, 2010), contiene aportes que enriquecen la visión tradicional de evaluación de impactos, mediante la introducción de conceptos de fácil entendimiento y cuantificando los impactos de forma objetiva y fundamentada en normativas o en el conocimiento científico mediante funciones y/o fórmulas.

La utilidad de la presente metodología es lograr el desarrollo adecuado de estudios de mayor amplitud y complejidad, desarrollando proyectos bajo un enfoque ecosistémico y con planteamientos de integración ambiental, así como la necesidad de aplicar un instrumento de gestión ambiental de carácter eminentemente preventivo. La metodología busca ser capaz de adaptarse a situaciones distintas, en proceso y en contenido, mediante una secuencia lógica de tareas concatenadas con el fin de que la sociedad se desarrolle en armonía y evolucione junto con el sistema natural, logrando un modelo de sostenibilidad ambiental y social.

La técnica descrita anteriormente representa relaciones que potencialmente pueden constituir un impacto. Sin embargo, la estimación de estos como relevantes o despreciables⁵, o como benéficos o perjudiciales, debe ser objeto de reflexión sobre la realidad del proyecto que se evalúa y sobre la forma en la cual será gestionado.

Es importante indicar que en la evaluación de impactos del EIA original al cual se modifica, se consignó el empleo de la metodología propuesta por Conesa⁶. Esta metodología se

⁵ No relevantes.

⁶ Conesa, Vicente, 2010. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi – Prensa.

caracteriza por dos componentes principales: el empleo de una valoración cualitativa del impacto ambiental y una valoración cuantitativa del impacto ambiental.

De acuerdo con la metodología original de Conesa, la *evaluación cualitativa* del impacto ambiental está compuesta por los siguientes componentes:

- Importancia del impacto o matriz de importancia, en donde se evalúa el signo, la intensidad, la extensión, el momento, la persistencia o duración, la reversibilidad, la recuperabilidad, la sinergia, la acumulación, el efecto, la periodicidad, la importancia del impacto, banderas rojas y finalmente la matriz depuradora.
- Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados, que incluye una ponderación de la importancia relativa de los factores, la valoración relativa y absoluta y un análisis del modelo.

Por otro lado, la *valoración cuantitativa* del impacto ambiental, involucra:

- Medición de los impactos a través de indicadores de impacto, unidades de medida y magnitud del impacto en unidades inconmensurables.
- Valoración de impactos, que incluye a las funciones de transformación, magnitud del impacto en unidades homogéneas, valor del impacto sobre un factor determinado, impacto ambiental total y variación temporal del impacto.
- Prevención y corrección de impactos, que incluye la identificación de las medidas correctoras y la valoración de impactos como consecuencia de la introducción de medidas correctoras
- Cálculo del Impacto final

De acuerdo con la descripción metodológica del EIA (Pacific Pir, 2014), se utilizó el componente de la metodología de la matriz de importancia, es decir parte de la *valoración cualitativa*, mas no así la valoración cuantitativa. Se entiende que en la época de la aprobación del EIA original, la autoridad de ese entonces exigió únicamente parte de la aplicación de la metodología, dando conformidad al procedimiento.

Para fines de la Modificación, se optimizó la evaluación al incorporar al componente cuantitativo mediante la incorporación de la metodología planteada por Gómez Orea (Evaluación de Impacto Ambiental, 2010). Esta metodología tiene la particularidad de no solamente incorporar aspectos cualitativos (incidencia), sino también aspectos cuantitativos (magnitud) a la evaluación.

En cuanto a los aspectos cualitativos, es importante mencionar que posee indicadores similares a los utilizados por la metodología de Conesa. En el siguiente Cuadro se presenta la equivalencia entre los atributos del *“Índice de Incidencia”* (Metodología de Gómez Orea) y de la *“Importancia del Impacto”* (Metodología de Conesa).

Cuadro 5.1.1
Comparación entre los atributos del Índice de Incidencia (metodología de Gómez Orea) y la Importancia del Impacto (metodología de Conesa)

Índice de Incidencia (Metodología de Gómez Orea)	Importancia del Impacto (Metodología de Conesa)
Signo del efecto	Signo o naturaleza
(*)	Intensidad
(**)	Extensión
Inmediatez	Efecto
Acumulación	Acumulación
Sinergia	Sinergia
Momento	Momento
Persistencia	Persistencia
Reversibilidad	Reversibilidad
Recuperabilidad	Recuperabilidad
Continuidad	Periodicidad
Periodicidad	

Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental, Gómez Orea (2010)

Elaborado por: INSIDEO

Notas:

(*) Para la metodología de Conesa, la intensidad se refiere al grado de incidencia de la actividad del Proyecto sobre el componente ambiental en el ámbito específico en que se actúa. Expresa el grado de destrucción del factor considerado en el caso de que se produzca un efecto negativo, independientemente de la extensión afectada. Para la metodología de Gómez Orea, el mismo índice de incidencia, integralmente, no un atributo por separado, se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración. El grado de alteración viene dado, de manera cuantitativa, por la “Magnitud del impacto”, el cual se integra a la “Incidencia” para dar la valoración final del impacto.

(**) Para la metodología de Gómez Orea, la extensión se evalúa no en el “Índice de Incidencia”, sino en la determinación de la “Magnitud del Impacto”. La situación “sin proyecto” y “con proyecto” es comparada en función del ámbito de referencia que es el espacio geográfico o territorio referencial para la evaluación.

De acuerdo con lo presentado en el cuadro precedente, existe compatibilidad en el análisis *cualitativo* entre las metodologías de Gómez Orea y Conesa, sin embargo para fines del análisis de la presente modificación, se vio por conveniente incluir el componente *cuantitativo*, el cual tiene la particularidad de reducir la subjetividad al incluir una

calificación basada en las curvas de transformación, que expresan el grado de afectación en términos de la calidad ambiental y del ámbito de referencia. Esta calificación es más objetiva puesto que la misma se hace sobre normas, referencias técnicas y comparaciones cartográficas del verdadero alcance geográfico, en lugar de la asignación subjetiva de valores, difícilmente trazables y comparables por otro grupo de expertos. La metodología de Gómez Orea recopila, al organizar y mejorar la información de otras metodologías de evaluación de impactos e integrar la evaluación cualitativa y cuantitativa, convirtiéndose en una herramienta adecuada para la evaluación de impactos de la modificación, sin perjuicio de la evaluación cualitativa realizada para el EIA original.

5.2 Definición de conceptos

Con el objetivo de facilitar el entendimiento del presente capítulo, se ha preparado una lista detallada de los conceptos clave, la misma que se presenta en el cuadro a continuación.

Cuadro 5.2.1
Definición de conceptos

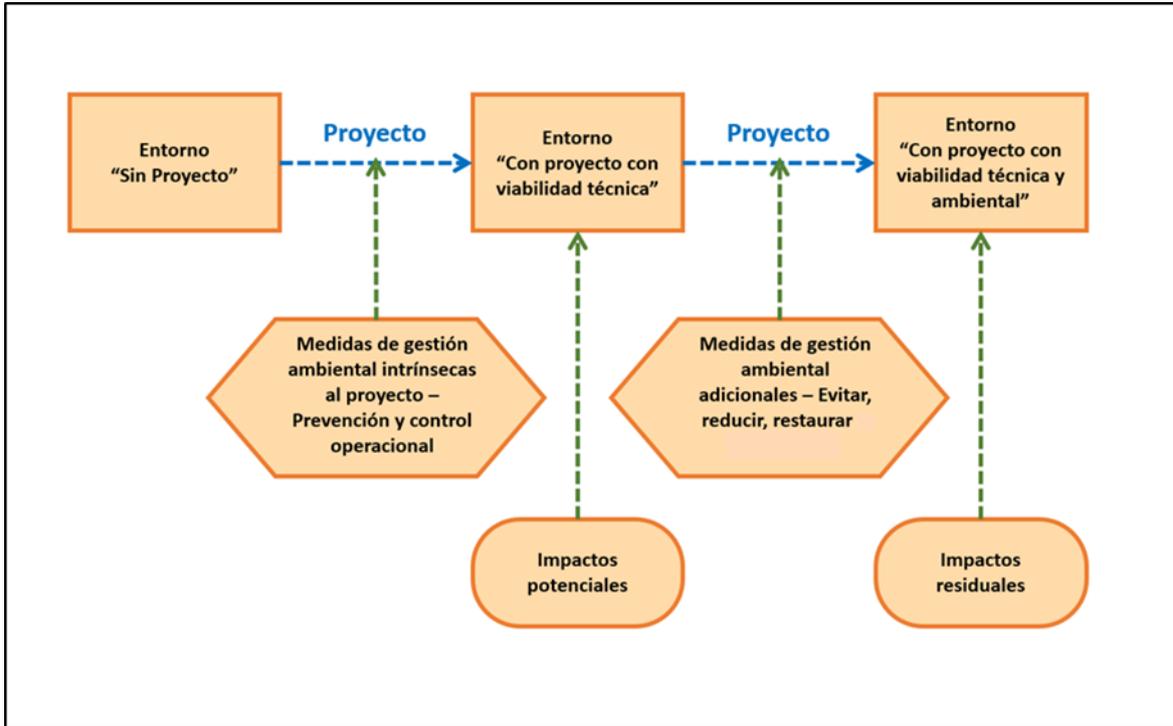
Descripción	Concepto
Huella del proyecto	Área de emplazamiento de la infraestructura del proyecto (concepto geográfico), es decir el área física ocupada por los aerogeneradores.
Cambio	Variación en la condición inicial de un elemento en un determinado sistema.
Efecto	Es un cambio en un elemento del sistema como consecuencia de la implementación de una actividad.
Impacto	Es la valoración del efecto considerando el nivel y las características del cambio y el valor del factor ambiental o socioeconómico analizado.
Área de estudio	El área delimitada previamente a la elaboración de la línea base, con la finalidad de conocer sus características físicas, biológicas, sociales y arqueológicas previas a la implementación de las actividades del Proyecto.
Área de influencia directa	El área delimitada después de la identificación y evaluación de impactos en la cual se estima la ocurrencia de impactos directos
Área de influencia indirecta	El área delimitada después de la identificación y evaluación de impactos, en la cual se estima la ocurrencia de impactos indirectos o secuenciales
Afectación	Impacto relevante con un alto nivel de cambio en el factor analizado.
Valor del impacto	Estimación cuantitativa del impacto ambiental sobre la base de los criterios considerados en la metodología utilizada.
Riesgo	Situación de ocurrencia de un impacto negativo ante condiciones no previstas bajo un esquema de operación estándar. Un riesgo, en estricto, no es una situación esperable y por lo tanto se encuentra asociado a una probabilidad de ocurrencia.
Mitigación	Conjunto de acciones que tienen el objetivo de reducir, minimizar o eliminar los impactos ambientales y/o socioeconómicos negativos.
Control	Conjunto de condiciones, procedimientos, instructivos y requisitos que una actividad, obra o proyecto, deberá cumplir para garantizar una efectiva gestión ambiental.
Impactos potenciales	Impacto cuya ocurrencia depende de la existencia de ciertas condiciones (no considera las medidas de gestión ambiental adicionales).
Impactos residuales	Impacto en un sistema tras la implantación de las medidas de gestión adicionales (i.e. mitigación). Son los impactos reales esperados por el proyecto.

Fuente: Gómez Orea, 2010, INSIDEO, 2019.

Elaborado por: INSIDEO.

De la misma manera, en la ilustración a continuación se presenta el esquema conceptual general de evaluación de impactos.

Ilustración 5.2.1
Diagrama conceptual de la evaluación de impactos



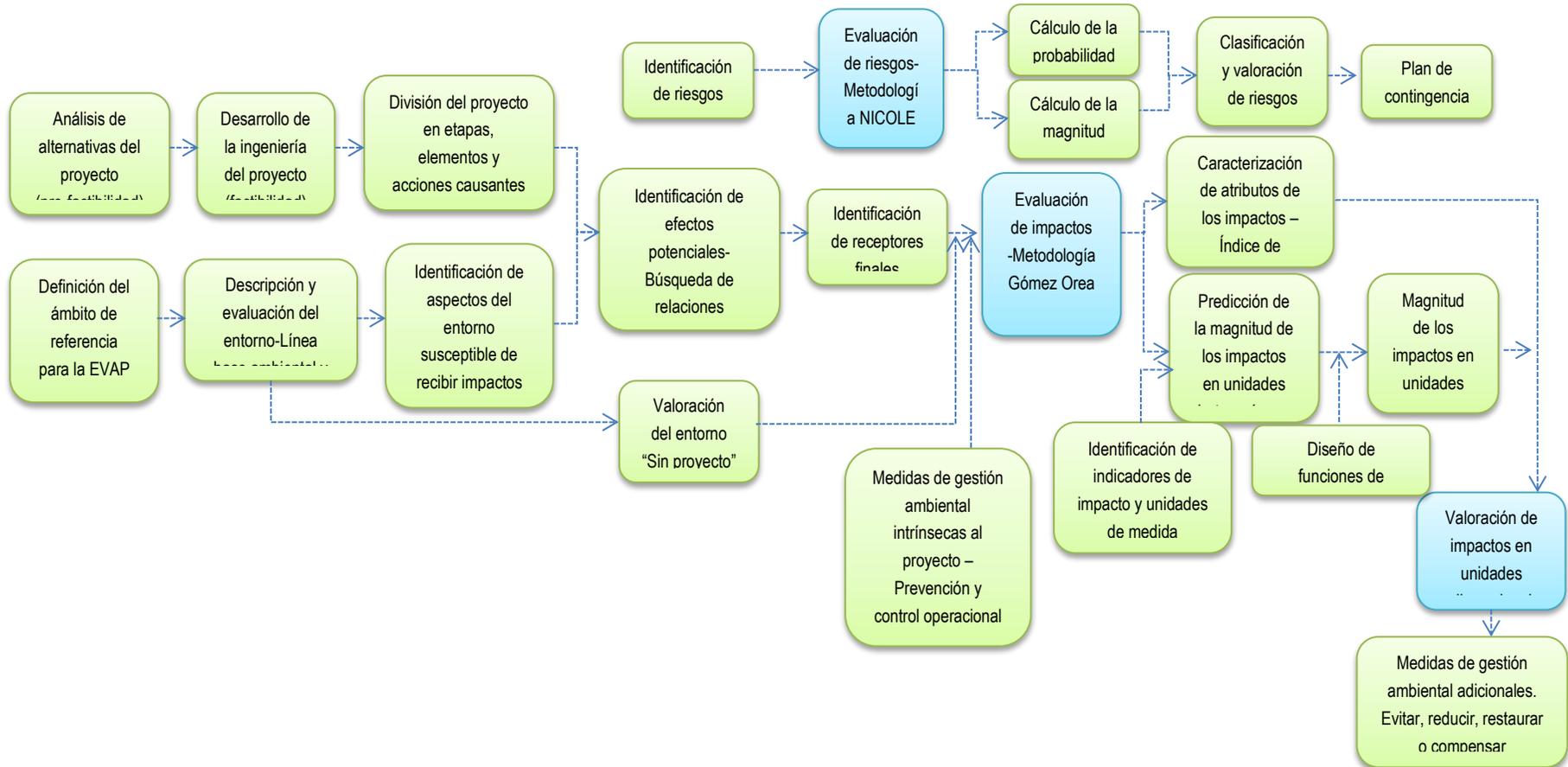
Fuente: INSIDEO, 2019.
 Elaborado por: INSIDEO

5.3 Metodología de evaluación de impactos y riesgos

La presente metodología de impactos busca adaptarse, tanto a la realidad del presente proyecto como a la normativa nacional vigente, a través de una serie de tareas lógicas concatenadas que permiten conducir, con comodidad y orden, el proceso de reflexión sobre la cadena de sucesos que van desde el proyecto al medio y finalmente, al hombre.

El diagrama de flujo de la metodología se estructura en tres bloques principales: **identificación, valoración y gestión** de los impactos. La secuencia con que se enumeran estos bloques permite considerarlos como las fases básicas de la metodología. En el diagrama a continuación se presenta el diagrama de flujo de la metodología antes mencionado.

Ilustración 5.3.1
Diagrama conceptual general de la identificación y evaluación de impactos



Fuente: Gómez Orea, 2010.
 Elaborado por: INSIDEO.

5.3.1 Identificación de Impactos y Riesgos

La presente metodología de evaluación identifica, en primer lugar, los impactos y riesgos según dos líneas paralelas: una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de las actividades susceptibles de producir impactos y otra que analiza el entorno, para identificar los factores del medio que podrían ser afectados por aquellas actividades durante eventos contingentes.

Para la identificación de las actividades se consideraron los siguientes dos niveles:

- Primer nivel (*Etapas*). Se refiere a las que forman la estructura vertical del proyecto, que vienen a ser la construcción, operación (incluye mantenimiento) y abandono.
- Segundo nivel (*Actividades*). Se refiere a las actividades concretas. Una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien definida y localizada de impacto, como, por ejemplo: obras civiles, montajes, excavación, disposición de material excedente, entre otros, por ejemplo, para la etapa de construcción.

Como parte de la metodología, las actividades que se identifiquen deben ser concretas y:

- *Relevantes*: han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables.
- *Excluyentes/independientes*: para evitar superposiciones que puedan dar lugar a duplicidades en la contabilidad de impactos.
- *Localizables*: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en el cual se ubica el proyecto.
- *Cuantificables*: en la medida de lo posible deben ser medibles en magnitudes físicas.

Por otro lado, con la finalidad de definir los factores socioambientales se definieron los siguientes niveles:

- Primer nivel (*Subsistemas*). Se refiere al ambiental, constituido por los elementos y procesos del ambiente natural tal y como se encuentran en la actualidad y al socioeconómico, es decir sus actividades, atributos, estilos de vida, pautas de comportamiento, sistema de núcleos habitados, equipamientos, infraestructura, entre otros.
- Segundo nivel (*Medios*). La división subsecuente a los subsistemas planteados, como por ejemplo medio físico, medio biótico, medio de interés humano, medio social y medio económico.
- Tercer nivel (*Factores*). Corresponden básicamente a los descritos en la normativa nacional vigente, como, por ejemplo: aire, ruido, radiaciones no ionizantes, suelos, agua, flora y vegetación, fauna terrestre, vida acuática, paisaje, arqueología, condiciones de vida, características políticas, culturales y económicas, entre otros.
- Cuarto nivel (*Sub-factores*). División de los factores en conceptos de muy nítida definición y muy concretos (e.g. calidad del aire, nivel de ruido, calidad del agua, calidad del paisaje, capacidad agrológica del suelo, servicios básicos,

infraestructura, organizaciones políticas e institucionales, ocupación, actividades económicas tradicionales y uso del suelo, entre otros).

De manera similar a las *actividades*, los *factores* y *sub-factores* que se identifiquen como relevantes – es decir, susceptibles de recibir un impacto significativo – deben reunir las condiciones mencionadas anteriormente (i.e. ser relevantes, excluyentes/independientes, localizables, cuantificables).

Ambas líneas -actividades y entorno- confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las actividades y los factores. Estas relaciones serán plasmadas en una matriz de verificación de doble entrada, tanto para la etapa de construcción como para la etapa de operación y abandono (ver **Tabla 5.3.1**). Así, por ejemplo, la matriz correspondiente contiene en una de sus entradas a cada factor ambiental y socioeconómico, mientras que en la otra entrada se mencionan las actividades del proyecto. De este modo, en dicha matriz el signo «-» significará un impacto negativo, el signo «+» significará un impacto positivo. Por último, en el caso que se identifique un riesgo como parte de las relaciones entre las acciones del proyecto y el entorno, éstas serán simbolizadas a través de la letra «R».

Finalmente, luego de haber definido los mecanismos de afectación y las actividades a desarrollar es necesario identificar a los receptores finales de los efectos obtenidos al evaluar las relaciones causa-efecto por cada mecanismo de afectación y sub-aspecto ambiental. Los receptores finales son definidos como las áreas donde se observaría la ocurrencia de los efectos producto del desarrollo de las actividades y/o emplazamiento de los componentes del proyecto.

5.3.2 Valoración final del impacto

Valorar un impacto implica medir primero aquello que se desea valorar y traducir luego esa medida a un valor⁷; para medir hay que contar con una unidad de medida y con un método que permita hacer comparables las medidas obtenidas por diferentes personas y en diferentes momentos. Por lo tanto, la valoración requiere disponer de niveles de referencia contrastados.

De acuerdo con lo anterior, la valoración de impactos, de acuerdo con la metodología a seguir (Gómez Orea, 2010), implica:

⁷ Gravedad del impacto cuando es negativo y grado de bondad cuando es positivo. Depende del grado, forma, cantidad y calidad en que un factor es alterado y al significado de dicha alteración. No se debe confundir «valoración del impacto» con «valorización o valoración económica del impacto». La valorización económica del impacto involucra proporcionar un valor monetario al impacto, mientras que la valoración del impacto se puede medir en unidades ambientales homogéneas o heterogéneas.

- Concretar el concepto de valor de un impacto ambiental, diferenciando entre estimación del efecto e interpretación ambiental del mismo. La valoración del impacto ambiental requiere formalizar ambas operaciones.
- Utilizar expertos y técnicas para identificar indicadores de impacto primero y medirlos después.
- Establecer un procedimiento para interpretar los efectos y traducirlos a unas mismas unidades de medida que permitan jerarquizarlos de forma consistente.

Respecto al concepto de valor del impacto, se tiene la siguiente definición (Gómez Orea, 2010):

«Mide la gravedad del impacto cuando es negativo y el grado de bondad cuando es positivo; en uno y otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma con que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración; la magnitud representa la cantidad y calidad del factor modificado. La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración.»

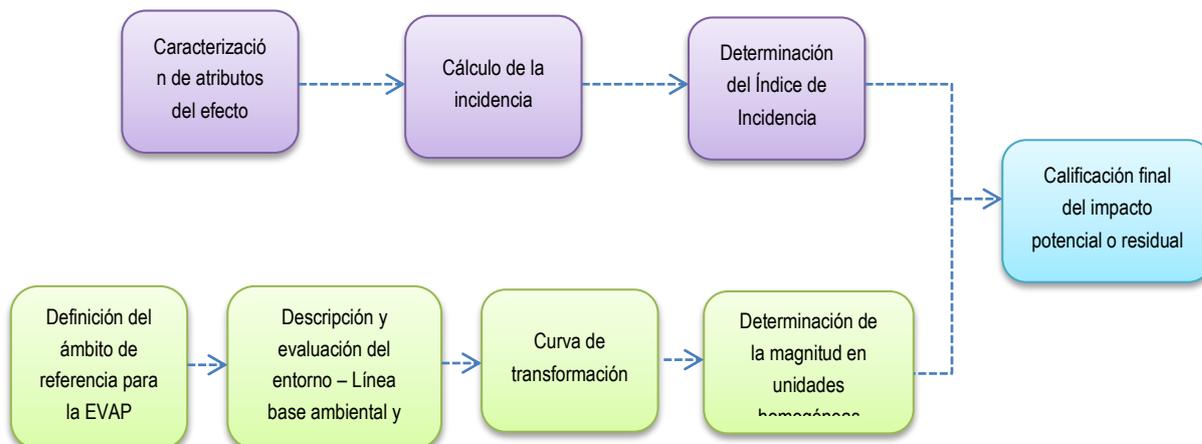
De lo anterior, el valor de un impacto dependerá de la cantidad y calidad del factor afectado, de la importancia o contribución de este a la calidad de vida en el ámbito de referencia, del grado de incidencia o severidad de la alteración y de las características del efecto expresadas por una serie de atributos que lo describen.

El tipo de valoración que se presenta en esta metodología es cuantitativa, la cual se formaliza a través de varias tareas bien delimitadas (ver **Ilustración 5.3.2**):

- Determinar un índice de incidencia para cada impacto estandarizado entre 0 y 1.
- Determinar la magnitud, lo que implica:
 - Determinar la magnitud en unidades distintas, heterogéneas e inconmensurables para cada impacto.
 - Estandarizar el valor de la magnitud entre 0 y 1, o lo que es lo mismo, transposición de esos valores a unidades homogéneas, comparables, adimensionales, de impacto ambiental.
- Calcular el valor de cada impacto a partir de la *magnitud* y la *incidencia* antes determinadas.
- En caso existan medidas de gestión ambiental adicionales, además de la *magnitud* del impacto potencial, se calculará la *magnitud* del impacto residual. Es importante mencionar que, para ambos casos, el cálculo de la *incidencia* es el mismo.
- Agregar los impactos parciales para totalizar valores correspondientes a niveles intermedios y general de los árboles de acciones o de factores.

Ilustración 5.3.2

Tareas para la evaluación cuantitativa de los impactos



Fuente: Gómez Orea, 2010
 Elaborado por: INSIDEO

5.3.2.1 Caracterización de los impactos: Índice de Incidencia

Esta fase consiste en describir los impactos identificados y considerados «significativos», según una serie de atributos de acuerdo a la metodología de evaluación de impactos de Gómez Orea (2007, 2010). Estos atributos son los siguientes:

- *Signo*: positivo o negativo, se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial que merece el efecto a la comunidad técnico-científica y a la población en general.
- *Inmediatez*: directo o indirecto. Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.
- *Acumulación*: simple o acumulativo. Efecto simple es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.
- *Sinergia*: sinérgico o no sinérgico. Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.
- *Momento* en que se produce: corto, medio o largo plazo. Efecto a corto, medio o largo plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual, antes de cinco años o en un periodo mayor respectivamente.
- *Persistencia*: temporal o permanente. Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida, mientras el temporal permanece un tiempo determinado.
- *Reversibilidad*: reversible o irreversible. Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras que el irreversible no puede serlo o solo después de muy largo tiempo.
- *Recuperabilidad*: recuperable o irrecuperable. Efecto recuperable es el que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, mientras no lo es el irrecuperable.

- *Periodicidad:* periódico o de aparición irregular. Efecto periódico es el que se manifiesta en forma cíclica o recurrente; efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.
- *Continuidad:* continuo o discontinuo. Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo, mientras el discontinuo se manifiesta de forma intermitente o irregular.

Una vez que se han clasificado los impactos, el Índice de Incidencia puede atribuirse de la siguiente manera:

- Tipificar las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento: inmediato, medio o largo plazo; recuperabilidad: fácil, regular o difícil, entre otros.
- Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; así por ejemplo, momento: inmediato 3, mediano plazo 2 y largo plazo 1 (ver **Cuadro 5.3.1**).

Cuadro 5.3.1
Código numérico para atributos del Índice de Incidencia

Atributos	Código	Carácter de los atributos	Peso
Signo del efecto		Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	X
Inmediatez	I	Directo	3
		Indirecto	1
Acumulación	A	Simple	1
		Acumulativo	3
Sinergia	S	Leve	1
		Media	2
		Fuerte	3
Momento	M	Corto	3
		Medio	2
		Largo plazo	1
Persistencia	P	Temporal	1
		Permanente	3
Reversibilidad	R	A corto plazo	1
		A medio plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad	Rc	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Continuidad	C	Continuo	3
		Discontinuo	1
Periodicidad	Pr	Periódico	3
		Irregular	1

Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental, Gómez Orea (2010)

Elaborado por: INSIDEO

- Aplicar una función para obtener un valor de Incidencia. De acuerdo a la metodología considerada se eligió la siguiente expresión⁸:

$$Incidencia = I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C$$

- Estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos, mediante la expresión⁹:

$$\text{Índice de Incidencia} = \frac{I - I_{min}}{I_{max} - I_{min}}$$

Siendo:

I = el valor de la incidencia obtenida en el punto 3 por cada impacto.

I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el mayor valor.

⁸ Evaluación Ambiental Estratégica, Gómez Orea, 2007.

⁹ De acuerdo a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Gómez Orea (2010).

I_{\min} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.

Para la presente metodología, los valores de I_{\min} e I_{\max} son de 17 y 51, respectivamente para todos los impactos.

5.3.2.2 Determinación de la magnitud del impacto

Una vez que se ha establecido la “*Incidencia del impacto*”, es necesario calificar la “*Magnitud del impacto*”, es decir cuál es el valor del mismo en términos cuantitativos para obtener la calificación final del impacto. Si bien la incidencia corresponde a la caracterización o tipo de impacto, la *magnitud* corresponde a la *intensidad* o grado de alteración del factor, la cual está respaldada por los resultados de modelamientos, estándares de calidad ambiental, referencias técnicas, legislación y análisis cartográfico.

En unidades heterogéneas

Esta tarea es la que muestra de forma más convincente el carácter interdisciplinario de los estudios de impacto ambiental: la predicción de los cambios desencadenados por una acción sobre el agua, suelo, aire, ecosistemas, procesos, paisaje, población, entre otros, y su medición requieren un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les compete y de los criterios utilizados por la comunidad científica.

La magnitud de las alteraciones sobre cada factor puede estar expresada de diferentes maneras según la naturaleza de cada uno de ellos y la unidad de medida que se pretende utilizar. Se denomina indicador a la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada el impacto, medida proporcionada por la diferencia entre el valor del indicador «con» y «sin» proyecto. El indicador es pues un mecanismo que se adopta para cuantificar un impacto.

En base a lo mencionado, la primera tarea para predecir la magnitud de los impactos es asignar un indicador cuantificable a cada uno de los identificados que lo representen de la mejor manera posible. En el caso no sea posible adoptar un indicador cuantificable representativo se deberá valorar el impacto de manera cualitativa o valorarlo semánticamente.

Un ejemplo de un indicador para el factor suelo sería el porcentaje de superficie alterada¹⁰:

$$I = \frac{\text{Superficie alterada}}{\text{Superficie total del ámbito de referencia}} \times 100$$

¹⁰ Evaluación de Impacto Ambiental, Gómez Orea, 2010.

Con este indicador se podría calcular, en unidades heterogéneas (hectáreas, m², entre otros), la variación entre la situación «sin» y «con» proyecto, cuantificando la magnitud del impacto.

En unidades homogéneas estandarizadas entre 0 y 1

Como fue presentado anteriormente, los indicadores de impacto vienen expresados en unidades heterogéneas y por tanto requieren ser transformados a unidades homogéneas, adimensionales, para hacerlos comparables, condición necesaria para jerarquizar los impactos que introduciría el proyecto.

Esta tarea, es decir, transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, se logra traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1. Para ello la presente metodología (Gómez Orea, 2010) utiliza la técnica de las funciones de transformación¹¹.

Para establecer las relaciones entre la magnitud de cada indicador, medida en las unidades propias de cada uno de ellos y su calidad ambiental expresada ya en unidades comparables, se utilizan las **funciones de transformación**. Dicha relación se puede representar sobre un sistema de coordenadas en cuyo eje de abscisas se dispone la magnitud del indicador ambiental y en el de ordenadas, el valor ambiental estandarizado entre 0 y 1. La relación puede estar expresada por una línea quebrada de tramos rectos que unen los puntos de valor conocido o ajustarse a una curva.

Es importante resaltar que la importancia de las funciones de transformación es la claridad con que expresan, gráficamente, la diferencia entre la variación de un elemento o proceso del medio y el significado ambiental de tal variación. El mecanismo de la función de transformación exige reflexionar explícitamente sobre el significado de las variaciones de tal manera que el esfuerzo de construir una función ayuda y obliga al evaluador a formar criterio y a hacerlo explícito¹².

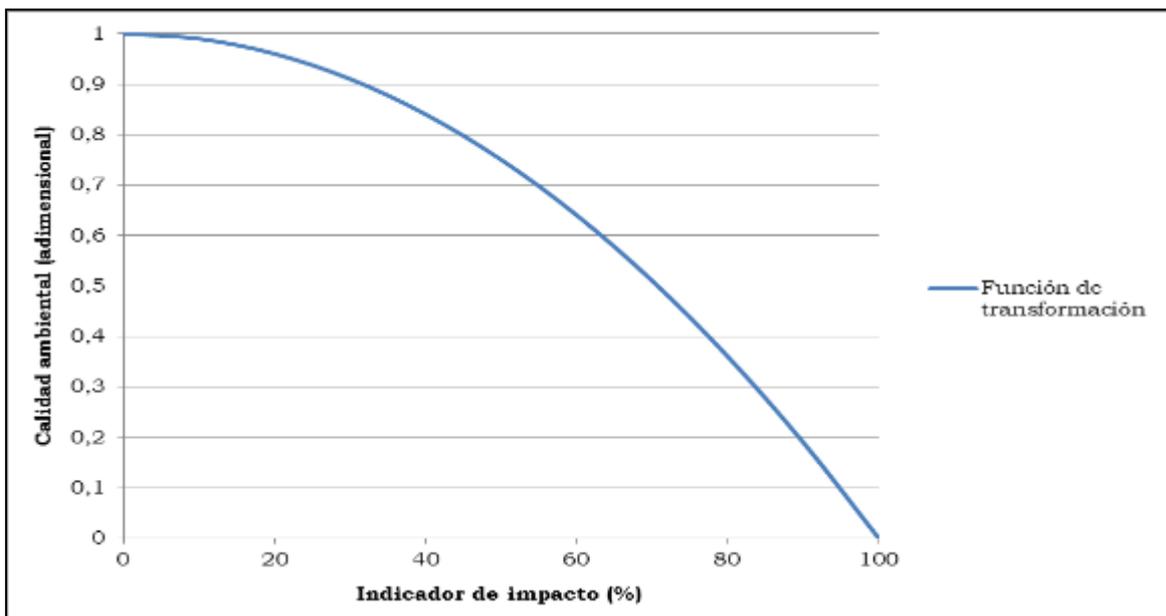
En el gráfico a continuación se presenta la función de transformación para el indicador antes utilizado, porcentaje de superficie alterada.

¹¹ Desarrolladas inicialmente por el Instituto Battelle – Columbus. Las funciones de transformación deben reflejar tanto el rigor científico de los factores evaluados como las condiciones del entorno.

¹² Cita del Libro Evaluación de Impacto Ambiental, Gómez Orea, 2010.

Gráfico 5.3.1

Modelo de función de transformación a unidades homogéneas



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010)

Elaborado por: INSIDEO

La elaboración de las **relaciones de transformación es uno de los más difíciles e interesantes desafíos de la metodología**; han de ser fruto del rigor científico y deben reflejar las condiciones específicas del entorno y el sentir de la población.

La construcción de las funciones de transformación y su ajuste a las condiciones del lugar, es tarea de especialistas trabajando con un método. Se recopilará información sobre el comportamiento de los criterios, factores ambientales a evaluar y sobre el área de estudio. Asimismo, se tendrán en consideración la normativa legal correspondiente en función del factor a evaluar. Teniendo en cuenta lo anterior se construirá la curva que mejor se ajuste al comportamiento del indicador para tal o cual factor.

Finalmente, aplicando las funciones de transformación a cada uno de los indicadores se obtiene, por diferencia entre la situación «sin» y «con» proyecto, el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, pero ahora expresado en unidades homogéneas, por tanto, comparables.

5.3.2.3 Equivalencias de parámetros

En esta sección se evalúan las equivalencias entre los parámetros de la valoración de impactos, de acuerdo con la metodología de Gómez Orea, 2010 y los parámetros solicitados durante la evaluación de los Términos de Referencia Específicos aprobados mediante Resolución Directoral N°00087-2019-SENACE-PE/DEAR.

Cuadro 5.3.2

Cuadro de equivalencias entre los parámetros de valoración de impactos

Atributos (Aprobados en los TDR)	Atributos (Gómez Orea)	Carácter de los atributos	Sección del componente de la evaluación de impactos
Su carácter positivo o negativo	Signo del efecto	Benéfico	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Perjudicial	
Directos e indirectos	Inmediatez	Directo	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Indirecto	
Acumulativos	Acumulación	Simple	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Acumulativo	
Sinérgicos	Sinergia	Leve	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Media	
		Fuerte	
Momento	Momento	Corto	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Medio	
		Largo plazo	
Duración	Persistencia	Temporal	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Permanente	
Reversibilidad	Reversibilidad	A corto plazo	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		A medio plazo	
		A largo plazo o no reversible	
Recuperabilidad	Recuperabilidad	Fácil	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Media	
		Difícil o irrecuperable	
Continuidad	Continuidad	Continuo	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Discontinuo	
Periodicidad	Periodicidad	Periódico	5.3.2.1 Índice de Incidencia
		Irregular	
Grado de perturbación	Magnitud del impacto en unidades heterogéneas	Indicador cuantificable del impacto o medida proporcionada por la diferencia entre el valor del indicador «con» y «sin» proyecto	5.3.2.2 Determinación de la magnitud del impacto
Valor o importancia ambiental (alta, media o baja)	Magnitud del impacto en unidades homogéneas	Funciones de transformación que indican el valor ambiental estandarizado entre 0 y 1	5.3.2.2 Determinación de la magnitud del impacto
Riesgo de Ocurrencia	Conservadoramente, todos los impactos evaluados tienen la probabilidad de 1, es decir se asume que van a ocurrir	El riesgo va de neutro a muy alto y se calcula de la multiplicación de la probabilidad por la magnitud	5.3.3 Valoración de riesgos
Extensión	Magnitud del impacto en unidades homogéneas y heterogéneas	La situación “sin proyecto” y “con proyecto” son comparadas en función del ámbito de referencia que es el espacio geográfico o territorio referencial para la evaluación	5.3.2.2 Determinación de la magnitud del impacto
Causa – Efecto	Matriz de verificación de doble entrada	Representación de la relación causa/ efecto entre las acciones del proyecto, los factores y subfactores ambientales	5.3.1 Identificación de impactos

Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental, Gómez Orea (2010)

Términos de Referencia Específicos de la MEIA Wayra I aprobados mediante Resolución Directoral N°00087-2019-SENACE-PE/DEAR. | Elaborado por: INSIDEO.

5.3.2.4 Valoración final del impacto

Con la finalidad de valorar los diferentes impactos, así como de jerarquizarlos, se utilizó la metodología antes descrita, la cual otorga valores entre 0 y 1 a la incidencia y magnitud de manera independiente. Como ambos oscilan entre 0 y 1, el valor de cada impacto también variará entre 0 y 1, siendo ese valor el que marque el valor y la jerarquía de los impactos.

La forma más directa de obtener el valor del impacto sobre cada factor consiste en la multiplicación de los índices de incidencia y magnitud. De acuerdo a la presente metodología, la calificación del impacto es tal y como se presenta en el cuadro a continuación¹³.

¹³ Evaluación Ambiental Estratégica, Gómez Orea, 2007.

Cuadro 5.3.3
Calificación del Impacto

Valor del impacto (Incidencia x Magnitud)	Incidencia										
	Muy alta		Alta		Media		Baja		Muy baja		Nula
	(1)	(0,9)	(0,8)	(0,7)	(0,6)	(0,5)	(0,4)	(0,3)	(0,2)	(0,1)	(0)
Muy alta (1)	1 Muy significativo	0,9 Muy significativo	0,8 Muy significativo	0,7 Muy significativo	0,6 Significativo	0,5 Significativo	0,4 Significativo	0,3 Moderado	0,2 Moderado	0,1 Compatible / Leve	No Impacto
Alta (0,8)	0,8 Muy significativo	0,72 Muy significativo	0,64 Significativo	0,56 Significativo	0,48 Significativo	0,4 Significativo	0,32 Moderado	0,24 Moderado	0,16 Moderado	0,08 Compatible / Leve	No Impacto
Media (0,6)	0,6 Significativo	0,54 Significativo	0,48 Significativo	0,42 Significativo	0,36 Moderado	0,3 Moderado	0,24 Moderado	0,18 Moderado	0,12 Compatible / Leve	0,06 Compatible / Leve	No Impacto
Baja (0,4)	0,4 Significativo	0,36 Moderado	0,32 Moderado	0,28 Moderado	0,24 Moderado	0,2 Moderado	0,16 Moderado	0,12 Compatible / Leve	0,08 Compatible / Leve	0,04 Compatible / Leve	No Impacto
Muy baja (0,2)	0,2 Moderado	0,18 Moderado	0,16 Moderado	0,14 Compatible / Leve	0,12 Compatible / Leve	0,1 Compatible / Leve	0,08 Compatible / Leve	0,06 Compatible / Leve	0,04 Compatible / Leve	0,02 Compatible / Leve	No Impacto
Nula (0)	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto	No Impacto

Fuente: Gómez Orea, 2007
Elaborado por: INSIDEO

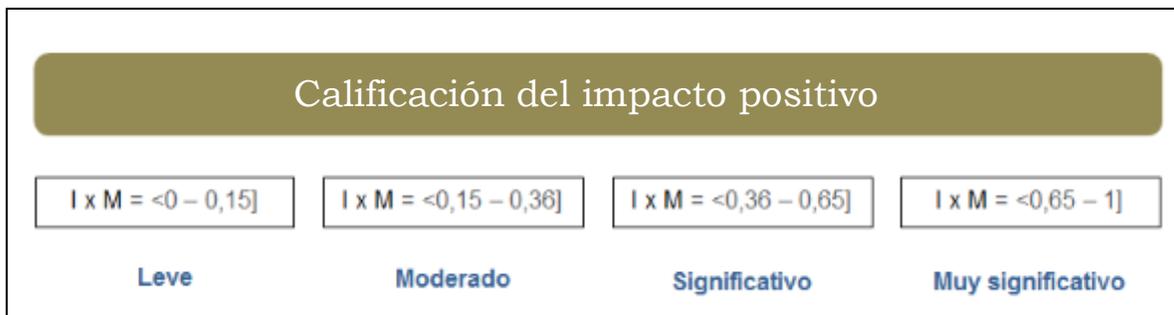
Asimismo, la calificación de los impactos de acuerdo a la clasificación de Gómez Orea (Gómez Orea, 2007), se puede presentar de la siguiente manera:

Ilustración 5.3.3
Calificación final del impacto negativo



Fuente: Gómez Orea, 2007
 Elaborado por: INSIDEO

Ilustración 5.3.4
Calificación final del impacto positivo



Fuente: Gómez Orea, 2007
 Elaborado por: INSIDEO

Por último, en el siguiente cuadro se presenta la equivalencia entre la calificación final del impacto según la metodología de Gómez Orea (Gómez Orea, 2007) y la calificación contemplada en el Decreto Legislativo que fortalece el funcionamiento de las autoridades competentes en el marco del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental, aprobado mediante D. L. N° 1394¹⁴.

¹⁴ Decreto Legislativo que fortalece el funcionamiento de las autoridades competentes en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.

Cuadro 5.3.4

Equivalencia entre la calificación final del impacto según Gómez Orea y el D. L. N° 1394

Calificación del impacto según la clasificación de Gómez Orea ⁽¹⁾	Calificación del impacto según el Decreto Legislativo que fortalece el funcionamiento de las autoridades competentes en el marco del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental ⁽²⁾
Compatible	Leve
Moderado	Moderado
Significativo	Alto
Muy significativo	

Fuente: (1) Gómez Orea, 2007 y (2) D. L. N° 1394.

Elaborado por: INSIDEO

5.3.3 Valoración de Riesgos

Para la valoración de riesgos se aplicará la metodología NICOLE (*Network for Industrially Contaminated Land in Europe*)¹⁵, según la cual la evaluación de riesgos es el análisis de la consecuencia potencial de una actividad y la definición de la probabilidad de que esta se pueda dar.

Las Matrices de Evaluación de Riesgos, las cuales se utilizarán para valorar los riesgos identificados, son un método práctico de obtener, por medio de una ponderación numérica, un tipo de riesgo que resulta de la multiplicación de la *probabilidad* de que ocurra un aspecto dado (positivo o negativo), por la *magnitud* que este representaría para un elemento determinado. Los riesgos que se obtienen a partir de las matrices son escenarios a futuro que se analizan en el presente con la finalidad de poder prevenirlos y crear planes o estrategias que permitan manejarlos de la mejor manera.

Para la elaboración de las Matrices de Evaluación de Riesgos, la *probabilidad* de que los riesgos previamente identificados se lleven a cabo se dividió en cinco categorías, de menor probabilidad (improbable) a mayor probabilidad (situación esperada). A cada una de estas categorías se le asignó un valor numérico, cuantificando la probabilidad.

¹⁵ Tomado de: Informe para una discusión: Necesidad de una Gestión Sostenible del Suelo: Aproximación al problema basada en la evaluación del riesgo.

Cuadro 5.3.5
Valoración de cada una de las categorías de probabilidad

Categoría	Valor Asignado
Improbable	1
Poco Probable	2
Probable	3
Muy Probable	4
Situación esperada	5

Elaborado por: INSIDEO

Por otro lado, la *magnitud* de la consecuencia que representa la posibilidad de que se lleve a cabo un riesgo determinado se subdividió en cinco niveles, cada uno con un valor numérico asignado, siendo el máximo negativo el peor escenario (afectación¹⁶ muy alta), según lo presentado en el cuadro a continuación.

Cuadro 5.3.6
Valoración de cada una de las categorías de magnitud

Nivel	Valor Asignado
Neutro	0
Afectación baja	-1
Afectación moderada	-2
Afectación alta	-3
Afectación muy alta	-4

Elaborado por: INSIDEO

Finalmente, para obtener el valor del riesgo se multiplicó el valor de la *probabilidad* elegida por el valor de la *magnitud* seleccionada. El resultado de esta operación genera un valor correspondiente a un riesgo específico, clasificado según la gama de colores presentada en el cuadro a continuación.

Cuadro 5.3.7
Valoración y clasificación de riesgos

Riesgo	Valoración del R (P x C)	Clasificación de escenarios
Riesgo muy alto	Del -16 al -20	
Riesgo alto	Del -11 al -15	
Riesgo moderado	Del -6 al -10	
Riesgo bajo	Del -1 al -5	
Neutro	0	

Elaborado por: INSIDEO

5.4 Identificación de los impactos y riesgos

En primer lugar se identificaron los impactos y riesgos a través de las siguientes tareas.

¹⁶ Entendida como el resultado de la acción de perjudicar, de influir desfavorablemente.

- Conocer el proyecto, sus etapas, elementos y actividades concretas.
- Conocer el medio en el que va a desarrollarse, es decir su entorno.
- Determinar las interacciones (relaciones recíprocas) entre ambos.

Las actividades y factores del medio que se identifiquen, cumplirán las características mencionadas en la **Sección 5.3.1**, es decir deberán ser relevantes, independientes, localizables y cuantificables.

En el **Cuadro 5.4.1** se han determinado las actividades del proyecto que son susceptibles de producir impactos y en el **Cuadro 5.4.2** se presentan los factores del entorno que pueden ser afectados por la ejecución del proyecto.

Por último, se realizó propiamente la identificación de impactos y la identificación de riesgos en una matriz de doble entrada, en la cual se colocaron las actividades del proyecto y los factores del entorno. Dicha matriz se muestra en la **Tabla 5.3.1** para las etapas de construcción, operación, y abandono. Cabe precisar que la evaluación de riesgos se realizará en la **Sección 5.7**.

Cuadro 5.4.1
Actividades del proyecto

Etapas	Actividades	Siglas¹
Construcción	Contratación de mano de obra temporal (calificada y no calificada)	CMO
	Compra de bienes y contratación de servicios	CB
	Habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo	HIF
	Transporte de aerogeneradores, materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal	TAM
	Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación	MDT
	Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso	HCA
	Obras civiles: Cimentaciones de los aerogeneradores	CA
	Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores	PMA
	Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión	CS
	Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras	MAE
	Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento	AIO
	Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE Flamenco existente	IEE
	Mantenimiento de equipos de construcción	MEC
	Conexión y pruebas de energización	CPE
	Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos	DEI
Operación	Restitución del terreno	RDA
	Contratación de mano de obra	CMO
	Operación y mantenimiento de aerogeneradores	OMA
	Operación y mantenimiento de los accesos internos y acceso principal	OMA
	Operación y mantenimiento de equipos de alta y media tensión	OME
Abandono	Contratación de personal temporal	CPT
	Actividades previas	ACP
	Corte de energía	CEN
	Desmantelamiento de equipos e instalaciones	DEI
	Desmantelamiento y demolición de obras civiles	DOC
	Desmontaje de componentes electromecánicos	DCE
	Restitución del área	RDA

(1): Aplicable para las Tablas 5.3.1, 5.5.1, 5.5.2 y 5.5.3.

Fuente: EGP.

Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 5.4.2
Factores socioambientales del entorno del proyecto

Subsistema	Medio	Factor	Sub-factor
Ambiental	Físico	Aire	Calidad de aire
		Ruido	Nivel de ruido
		Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes
		Suelos	Capacidad agrológica del suelo
		Agua	Calidad del agua
	Cantidad del agua		
	Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal
			Especies endémicas y/o con estatus de conservación
			Especies de flora de interés social
		Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna
			Especies endémicas y/o con estatus de conservación
			Especies de fauna de interés social
	Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática	
	De Interés Humano	Paisaje	Calidad del paisaje
Arqueología		Restos arqueológicos	
Socioeconómico	Social	Condiciones de vida	Infraestructura
			Confort de la población
			Salud y seguridad
			Servicios básicos
	Características culturales	-	
	Económico	Características económicas	Ocupación
			Actividades económicas principales y uso del suelo
			Retribución económica
Oferta de productos y servicios			

Fuente: INSIDEO, 2019.
Elaborado por: INSIDEO.

5.5 Valoración del impacto

En esta sección se cuantificarán los impactos del proyecto “Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado de la Central Eólica Wayra I para el Proyecto Wayra Extensión” de acuerdo a la metodología de evaluación de impactos de Gómez Orea (2007, 2010). A continuación, se presenta la lista de los factores a ser evaluados:

- Aire
- Ruido
- Radiaciones no ionizantes
- Suelos
- Agua
- Flora y vegetación
- Fauna terrestre
- Vida acuática

- Paisaje
- Restos arqueológicos
- Condiciones de vida
- Características culturales
- Características económicas

En las **Tablas 5.5.1, 5.5.2 y 5.5.3** se presenta la valoración de los impactos analizados en las etapas de construcción, operación y abandono, respectivamente. Es importante mencionar que los impactos evaluados consideran las medidas de gestión ambiental del **Capítulo 6.0**, sin agregar medidas de gestión adicionales a las ya solicitadas por el Estado peruano y por los estándares y políticas de EGP. La valoración de los impactos tendrá el sistema de categorías y sistema de colores según lo mencionado en la **Sección 5.3.2.4**.

Luego de su identificación, se procedió a describir los impactos según una serie de atributos de acuerdo a la metodología de evaluación de impactos de Gómez Orea (2007, 2010). Para cada impacto se calculó un valor de incidencia y magnitud, cuya multiplicación dio el valor final del impacto, el cual indica si se requiere o no medidas adicionales a las ya contempladas en la estrategia de manejo ambiental para poder gestionarlo.

A continuación, se presenta la valoración de los impactos sobre los diferentes factores.

5.5.1 Aire

5.5.1.1 Etapa de construcción

Calidad de aire

La evaluación de impactos sobre el aire se ha realizado mediante el análisis de la calidad del mismo respecto a los parámetros evaluados en el **Capítulo 4.0 (Sección 4.1.8)**, el cual comprendió la determinación de las concentraciones de material particulado y gases, de acuerdo al marco normativo y los lineamientos establecidos por el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos” (DIGESA, 2005) y los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire” (Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM).

De acuerdo a la **Sección 4.1.8** del presente documento, los resultados de línea base mostraron que los niveles de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), material particulado menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) y concentración de gases en el área de estudio se encuentran por debajo de los valores establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), con excepción de dos datos obtenidos durante el monitoreo, probablemente por condiciones muy puntuales.

En la presente evaluación de impactos, se han identificado actividades en la etapa de construcción susceptibles de producir variaciones sobre la calidad del aire (ver **Sección 2.4.2**). Estas actividades son las siguientes:

- Habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo
- Transporte de aerogeneradores, materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal
- Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación
- Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso
- Obras civiles: Cimentaciones de los aerogeneradores
- Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores
- Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión
- Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras
- Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento
- Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE Flamenco existente
- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

A continuación, se mencionan los impactos esperados de las actividades sobre la calidad del aire:

- Incremento en la concentración de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y gases como consecuencia del empleo de vehículos, maquinaria y movimiento de tierras.

Las emisiones de material particulado se producirán principalmente por las actividades de movimiento de tierras. Es importante mencionar que estas emisiones son dependientes en gran medida del contenido de humedad del material (USEPA, 1998), así como de la granulometría del mismo. Las bajas precipitaciones del área de estudio hacen que las concentraciones de material particulado permanezcan más tiempo suspendidas en el ambiente.

En cuanto a los trabajos de movimiento de tierra, estos se realizarán principalmente durante la excavación del terreno para la cimentación de los aerogeneradores, zanjas para el cableado y habilitación de caminos de acceso. Para estos trabajos se utilizarán excavadoras, retroexcavadoras y cargadores frontales, entre otra maquinaria. En el caso de los caminos de acceso, al ser un terreno con poca variación de pendiente, la habilitación no requiere un movimiento de tierra importante, por lo que solo se requerirá una nivelación del terreno y cerca del 90% del material removido será utilizado en la misma habilitación de la infraestructura, por lo que únicamente el 10% restante será ubicado en los depósitos de material excedente. Esta particularidad posibilita que la mayor parte del material

excedente no sea dispuesto en depósitos y por lo tanto el acarreo es mucho menor, con las consecuencias positivas de menores distancias de rodaduras y por ende menores emisiones de material particulado.

Por otro lado, la singularidad en los trabajos, hace que el escenario de emisiones para una central de este tipo sea el de pequeños núcleos o focos coincidentes con la ubicación de los aerogeneradores, puesto que en estos lugares se desarrollará la mayor parte de las actividades. Estos núcleos están unidos por fuentes lineales de emisión, constituidas por los caminos de acceso que incluyen las redes de cableado subterráneo. Este panorama es importante a considerar para el análisis, puesto que a pesar que las extensiones de terreno son significativas para la habilitación de la modificación de la central eólica, el área efectiva de actividades es en realidad muy reducida, de aproximadamente 1,3 % del polígono total de la modificación, a diferencia de otras actividades humanas. Esto se debe a que los aerogeneradores necesitan estar espaciados entre sí para evitar el efecto estela o apantallamiento que tienen los aerogeneradores sobre otros que se encuentren viento abajo, de tal manera que disminuyan la eficiencia de la generación por generación de turbulencias, tal y como se indicó en el **Capítulo 2**.

En términos de emisiones de gases, estas se producirán únicamente por el empleo de vehículos y maquinaria durante las actividades constructivas, prácticamente para todas las actividades en donde destacan las obras civiles, dado que, si no es necesario el empleo de equipos, se necesita el transporte de personal por lo menos y por ende, la utilización de vehículos motorizados.

En cuanto a los receptores sensibles, en el área circundante a la infraestructura de la modificación (y de toda la central Wayra I), no existen poblaciones, dadas las condiciones de extrema aridez existente.

Como parte de la siguiente metodología, se evaluarán los atributos o características del impacto sobre el sub-aspecto ambiental «calidad de aire» a través del índice de incidencia y la magnitud del mismo mediante la comparación de escenarios y funciones de transformación. Es importante mencionar que para este análisis se consideran las medidas de gestión ambiental adicionales a las operativas.

Incidencia

Se calificó a la incidencia del impacto sobre el sub-aspecto de calidad del aire:

Cuadro 5.5.1
Evaluación de atributos del impacto sobre la calidad del aire

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Negativo o perjudicial	Los impactos sobre la calidad del aire podrían derivar en la alteración de las condiciones del entorno (mayor cantidad de contaminantes en el aire)	-1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión directa e inmediata sobre la calidad del aire, puesto que como consecuencia del movimiento de tierras y rodadura de vehículos se desprende material particulado en el aire directamente.	3
Acumulación	Simple	La ocurrencia constante de una actividad que genere efectos sobre la calidad de aire no es de carácter aditivo. Los trabajos de habilitación del terreno son muy puntuales en el espacio y tiempo. No se espera que el incremento de material particulado en el aire genere otros efectos acumulativos en conjunto con otros componentes.	1
Sinergia	Leve	No se espera que el impacto actúe como efecto multiplicador en sinergia con otros factores ambientales. El material particulado tiene un efecto simple en el ambiente, teniendo en cuenta además que no existen receptores sensibles, puesto que no hay ocupación humana en la zona.	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante (variación en las concentraciones de material particulado y gases en el aire). La afectación de la calidad del aire se manifiesta sin demora, luego del aporte.	3
Persistencia	Temporal	El impacto únicamente se dará dentro de las actividades constructivas de cada frente de trabajo, cuya duración está en el orden de semanas/meses.	1
Reversibilidad	Reversible a corto plazo	Mediante procesos naturales se puede retornar a las condiciones previas rápidamente. El área del proyecto es abierta, sin obstáculos que signifiquen restricciones a la ventilación y renovación de la masa de aire circundante a los frentes de trabajo. Las mismas características de alta intensidad de vientos, hace que la autodepuración sea rápida.	1
Recuperabilidad	Fácilmente recuperable	Mediante procesos naturales y/o de acción humana (a través de medidas de control y/o mitigación) se pueden recuperar las condiciones basales. Si bien es cierto, el impacto es reversible naturalmente, algunas obras humanas como el afianzamiento del sustrato, puede apoyar a la reducción del desprendimiento de las partículas del suelo.	1

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Periodicidad	Periódico	El efecto no se manifiesta aleatoriamente o de manera irregular, si no durante los horarios de trabajo de los frentes	3
Continuidad	Continuo	La variación en la calidad del aire es una alteración constante en el tiempo, en el marco temporal de la etapa de construcción, que obedece a un cronograma de actividades diarias/semanales/mensuales	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto, el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre el sub-aspecto de calidad del aire es de 25 y 0,235, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 + 3) = 25$$

$$Indice\ de\ incidencia = \frac{Incidencia - Incidencia_{min}}{Incidencia_{max} - Incidencia_{min}} = \frac{25 - 17}{51 - 17} = 0,235$$

Magnitud

De manera conservadora, se consideró que el principal parámetro susceptible de ser afectado por actividades constructivas es el material particulado de diámetro menor a 10 µm (PM₁₀) y 2,5 µm (PM_{2,5}), por los bajos valores en estado basal de los demás parámetros (gases) en la cercanía del área de influencia, así como a los bajos aportes por parte del proyecto con relación a estos otros parámetros. Por ello, el indicador elegido, que se estima representativo, relevante y que permite cuantificar, localizar el impacto y compararlo con la legislación nacional vigente, es el siguiente:

- Promedio del nivel de inmisión de PM₁₀ y PM_{2,5} en un punto representativo (punto situado entre los focos de emisión y el centro poblado más cercano al Proyecto dentro del distrito, el cual se ubica a más de 7 km del Proyecto, denominado Asociación Justo Pastor).

En tal sentido, se definen los escenarios «sin proyecto» y «con proyecto»:

- El escenario “sin proyecto” se refiere a los resultados de concentración de material particulado menor a 10 µm (PM₁₀) y 2,5 µm (PM_{2,5}), presentados en la línea base ambiental (**Capítulo 4.0**) en el punto representativo seleccionado. Este escenario es válido puesto que durante la evaluación no existieron actividades constructivas.

- El escenario “con proyecto” se refiere a los resultados del inventario de emisiones y respectivo modelamiento de material particulado en un punto de interés seleccionado por estar al sur del área. Las coordenadas del receptor son: N 8331232 m, E 498349 m. El punto mencionado se presenta en los resultados del modelamiento de dispersión (**Anexo 5.5.2**).
- De forma complementaria se consideró la información de niveles de material particulado en un punto representativo evaluado durante el muestreo de línea base para la presente modificación (coincidente con el receptor sensible del modelamiento).

El modelamiento de dispersión realizado en el presente estudio fue desarrollado para evaluar de forma cuantitativa los efectos que tendrán las emisiones de PM10 y PM2.5, por ser parámetros representativos del desarrollo de las actividades adicionales propuestas en la Modificación del EIA.

Para el desarrollo del inventario de emisiones se consideraron dos (02) escenarios: situación sin medidas de control y situación con medidas de control. En cuanto al modelo empleado se seleccionó el modelo AERMOD debido a que presenta una serie de ventajas comparativas dadas las condiciones del proyecto (fuentes de emisión, topografía, meteorología, etc.) y más aún, es recomendado por la USEPA. Además, tiene la capacidad de simular la dispersión de gases o partículas desde varias fuentes simultáneamente, las cuales pueden tener niveles de emisión variable según la hora, día, mes o temporada. Por las razones mencionadas, se considera que el modelo AERMOD es idóneo para realizar el modelamiento de dispersión atmosférica bajo las condiciones del proyecto.

Entre las consideraciones se determinaron como fuentes de emisión a las actividades de carguío, descarga, movimiento de tierras y acarreo asociada a los aerogeneradores, planta de concreto, sub estación Flamenco, componentes temporales, vías de acceso y la canalización de media tensión. Además, se consideró un receptor discreto ubicado en la zona sur del área de estudio.

Cuadro 5.5.2
Resumen de inventario de emisiones - Etapa de construcción

Instalación	Actividad	Escenario sin medidas de control		Factor de control (%)	Escenario con medidas de control	
		Emisiones (g/s)			Emisiones (g/s)	
		PM ₁₀	PM _{2.5}		PM ₁₀	PM _{2.5}
Aerogeneradores	Carguío	1,25E-02	1,89E-03	75	3,12E-03	4,73E-04
	Descarga	7,87E-04	1,19E-04	70	2,36E-04	3,58E-05
	Movimiento de tierras	2,00E-01	7,60E-02	75	5,00E-02	1,90E-02
	Acarreo	4,70E-01	4,70E-02	98,9	5,22E-03	5,22E-04
Planta de concreto	Descarga	2,97E-05	4,50E-06	--	2,97E-05	4,50E-06
	Acarreo	3,90E+00	3,90E-01	87	5,05E-01	5,05E-02
S.E. Flamenco	Carguío	8,01E-05	1,21E-05	75	2,00E-05	3,03E-06
	Movimiento de tierras	1,21E-03	4,59E-04	75	3,02E-04	1,15E-04
Componentes temporales	Carguío	2,02E-03	3,07E-04	75	5,06E-04	7,66E-05
	Movimiento de tierras	7,75E-02	2,95E-02	75	1,94E-02	7,37E-03
Accesos	Carguío	1,35E-02	2,04E-03	75	3,37E-03	5,11E-04
	Movimiento de tierras	2,03E-01	7,72E-02	75	5,08E-02	1,93E-02
Canalización de media tensión	Carguío	4,90E-03	7,42E-04	75	1,23E-03	1,86E-04
	Movimiento de tierras	7,39E-02	2,81E-02	75	1,85E-02	7,02E-03
Total		4,96E+00	6,53E-01	--	6,57E-01	1,05E-01

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Sobre esta base, se realizó el modelamiento, utilizando la información horaria de velocidad y dirección del viento de un año, obtenida de la operación actual de los aerogeneradores. En el **Anexo 5.5.2** se presenta el informe de modelamiento AERMOD para la etapa constructiva de la modificación (escenarios con y sin medidas de control).

Cuadro 5.5.3

Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario sin medidas de control

Receptor discreto	Aportes en el receptor discreto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	PM ₁₀ - periodo anual	PM ₁₀ - periodo 24 horas	PM _{2,5} - periodo anual	PM _{2,5} - periodo 24 horas
R-1	0,14	1,52	0,37	4,19

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 5.5.4

Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario con medidas de control

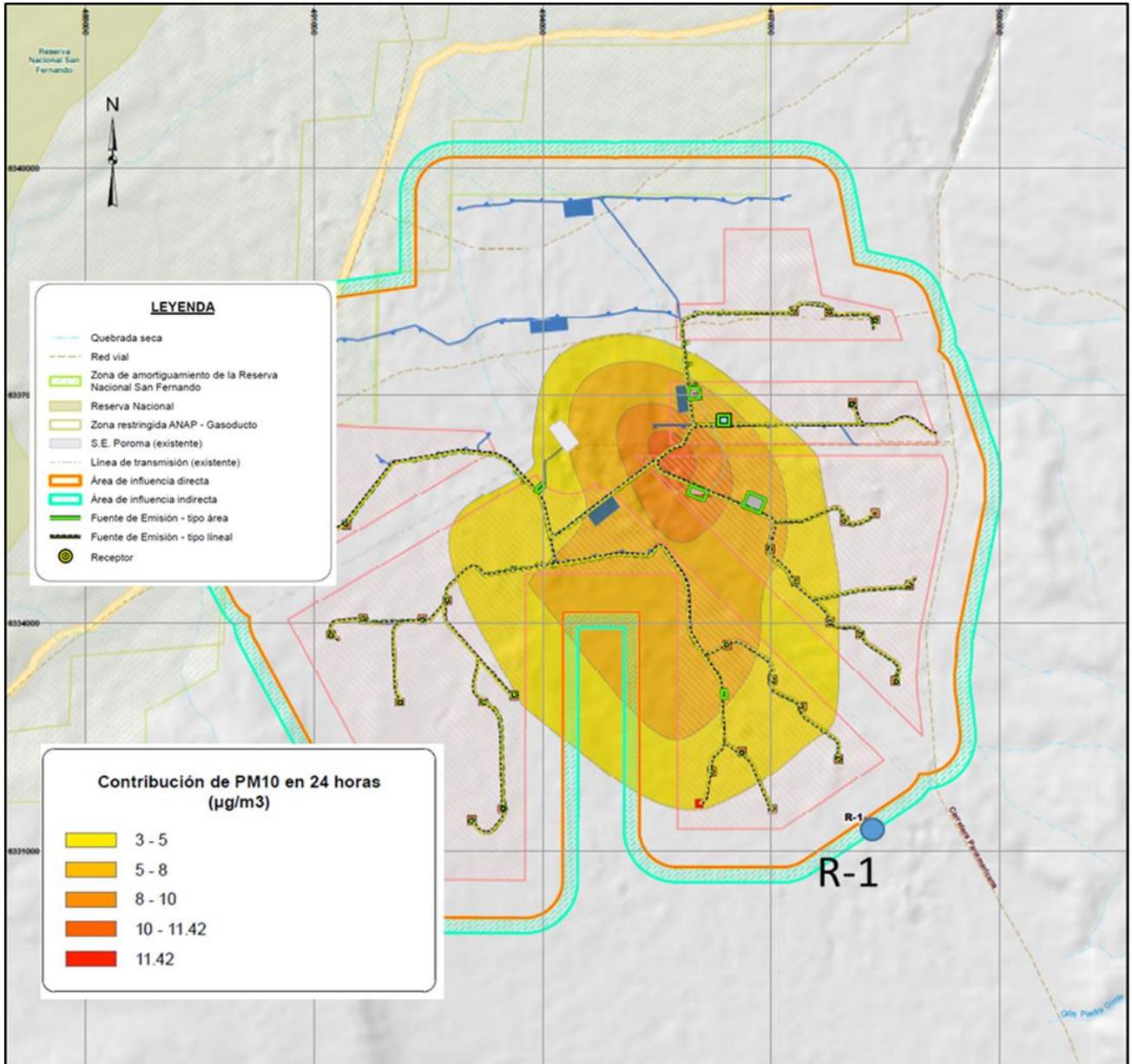
Receptor discreto	Aportes en el receptor discreto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	PM ₁₀ - periodo anual	PM ₁₀ - periodo 24 horas	PM _{2,5} - periodo anual	PM _{2,5} - periodo 24 horas
R-1	0,05	0,53	0,03	0,33

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

En la **Ilustración 5.5.1** se presenta el alcance geográfico de los aportes de material particulado PM₁₀ en 24 horas para el escenario con medidas de control (residual).

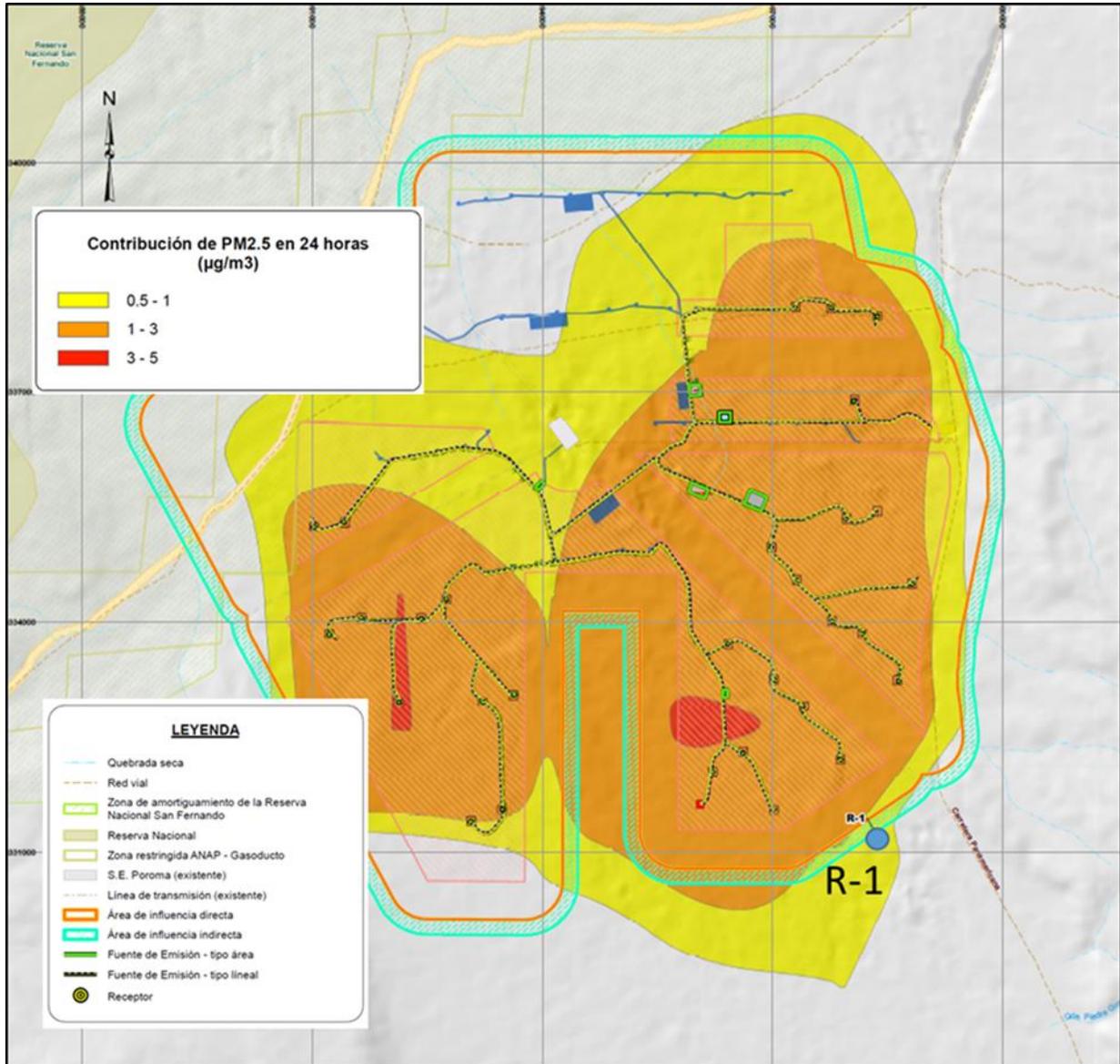
Ilustración 5.5.1
Resultados del modelamiento de dispersión de material particulado PM₁₀ para la etapa constructiva (con medidas de control)



Elaboración: INSIDEO, 2019.

En la **Ilustración 5.5.2** se presenta el alcance geográfico de los aportes de material particulado PM₂₅ en 24 horas para el escenario con medidas de control (residual).

Ilustración 5.5.2
Resultados del modelamiento de dispersión de material particulado PM_{2,5} para la etapa constructiva (con medidas de control)



Elaboración: INSIDEO, 2019.

En el siguiente cuadro se presentan los valores del indicador seleccionado (concentración de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en µg/m³) para las situaciones sin y con proyecto, tanto para el escenario sin medidas de control como con medidas de control.

Cuadro 5.5.5

Indicador (concentración de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en µg/m³) en las situaciones “sin” y “con proyecto” – Escenario sin medidas de control

Situación	Concentración de PM ₁₀ (µg/m ³) en el punto representativo	Concentración de PM _{2,5} (µg/m ³) en el punto representativo
Sin proyecto ⁽¹⁾	19,4	11,4
Con proyecto ⁽²⁾	20,92	15,59

Nota:

(1) Información de línea base de la estación A-01 (estación ubicada al sur del polígono de la Modificación de la Central Eólica Wayra I).

(2) Suma aritmética entre los aportes estimados mediante el modelamiento AERMOD y la concentración registrada durante las mediciones de línea base de la Modificación (SGS, 2019).

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 5.5.6

Indicador (concentración de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en µg/m³) en las situaciones “sin” y “con proyecto” – Escenario con medidas de control

Situación	Concentración de PM ₁₀ (µg/m ³) en el punto representativo	Concentración de PM _{2,5} (µg/m ³) en el punto representativo
Sin proyecto ⁽¹⁾	19,4	11,4
Con proyecto ⁽²⁾	19,93	11,73

Nota:

(1) Información de línea base de la estación A-01 (estación ubicada al sur del polígono de la Modificación de la Central Eólica Wayra I).

(2) Suma aritmética entre los aportes estimados mediante el modelamiento AERMOD y la concentración registrada durante las mediciones de línea base de la Modificación (SGS, 2019).

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Una vez calculados los valores del indicador en cuestión para los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades heterogéneas, se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas. Posteriormente, se elaboró la curva de transformación, que se presenta en el **Anexo 5.5.1**.

En el caso del material particulado menor a 10 µm, se considera que la mejor calidad ambiental potencial se da cuando la concentración es 0 µg/m³ (en unidades homogéneas tiene el valor de 1). El Estándar de Calidad Ambiental para PM₁₀ (equivalente a 100 µg/m³ para 24 horas), se expresa en una calidad ambiental media (es decir, 0,5 unidades homogéneas). En el caso de una calidad ambiental sub-estándar (en unidades homogéneas, 0), se consideró 200 µg/m³.

Para el caso del material particulado menor a 2,5 µm, se considera que la mejor calidad ambiental potencial se da cuando la concentración de material particulado PM_{2,5} es 0 µg/m³ (en unidades homogéneas, tiene el valor de 1). El Estándar de Calidad Ambiental de material particulado PM_{2,5} (equivalente a 25 µg/m³), se expresa en una calidad ambiental

media (es decir, 0,5 unidades homogéneas). En el caso de una calidad ambiental sub-estándar (en unidades homogéneas, 0), se consideró una concentración de 50 µg/m³.

En el **Cuadro 5.5.7** y **Cuadro 5.5.8** se presentan los valores relativos (heterogéneos) y a escala (homogéneos) de los indicadores en las situaciones «sin proyecto» y «con proyecto» para los puntos de interés (receptores sensibles), tanto para el escenario sin medidas de control como con medidas de control.

Cuadro 5.5.7
Magnitud de la afectación de la calidad del aire – Etapa de construcción (sin medidas de control)

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	
Concentración de PM ₁₀ en punto representativo	19,4	20,92	0.6989	0.6499	0.0490
Concentración de PM _{2,5} en punto representativo	11,4	15,59	0.8960	0.8056	0.0905

Fuente: INSIDEO
 Elaborado por: INSIDEO

Cuadro 5.5.8
Magnitud de la afectación de la calidad del aire – Etapa de construcción (con medidas de control)

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	
Concentración de PM ₁₀ en punto representativo	19,4	19,93	0.6989	0.6822	0.0167
Concentración de PM _{2,5} en punto representativo	11,4	11,73	0.8960	0.8899	0.0061

Fuente: INSIDEO
 Elaborado por: INSIDEO

Valoración final

Una vez calculadas las unidades homogéneas, se procedió a calcular la magnitud a través de la resta de las unidades homogéneas bajo la situación «sin proyecto» y «con proyecto», respectivamente, tanto para el escenario sin medidas de control como con medidas de control. Finalmente, se calculó la valoración final del impacto mediante la multiplicación

del índice de incidencia y magnitud estimadas según lo indicado en los párrafos precedentes.

Como se observa en los siguientes cuadros, el impacto que será generado por las acciones a desarrollar durante la etapa de construcción del proyecto (sin medidas de control) ha sido catalogado como ***compatible*** con el entorno. Asimismo, el impacto generado con medidas de control también ha sido catalogado como ***compatible*** con el entorno.

Cuadro 5.5.9

Valoración final del impacto sobre la calidad del aire – Etapa de construcción (sin medidas de control)

Impacto	Indicador	Incidencia	Magnitud	Valoración final	Relevancia
Incremento en la concentración de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2,5}) y gases como consecuencia del empleo de vehículos, maquinaria y movimiento de tierras.	Concentración de PM ₁₀ en punto representativo	0,235	0.0490	0.0115	Compatible
	Concentración de PM _{2,5} en punto representativo	0,235	0.0905	0.0213	Compatible

Fuente: INSIDEO.
 Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 5.5.10

Valoración final del impacto sobre la calidad del aire – Etapa de construcción (con medidas de control)

Impacto	Indicador	Incidencia	Magnitud	Valoración final	Relevancia
Incremento en la concentración de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2,5}) y gases como consecuencia del empleo de vehículos, maquinaria y movimiento de tierras.	Concentración de PM ₁₀ en punto representativo	0,235	0.0167	0.0039	Compatible
	Concentración de PM _{2,5} en punto representativo	0,235	0.0061	0.0014	Compatible

Fuente: INSIDEO.
 Elaborado por: INSIDEO.

5.5.1.2 Etapa de operación

Calidad de aire

Al respecto, durante la etapa de operación, las actividades de generación de energía por la Modificación de la Central Eólica Wayra no presentan efectos o impactos sobre el sub-factor

calidad del aire. Si bien durante esta etapa existirán actividades de monitoreo y mantenimiento que involucran transporte de personal y equipos y por lo tanto, uso de vehículos, las actividades serán muy puntuales en el espacio y en el tiempo. Por ello, se considera que la contribución de material particulado y gases es insignificante y que no constituye un impacto ambiental relevante para el análisis. Estas afirmaciones, derivadas del juicio de expertos, están apoyadas en la estimación de las escasas contribuciones de material particulado previstas para las superficies de rodadura de los caminos de acceso y por ende, de muy escaso alcance geográfico y magnitud. La generación de energía eléctrica a través de la conversión de la energía eólica no constituye una fuente de contaminantes al aire por lo que es considerada una energía limpia y necesaria para hacer frente al cambio climático, precisamente por no ser considerada como fuente de gases de efecto invernadero.

5.5.1.3 Etapa de abandono

Calidad de aire

Durante la etapa de abandono, se tiene prevista la realización de las siguientes actividades que tienen consecuencias sobre la calidad del aire:

- Desmantelamiento de equipos e instalaciones
- Desmantelamiento y demolición de obras civiles
- Desmontaje de componentes electromecánicos
- Restitución del área

Los impactos esperados de las actividades sobre los niveles de calidad de aire en la etapa de abandono son:

- Incremento en la concentración de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y gases como consecuencia del empleo de vehículos, maquinaria y movimiento de tierras durante la etapa de abandono.

De forma conservadora se asume que los impactos serán similares a los identificados en la etapa constructiva por lo que en la **Tabla 5.5.3** se detalla dicho análisis. Dado que, en órdenes de magnitud, los impactos derivados del abandono de los componentes actuales de la Central Eólica Wayra I y los de la Modificación, son en la práctica los mismos por el número similar de estructuras, se considera que este análisis es válido para ambos escenarios. Es importante tener en cuenta que estos escenarios, si bien es cierto son similares, no presentan traslape temporal debido a al desfase entre los cronogramas de abandono entre la infraestructura existente y la proyectada.

5.5.2 Ruido

5.5.2.1 Etapa de construcción

Nivel de ruido

Las actividades que generarán impactos durante la etapa de construcción sobre el factor ruido se mencionan a continuación:

- Habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo
- Transporte de aerogeneradores, materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal
- Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación
- Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso
- Obras civiles: Cimentaciones de los aerogeneradores
- Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores
- Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión
- Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras
- Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento
- Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE Flamenco existente
- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

Los impactos esperados de las actividades sobre los niveles de ruido en la etapa de construcción son:

- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades de construcción.

Las actividades de construcción anteriormente mencionadas generarán un incremento en los niveles basales de ruido. Sin embargo, el incremento del nivel de ruido solo se dará durante las horas de trabajo, durante periodos cortos en una escala temporal. Por las características del efecto, una vez culminada la actividad emisora de ruido, este cesa inmediatamente.

Es importante mencionar que, según los resultados de línea base ambiental (**Capítulo 3.0**), los niveles de ruido si bien no superan los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido en horarios diurnos o nocturnos estos valores son en promedio de 65 dB y 55 dB, respectivamente, debido a la cercanía de la carretera Panamericana, que cuenta con una gran afluencia de vehículos.

Las emisiones de ruido se producirán principalmente por las actividades que involucren maquinarias como las obras civiles. Los trabajos de movimiento de tierras se realizarán

principalmente durante las excavaciones para la cimentación de los aerogeneradores, zanjas para el cableado y habilitación de caminos de acceso. Para estos trabajos se utilizarán excavadoras, retroexcavadoras y cargadores frontales, entre otra maquinaria. Al igual que en el caso de calidad de aire, la habilitación de caminos de acceso no requiere un movimiento de tierra importante, por lo que el transporte para el acarreo es mucho menor, con las consecuencias positivas de menores distancias de rodaduras y por ende menor generación de ruido por dicha actividad.

Por otro lado, la singularidad en los trabajos, hace que el escenario de emisiones para una central de este tipo sea el de pequeños núcleos o focos coincidentes con la ubicación de los aerogeneradores, puesto que en estos lugares se desarrollará la mayor parte de las actividades (cimentaciones, plataformas, etc.). Estos núcleos están unidos por fuentes lineales de emisión, constituidas por los caminos de acceso que incluyen las redes de cableado subterráneo. Este panorama es importante a considerar para el análisis, puesto que el área efectiva de actividades es en realidad muy reducida, de aproximadamente 1,3 % del polígono total de la modificación, a diferencia de otras actividades humanas que ocupan masivamente el territorio.

En cuanto a los receptores sensibles, en el área circundante a la infraestructura de la modificación (y de toda la central Wayra I), no existen poblaciones, dadas las condiciones de extrema aridez existente.

En ese sentido, en el presente análisis se considera la evaluación de impactos por aportes de ruido, producto de la etapa constructiva, en un punto ubicado entre el centro poblado más cercano (que se encuentra aproximadamente a 7km del área del Proyecto y fuera del área de influencia del mismo) y que corresponde a la Asociación Justo Pastor y los focos de emisión.

Como parte de la siguiente metodología, se evaluarán los atributos o características del impacto sobre el aspecto ambiental «ruido» a través del índice de incidencia y la magnitud del mismo mediante la comparación de escenarios y la función de transformación. Es importante destacar que esta metodología permitirá precisar la valoración del impacto dado que requiere un mayor nivel de información y utilizará niveles estimados de ruido para predecir la magnitud del impacto.

Incidencia

Se calificó a la incidencia del impacto sobre el sub-aspecto niveles de ruido:

Cuadro 5.5.11
Evaluación de atributos del impacto sobre el nivel de ruido

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Negativo o perjudicial	El impacto deriva a una afectación negativa al ambiente y a receptores sensibles.	-1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión directa inmediata sobre los niveles de ruido. La dispersión del sonido a través del aire es directa, al no existir obstáculos que lo desvíen o atenúen en el área.	3
Acumulación	Simple	Se generan efectos constantes y lineales en el tiempo. El ruido generado no presenta acumulación con otros factores, de tal manera que el efecto se magnifique.	1
Sinergia	Leve	No se espera que el impacto actúe como efecto multiplicador en sinergia con otros factores. El ruido se manifiesta en forma simple, pues al no ser acumulativo, tampoco es sinérgico.	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante (variación en las niveles de presión sonora). Las ondas sonoras se propagan inmediatamente luego de la generación de ruido desde la fuente.	3
Persistencia	Temporal	El impacto únicamente se dará dentro de las actividades constructivas cuya duración se encuentra en el orden de semanas/meses	1
Reversibilidad	Reversible a corto plazo	Mediante procesos naturales el impacto puede ser asimilado rápidamente. Solamente se necesita el cese del ruido generado en la fuente.	1
Recuperabilidad	Fácilmente recuperable	Una vez terminadas las actividades, las condiciones volverán a ser normales para el área de estudio. Al ser totalmente reversible, es también totalmente recuperable.	1
Periodicidad	Periódico	El efecto se manifiesta en los horarios de trabajo durante la etapa constructiva	3
Continuidad	Continuo	La variación en los niveles de ruido es una alteración constante en el tiempo, en el marco temporal de los frentes de trabajo de la etapa de construcción, que obedece a un cronograma de actividades programadas	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto, el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre el sub-aspecto de nivel de ruido es de 25 y 0,235, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 + 3) = 25$$

$$\text{Indice de incidencia} = \frac{\text{Incidencia} - \text{Incidencia}_{\min}}{\text{Incidencia}_{\max} - \text{Incidencia}_{\min}} = \frac{25 - 17}{51 - 17} = 0,235$$

Siguiendo con la valoración de los atributos del impacto, se cuantifica la magnitud del impacto, para lo cual se requiere la determinación de un indicador que permita comparar y cuantificar el efecto del cambio en las situaciones en contraste (“sin proyecto” y “con proyecto”). Con el fin de cuantificar de manera objetiva y conservadora la variación entre las situaciones propuestas, en el **Anexo 5.5.3** se presenta el “Modelo de propagación de ruido” elaborado por INSIDEO para el alcance propuesto en la presente Modificación.

Magnitud

Siguiendo con la valoración de los atributos del impacto, se cuantifica la magnitud del impacto, para lo cual se requiere la determinación de un indicador que permita comparar y cuantificar el efecto del cambio en las situaciones en contraste («sin proyecto» y «con proyecto»).

El principal parámetro susceptible de ser afectado es el nivel de ruido equivalente durante el periodo diurno en compensación A (L_{AeqT}). Se considera este parámetro por su comparabilidad con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido y se considera el periodo diurno por el horario de trabajo de las actividades constructivas. Por estos motivos, el indicador elegido, de acuerdo a que se estima representativo, relevante, que permite cuantificar, localizar el impacto y compararlo con la legislación nacional vigente, es el siguiente:

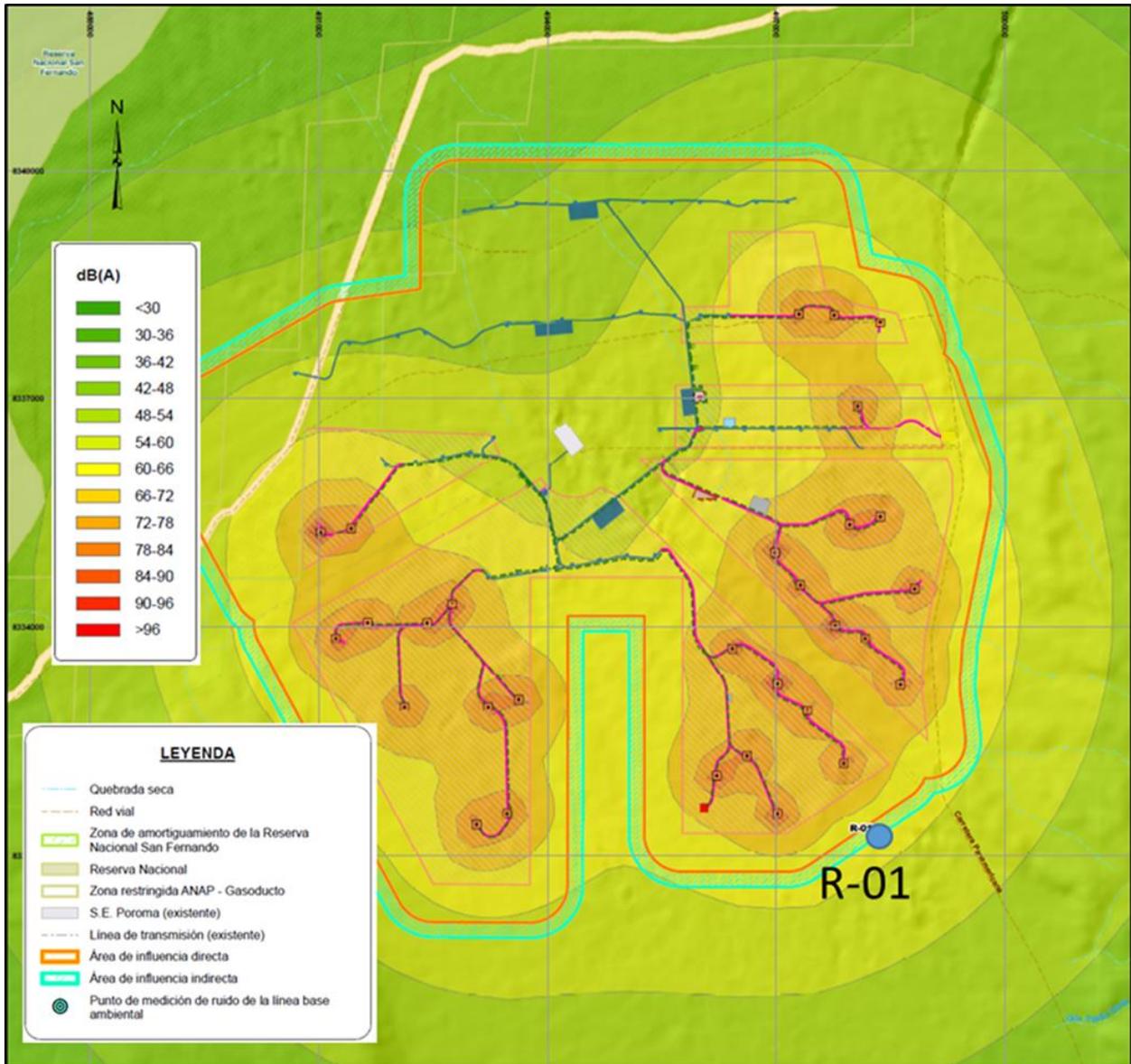
- Nivel sonoro equivalente diurno (L_{eq} en dB(A)) en un receptor sensible

En tal sentido, se definen los escenarios «sin proyecto» y «con proyecto»:

- El escenario “sin proyecto” se refiere a los resultados de nivel de ruido presentados en la línea base ambiental (**Capítulo 4.0**) para la estación R-01 (estación en un lugar ubicado entre los focos de emisión y la asociación Justo Pastor).
- El escenario “con proyecto” se refiere al nivel de ruido previsto a ser emitido por los frentes de trabajo, asumiendo que las actividades de mayor aporte están relacionadas con el movimiento de tierras. Este escenario será provisto por el modelamiento de dispersión de ruido ejecutado para la construcción de la infraestructura de la modificación.

Utilizando el programa de simulación acústica Soundplan, se simuló la dispersión del ruido generado por las actividades de construcción de los 30 aerogeneradores. Los resultados muestran que el aporte de ruido de la construcción de la modificación de la central en la estación R-01 será de 62,2 dB, tal como se muestra en la siguiente Ilustración.

Ilustración 5.5.3
Resultados del modelamiento de ruido para la etapa constructiva



Elaborado por: INSIDEO, 2019.

Durante los trabajos de línea base se obtuvo un nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) de 71 dB(A) para el horario diurno en el punto R-01, por lo cual ese valor se asume como el correspondiente a la situación sin proyecto.

Para la obtención del nivel de presión sonora en la misma estación R-01, es importante destacar que para el sub-aspecto niveles de ruido la suma se da en términos del nivel de

energía y/o presión sonora, bajo una suma logarítmica y no de manera aritmética. La suma de niveles de presión se desarrolla con la siguiente ecuación:

$$LAeqT\ suma = 10 \times \log_{10}(10^{\frac{n1}{10}} + 10^{\frac{n2}{10}} + 10^{\frac{n3}{10}} \pm \dots + 10^{\frac{nX}{10}})$$

Donde:

LAeqT suma: Suma de los niveles de presión sonora

\log_{10} : Logaritmo en base 10

n_X : Número de fuentes generadoras de ruido

De acuerdo con los supuestos, la suma de los niveles de presión sonora de las actividades constructivas más el aporte de ruido que ya existe sin proyecto corresponde a:

$$LAeqT\ suma = 10 \times \log_{10}(10^{\frac{71}{10}} + 10^{\frac{62,2}{10}})$$

$$LAeqT\ suma = 71,54\ dB$$

En el siguiente cuadro se presentan los valores de los indicadores seleccionados: Nivel de presión sonora continua equivalente en horario diurno para las situaciones sin y con proyecto respectivamente.

Cuadro 5.5.12

Indicador (nivel de ruido equivalente en horario diurno, en dB(A)) en las situaciones sin y con proyecto

Situación	Nivel de ruido en horario diurno (db(A))
Sin proyecto ⁽¹⁾	71
Con proyecto ⁽²⁾	71,54

(1) Valor de línea base de la estación R-01, 2019.

(2) Valor estimado tomando en consideración las actividades de construcción de la modificación y el ruido generado de acuerdo a Línea Base.

Fuente: INSIDEO

Elaborado por: INSIDEO

Una vez calculados los valores del indicador en cuestión para los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades heterogéneas, se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas. Posteriormente, se elaboró la curva de transformación, que se presenta en el **Anexo 5.5.1**.

Esto es similar a la curva de transformación para impactos sobre la calidad del aire, debido a que las características de los impactos son similares. Sin embargo, es importante mencionar que, para los niveles de ruido, la calidad ambiental igual a «1» permanece

constante hasta cierto nivel de dB(A), el cual denominaremos «umbral». Esto se debe a que por debajo del «umbral» no se estima una alteración sobre el entorno. En el caso específico del periodo diurno se consideró un valor de 35 dB(A), el cual representa el valor mínimo para molestias moderadas durante el día en el interior (OMS, 1999).

En el siguiente cuadro se presentan los valores relativos (heterogéneos) y a escala (homogéneos) de los indicadores en las situaciones «sin proyecto» y «con proyecto» para el punto de interés (R-01).

Cuadro 5.5.13
Magnitud de la afectación de niveles de ruido – Etapa de construcción – Periodo diurno

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Nivel sonoro equivalente diurno (Leq dB(A)) en R-01	71,0	71,54	0,1568	0,1449	0,0119

Fuente: INSIDEO.
 Elaborado por: INSIDEO.

Teniendo en cuenta los valores calculados en los párrafos anteriores, se puede cuantificar el impacto para el punto de interés (R-01), a través de la multiplicación simple (sin ponderación) del índice de incidencia y la magnitud. Dicha multiplicación se presenta en la valoración final del impacto.

Valoración final

Una vez calculadas las unidades homogéneas, se procedió a calcular la magnitud a través de la resta de las unidades homogéneas bajo la situación «sin proyecto» y «con proyecto», respectivamente. Finalmente, se calculó la valoración final del impacto mediante la multiplicación del índice de incidencia y magnitud estimadas según lo indicado en los párrafos precedentes.

Como se observa en el **Cuadro 5.5.14**, el impacto que será generado por el proyecto durante la etapa de construcción sobre el nivel de ruido en los receptores sensibles para el periodo diurno, ha sido catalogado como **compatible** con el entorno.

Cuadro 5.5.14

Valoración final del impacto sobre el nivel de ruido – Etapa de construcción

Impacto	Indicador	Incidencia	Magnitud	Valoración final	Relevancia
Incremento en el nivel de ruido como consecuencia de las actividades constructivas	Nivel sonoro equivalente diurno (Leq dB(A)) en R-01	0,235	0,0119	0,0028	Compatible

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

5.5.2.2 Etapa de operación

Nivel de ruido

Las actividades que generarán impactos durante la etapa de operación sobre el factor ruido se mencionan a continuación:

- Operación y mantenimiento de aerogeneradores
- Operación y mantenimiento de los accesos internos y acceso principal
- Operación y mantenimiento de equipos de alta y media tensión

Los impactos esperados de las actividades sobre los niveles de ruido en la etapa de operación son:

- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades operativas.

De todas las actividades consideradas en la fase operativa, se asume que la de mayor relevancia es la operación de los aerogeneradores.

La interacción entre el flujo de aire atmosférico y el rotor de un aerogenerador da lugar a un campo fluctuante de presiones. Algunas características (Martín, 2008¹⁷), tales como la turbulencia del flujo, la geometría del rotor y el acabado superficial de las palas que lo componen influyen en tales fluctuaciones de presión. Ese campo fluctuante de presiones se caracteriza por presentar un determinado espectro, pudiendo aparecer componentes espectrales dentro del rango audible, hablándose entonces de emisiones acústicas. Asimismo, el sistema de orientación del aerogenerador y la caja multiplicadora también constituyen fuentes de ruido.

¹⁷ Martín, M.A. *et al.*, 2008. Impacto acústico de los parques eólicos y su evolución. Acústica 2008. Universidad de Valladolid.

Las emisiones acústicas en un aerogenerador pueden tener dos orígenes: ruido mecánico y ruido aerodinámico. El *ruido mecánico* se genera principalmente por la caja de cambios, aunque también se puede producir por otros dispositivos como por ejemplo el generador propiamente dicho¹⁸. En los generadores instalados en los últimos años¹⁹, los fabricantes han sido capaces de disminuir el ruido mecánico a un nivel inferior al ruido aerodinámico. Esto se debe también al hecho de que el tamaño de las turbinas se ha incrementado y el ruido mecánico no aumenta tan rápidamente con las dimensiones del aerogenerador como lo hace el ruido aerodinámico.

El *ruido aerodinámico* es típicamente la parte dominante de ruido del generador eólico en la actualidad. El ruido se origina principalmente por el flujo de aire alrededor de la parte exterior de las palas¹⁸. Existe una fuerte relación entre la velocidad del viento y el ruido que producen las palas. A medida que aumenta la velocidad aumenta el ruido. A su vez, está directamente vinculado a la producción de energía, por lo tanto es inevitable su existencia, a pesar de que se podría reducir en cierta medida modificando el diseño de las palas²⁰.

Por otro lado, de forma similar a las actividades constructivas, la singularidad de la disposición de los equipos generadores de ruido, hace que el escenario de emisiones para una central de este tipo sea el de pequeños núcleos o focos coincidentes con la ubicación de los aerogeneradores. Estos núcleos no están ya unidos por fuentes lineales de emisión, puesto que el uso de los caminos constituidos por los caminos de acceso que incluyen las redes de cableado subterráneo. Este panorama es importante a considerar para el análisis, puesto que el área efectiva de actividades es en realidad muy reducida, de aproximadamente 1,3 % del polígono total de la modificación, a diferencia de otras actividades humanas que ocupan masivamente el territorio.

Por otro lado, se ha considerado el análisis de impactos acumulativos entre la operación actual y la proyectada (es decir 42 + 30 aerogeneradores), puesto que habrá traslape temporal entre las operaciones de ambos conjuntos de aerogeneradores por aproximadamente 22 años. Tal y como se indicó líneas arriba, difícilmente se podría hablar de acumulatividad entre ambos grupos, puesto que los aportes constituyen núcleos dispersos en el territorio y no se agregan para magnificarse, debido a las grandes distancias entre los aerogeneradores y el escaso alcance espacial de sus emisiones. Aun así, de forma conservadora, el análisis se realizó para toda la central eólica Wayra I en forma aditiva.

¹⁸ Lowson M.V. "Aerodynamic noise of wind turbines". Proceedings of Internoise 96, Inter-Noise 1996. 479-484, Liverpool, England. 1996

¹⁹ Henin, C. *et al.*, 2010. Ruido de generadores eólicos: análisis y aplicación de la metodología según normativa vigente. Segundo Congreso Internacional de Acústica UNTREF.

²⁰ Wagner S., Bareiss R., Guidati G. "Wind turbine noise". Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996. European Commission. EUR 16823.

En cuanto a los receptores sensibles, en el área circundante a la infraestructura de la modificación (y de toda la central Wayra I), no existen poblaciones, dadas las condiciones de extrema aridez existente.

En ese sentido, en el presente análisis se considera la evaluación de impactos por aportes de ruido, producto de la etapa operativa, en un punto ubicado entre el centro poblado más cercano al área del Proyecto (y que se encuentra fuera del área de influencia) la Asociación Justo Pastor y los focos de emisión.

Como parte de la siguiente metodología, se evaluarán los atributos o características del impacto sobre el aspecto ambiental «ruido» a través del índice de incidencia y la magnitud del mismo mediante la comparación de escenarios y la función de transformación. Es importante destacar que esta metodología permitirá precisar la valoración del impacto dado que requiere un mayor nivel de información y utilizará niveles estimados de ruido para predecir la magnitud del impacto.

Incidencia

Se calificó a la incidencia del impacto sobre el sub-aspecto niveles de ruido:

Cuadro 5.5.15
Evaluación de atributos del impacto sobre el nivel de ruido

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Negativo o perjudicial	El impacto deriva a una afectación negativa al ambiente y a receptores sensibles	-1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión directa inmediata sobre los niveles de ruido. La dispersión del sonido a través del aire es directa, al no existir obstáculos que lo desvíen o atenúen en el área.	3
Acumulación	Simple	Se generan efectos constantes y lineales en el tiempo. El ruido generado no presenta acumulación con otros factores, de tal manera que el efecto se magnifique.	1
Sinergia	Leve	No se espera que el impacto actúe como efecto multiplicador en sinergia con otros factores. El ruido se manifiesta en forma simple, pues al no ser acumulativo, tampoco es sinérgico.	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante (variación en las niveles de presión sonora). Las ondas sonoras se propagan inmediatamente luego de la generación de ruido desde la fuente.	3
Persistencia	Permanente	El impacto se dará durante toda la etapa operativa en forma permanente (operación de aerogeneradores), aun cuando otras actividades, como las asociadas al mantenimiento, sean de periodos más cortos.	3
Reversibilidad	Reversible a corto plazo	Mediante procesos naturales el impacto puede ser asimilado rápidamente	1
Recuperabilidad	Fácilmente recuperable	Una vez terminadas las actividades, las condiciones volverán a ser normales para el área de estudio. Al ser totalmente reversible, es también totalmente recuperable.	1
Periodicidad	Periódico	El efecto se manifiesta en forma recurrente durante la operación de los aerogeneradores	3
Continuidad	Continuo	La variación en los niveles de ruido es una alteración constante en el tiempo, conforme a la operación continua de los aerogeneradores. Existen otras actividades, como el mantenimiento, que producen ruidos pero en periodos cortos no continuos. Sin embargo con fines conservadores, se asumió a la operación de los aerogeneradores como la actividad predominante.	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto, el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre el sub-aspecto de nivel de ruido es de 31 y 0,412, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 3 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 + 3) = 31$$

$$Indice\ de\ incidencia = \frac{Incidencia - Incidencia_{min}}{Incidencia_{max} - Incidencia_{min}} = \frac{31 - 17}{51 - 17} = 0,412$$

Magnitud

Siguiendo con la valoración de los atributos del impacto, se cuantifica la magnitud del impacto, para lo cual se requiere la determinación de un indicador que permita comparar y cuantificar el efecto del cambio en las situaciones en contraste (“sin proyecto” y “con proyecto”). Con el fin de cuantificar de manera objetiva y conservadora la variación entre las situaciones propuestas, en el **Anexo 5.5.3** se presenta el “Modelo de propagación de ruido” elaborado por INSIDEO para el alcance propuesto en la presente Modificación.

El principal parámetro susceptible de ser afectado es el nivel de ruido equivalente durante el periodo diurno en compensación A (L_{AeqT}). Se considera este parámetro por su comparabilidad con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido y se considera el periodo diurno por el horario de trabajo de las actividades constructivas. Por estos motivos, el indicador elegido, de acuerdo a que se estima representativo, relevante, que permite cuantificar, localizar el impacto y compararlo con la legislación nacional vigente, es el siguiente:

- Nivel sonoro equivalente diurno (L_{eq} en dB(A)) en un receptor sensible

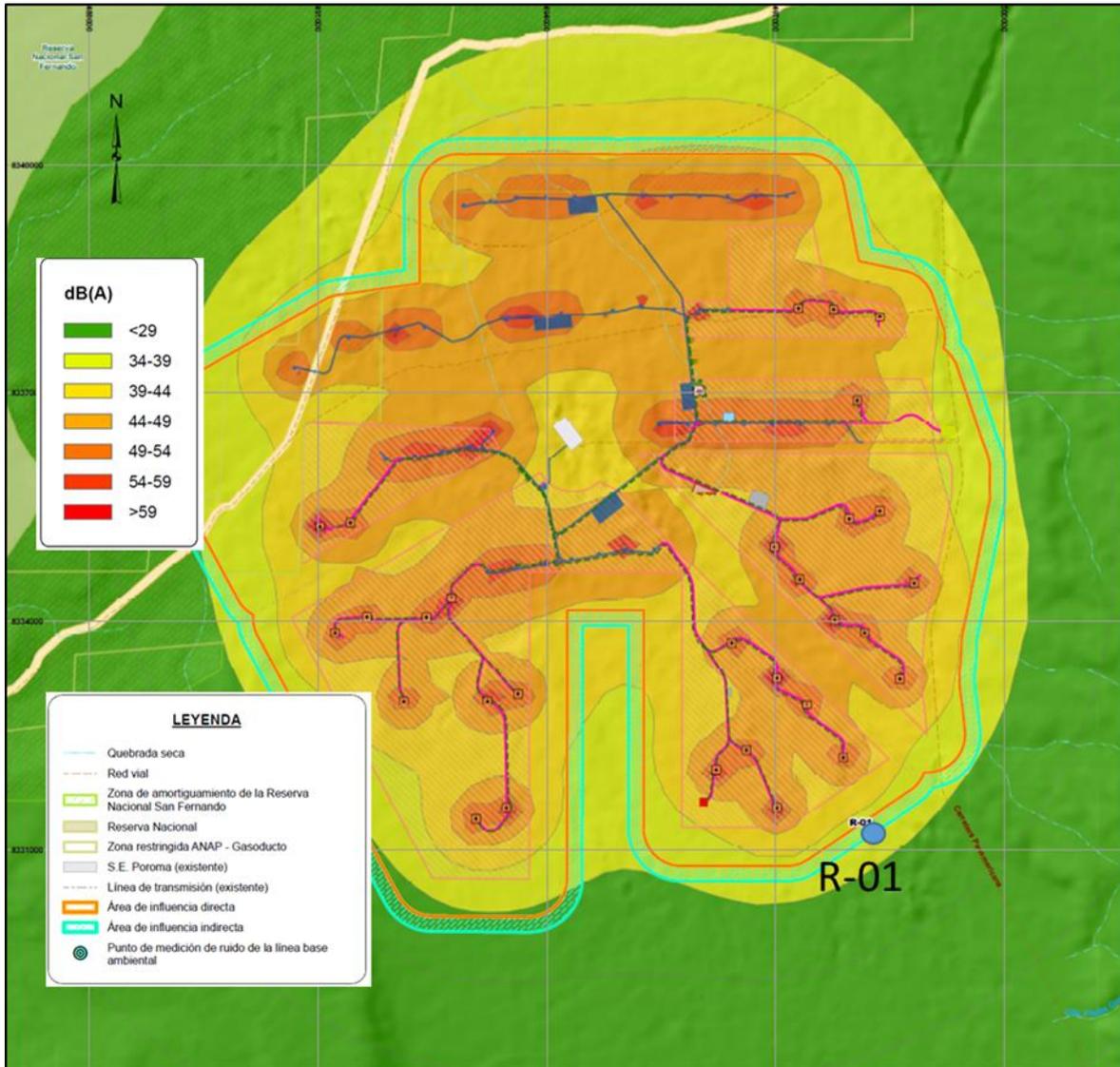
En tal sentido, se definen los escenarios «sin proyecto» y «con proyecto»:

- El escenario “sin proyecto” se refiere a los resultados de nivel de ruido presentados en la línea base ambiental (**Capítulo 4.0**) para la estación R-01 (estación ubicada en un lugar ubicado entre los focos de emisión y la asociación Justo Pastor).
- El escenario “con proyecto” se refiere al nivel de ruido previsto a ser emitido por la operación de la central eólica, asumiendo que las actividades de mayor aporte están relacionadas con la operación de los aerogeneradores. Este escenario será provisto por el modelamiento de dispersión de ruido ejecutado para la operación de la infraestructura de la modificación en forma acumulativa con la operación actual de la central eólica.

Utilizando el programa de simulación acústica Soundplan, se simuló la dispersión del ruido generado por las actividades de operación de los 30 aerogeneradores sumados a la operación de los 42 aerogeneradores existentes. Los resultados muestran que el aporte de

ruido de la operación de la modificación de la central en la estación R-01 será de 36,2 dB, tal como se muestra en la siguiente Ilustración.

Ilustración 5.5.4
Resultados del modelamiento de ruido- Etapa de Operación



Elaboración: INSIDEO, 2019.

Durante los trabajos de línea base se obtuvo un nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) de 71 dB(A) para el horario diurno en el punto R-01, por lo cual ese valor se asume como el correspondiente a la situación sin proyecto.

Para la obtención del nivel de presión sonora en la misma estación R-01, es importante destacar que para el sub-aspecto niveles de ruido la suma se da en términos del nivel de

energía y/o presión sonora, bajo una suma logarítmica y no de manera aritmética. La suma de niveles de presión se desarrolla con la siguiente ecuación:

$$LAeqT \text{ suma} = 10 \times \log_{10}(10^{\frac{n1}{10}} + 10^{\frac{n2}{10}} + 10^{\frac{n3}{10}} \pm \dots + 10^{\frac{nX}{10}})$$

Donde:

LAeqT suma: Suma de los niveles de presión sonora

\log_{10} : Logaritmo en base 10

n_x : Número de fuentes generadoras de ruido

De acuerdo con los supuestos, la suma de los niveles de presión sonora de la operación de los aerogeneradores más el aporte de ruido que ya existe sin proyecto corresponde a:

$$LAeqT \text{ suma} = 10 \times \log_{10}(10^{\frac{71}{10}} + 10^{\frac{36,2}{10}})$$

$$LAeqT \text{ suma} = 71,00143 \text{ dB}$$

En el siguiente cuadro se presentan los valores de los indicadores seleccionados: Nivel de presión sonora continua equivalente en horario diurno para las situaciones sin y con proyecto respectivamente.

Cuadro 5.5.16

Indicador (nivel de ruido equivalente en horario diurno, en dB(A)) en las situaciones sin y con proyecto

Situación	Nivel de ruido en horario diurno (dB(A))
Sin proyecto ⁽¹⁾	71
Con proyecto ⁽²⁾	71,00143

(1) Valor de línea base de la estación R-01, 2019.

(2) Valor estimado tomando en consideración las actividades de operación de todos los aerogeneradores (de la modificación y los aprobados) y el ruido generado de acuerdo a Línea Base.

Fuente: INSIDEO

Elaborado por: INSIDEO

Una vez calculados los valores del indicador en cuestión para los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades heterogéneas, se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas. Posteriormente, se elaboró la curva de transformación, que se presenta en el **Anexo 5.5.1**.

Esto es similar a la curva de transformación para impactos sobre la calidad del aire, debido a que las características de los impactos son similares. Sin embargo, es importante mencionar que, para los niveles de ruido, la calidad ambiental igual «1» permanece

constante hasta cierto nivel de dB(A), el cual denominaremos «umbral». Esto se debe a que por debajo del «umbral» no se estima una alteración sobre el entorno. En el caso específico del periodo diurno se consideró un valor de 35 dB(A), el cual representa el valor mínimo para molestias moderadas durante el día en el interior (OMS, 1999).

En el siguiente cuadro se presentan los valores relativos (heterogéneos) y a escala (homogéneos) de los indicadores en las situaciones «sin proyecto» y «con proyecto» para el punto de interés (R-01).

Cuadro 5.5.17

Magnitud de la afectación de niveles de ruido – Etapa de operación – Periodo diurno

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	
Nivel sonoro equivalente diurno (Leq dB(A)) en R-01	71,0	71,00143	0.1568	0,15676797	0,000032

Fuente: INSIDEO.
 Elaborado por: INSIDEO.

Teniendo en cuenta los valores calculados en los párrafos anteriores, se puede cuantificar el impacto para el punto de interés (R-01), a través de la multiplicación simple (sin ponderación) del índice de incidencia y la magnitud. Dicha multiplicación se presenta en la valoración final del impacto.

Valoración final

Una vez calculadas las unidades homogéneas, se procedió a calcular la magnitud a través de la resta de las unidades homogéneas bajo la situación «sin proyecto» y «con proyecto», respectivamente. Finalmente, se calculó la valoración final del impacto mediante la multiplicación del índice de incidencia y magnitud estimadas según lo indicado en los párrafos precedentes.

Como se observa en el **Cuadro 5.5.18**, el impacto que será generado por el proyecto durante la etapa de construcción sobre el nivel de ruido en los receptores sensibles para el periodo diurno, ha sido catalogado como **compatible** con el entorno.

Cuadro 5.5.18

Valoración final del impacto sobre el nivel de ruido – Etapa de operación

Impacto	Indicador	Incidencia	Magnitud	Valoración final	Relevancia
Incremento en el nivel de ruido como consecuencia de las actividades de operación	Nivel sonoro equivalente diurno (Leq dB(A)) en R-01	0,412	0,000032	0,000013	Compatible

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

5.5.2.3 Etapa de abandono

Nivel de ruido

Las actividades que generarán impactos durante la etapa de abandono sobre el factor ruido se mencionan a continuación:

- Desmantelamiento de equipos e instalaciones
- Desmantelamiento y demolición de obras civiles
- Desmontaje de componentes electromecánicos
- Restitución del área

Los impactos esperados de las actividades sobre los niveles de ruido en la etapa de abandono son:

- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades abandono.

De forma conservadora se asume que los impactos serán similares a los identificados en la etapa constructiva por lo que en la matriz de impactos se detalla dicho análisis. Dado que, en órdenes de magnitud, los impactos derivados del abandono de los componentes actuales de la Central Eólica Wayra I y los de la Modificación, son en la práctica los mismos por el número similar de estructuras, se considera que este análisis es válido para ambos escenarios. Es importante tener en cuenta que estos escenarios, si bien es cierto son similares, no presentan traslape temporal debido a al desfase entre los cronogramas de abandono entre la infraestructura existente y la proyectada.

5.5.3 Radiaciones no ionizantes

5.5.3.1 Etapa de construcción

Nivel de radiaciones no ionizantes

No existen actividades generadas por la Modificación durante la etapa de construcción que presenten efectos o impactos sobre el nivel de radiaciones no ionizantes puesto que no habrá ningún componente energizado de la Modificación en esta etapa.

5.5.3.2 Etapa de operación

Nivel de radiaciones no ionizantes

Durante la operación de la Modificación de la Central Eólica Wayra I, la energía eléctrica generada por los aerogeneradores, será transmitida a través conductos enterrados hacia el punto de concentración en la SE. Flamenco. Desde este último punto, la electricidad será conducida en forma aérea mediante la línea de transmisión que en la actualidad opera y que interconecta a la SE Flamenco con la SE Poroma de la misma manera en la que en la actualidad se transmite.

Dado que las actividades de transmisión de la energía eléctrica desde los aerogeneradores hasta la SE Flamenco se darán de manera soterrada y que la línea de transmisión para la evacuación de la energía al SEIN es existente y opera en la actualidad, no se espera el aumento de radiaciones no ionizantes como parte de las actividades operativas del proyecto.

5.5.3.3 Etapa de abandono

Nivel de radiaciones no ionizantes

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el nivel de radiaciones no ionizantes puesto que no habrá ningún componente energizado de la Central Eólica Wayra I y la Modificación en esta etapa.

5.5.4 Suelos

5.5.4.1 Etapa de construcción

La evaluación de impactos sobre el suelo se ha enfocado en el sub-factor ambiental que se verá alterado como consecuencia del proyecto:

- Capacidad agrológica de los suelos.

Capacidad agrológica del suelo

La pérdida de la capacidad agrológica de los suelos se dará como consecuencia del movimiento de tierras (excavación, corte y relleno) de las áreas a ser intervenidas durante las actividades previas al emplazamiento de la infraestructura del proyecto en la etapa de construcción. A continuación, se presentan las actividades que generarán impactos al suelo:

- Habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo
- Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación
- Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso
- Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores

- Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento

Es importante indicar que no se consideran actividades como la canalización subterránea para el cableado, debido a que esta actividad será realizada en los mismos caminos de acceso, de tal forma que se evita la duplicación del efecto en el análisis. El área total de remoción de suelos es de 41,78 ha.

Es preciso mencionar que dichos componentes del proyecto se encontrarán emplazados en zonas desérticas, sobre suelos con una capacidad de uso mayor de tierras de Protección (categoría X).

Por otro lado, en la **Tabla 5.7.1**, se han identificado riesgos durante el desarrollo de actividades relacionadas con el movimiento de tierras, además de los riesgos por derrames de combustible sobre el suelo durante el uso de maquinaria, equipos y transporte. En cuanto a la erosión inducida, el área en donde se ubica el proyecto (zona de áreas desérticas) difícilmente puede ser susceptible a la pérdida de suelos, debido a las bajas pendientes. De esta manera, considerando que los riesgos sobre el suelo se evalúan en la **Sección 5.6**, el impacto esperado sobre los suelos como consecuencia de las actividades antes señaladas será el siguiente:

- Pérdida de la capacidad agrológica del suelo

Aun cuando las tierras de protección (X) presentan una baja calidad agrológica, en forma conservadora también han sido incorporadas al análisis. De esta manera, la magnitud del cambio sobre la capacidad agrológica del suelo se ha calculado en función del área de ocupación de los componentes del proyecto. Es importante indicar que esta evaluación es bastante conservadora, puesto que se está evaluando la potencialidad de usos de suelos, sin embargo, no se debe perder de vista la perspectiva del uso actual. El área a ser intervenida, no presenta uso actual, con la excepción de la vecina presencia de actividades asociadas a la propia generación eólica y la transmisión de energía.

Incidencia

Como parte de esta metodología, se evaluarán los atributos o características del impacto sobre el aspecto ambiental “suelos” a través del índice de incidencia. De acuerdo con la **Tabla 5.5.1**, se calificó a la incidencia del impacto sobre la capacidad agrológica del suelo de la siguiente manera:

Cuadro 5.5.19
Evaluación de atributos del impacto sobre la capacidad agrológica del suelo

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Negativo o perjudicial	El impacto involucra la intervención y pérdida puntual de suelos	-1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión inmediata sobre los suelos. La intervención directa del terreno genera una alteración inmediata del suelo para la habilitación de la infraestructura (caminos de acceso, cimentaciones para los aerogeneradores, etc.)	3
Acumulación	Simple	Una acción dada, al ser realizada de forma constante, no genera efectos aditivos sobre el subcomponente ambiental de suelos. El suelo se pierde directamente y en forma simple como consecuencia de las excavaciones, no hay algún efecto que pueda ser magnificado en el tiempo sobre el sustrato.	1
Sinergia	Leve	No se espera que el efecto actúe como efecto multiplicador en sinergia con otros factores. Dado que el efecto es simple y no acumulativo, no se espera tampoco que sea sinérgico.	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante (ocupación directa del suelo por emplazamiento de componentes del proyecto).	3
Persistencia	Permanente	El impacto sobre los suelos originales permanecerá luego de transcurrida la etapa de construcción.	3
Reversibilidad	No reversible	Mediante procesos naturales ²¹ no es posible recuperar la condición original de los suelos	3
Recuperabilidad	Recuperabilidad media	Las áreas podrán ser recuperables en términos de las condiciones iniciales dentro de toda el área de influencia del proyecto en la etapa de construcción. No existen grandes retos ambientales para la recuperación, puesto que aun cuando no se recupera totalmente la estructura de los suelos, esta es simple debido a la ausencia de capas notoriamente diferentes como los suelos orgánicos.	2
Periodicidad	Periódico	El efecto no se manifiesta de manera irregular o aleatoria.	3
Continuidad	Continuo	La alteración de los suelos se presentará a lo largo de la etapa de construcción y perdurará durante la etapa operativa	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto (**Tabla 5.5.1**), el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre el aspecto de suelos (capacidad agrológica) es de 40 y 0,676, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 3 + 3 \times 3 + 3 \times 2 + 3 + 3) = 40$$

$$Indice\ de\ incidencia = \frac{Incidencia - Incidencia_{min}}{Incidencia_{max} - Incidencia_{min}} = \frac{40 - 17}{51 - 17} = 0,676$$

Magnitud

Dado que el principal impacto sobre la capacidad agrológica del suelo es el retiro de la capa superficial como consecuencia del movimiento de tierras y dado que este indicador guarda estrecha relación con la capacidad de uso mayor (CUM) y que cada una de ellas presenta atributos distintos que identifican su potencialidad, el indicador seleccionado para la cuantificación del impacto en cuestión corresponde a:

- Media ponderada del valor de potencialidad de las distintas unidades de capacidad de uso mayor (CUM)

Dicho indicador responde a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\sum(1 a n) \text{ Superficie de CUM } i \text{ sin afectar}}{\text{Superficie del área de influencia}}$$

Donde:

I = Indicador de capacidad de uso mayor.

i = Unidad de capacidad de uso mayor.

Una vez identificado el indicador adecuado, se procedió a calcular el valor del mismo para las situaciones «sin» y «con» proyecto, en unidades heterogéneas:

Situación «sin» proyecto = Línea Base Socioambiental

Situación «con» proyecto = Línea Base Socioambiental + Proyección de la MEIA

Es importante mencionar que el área de emplazamiento del proyecto será dentro de un polígono de aproximadamente 3 312,32 ha, sin embargo, la ubicación de los componentes no se realizará en toda el área. Como se puede observar en la **Figura 2.1.1**, gran parte del polígono queda libre de intervención directa, puesto que los aerogeneradores se encuentran distantes entre sí debido a su disposición estratégica para evitar interferencias.

Asimismo, la real intervención de este territorio corresponde a 41,78 ha, puesto que se están contabilizando únicamente las zonas que ameritan un real movimiento de tierras para la instalación de estructuras como el emplazamiento mismo de los aerogeneradores, las plataformas de montaje y mantenimiento, la habilitación de las instalaciones de faena

y de los frentes de trabajo, habilitación de caminos de acceso y ampliación de las instalaciones de operación y mantenimiento.

Tomando en cuenta lo anterior, en el siguiente cuadro se muestran las extensiones de la unidad de capacidad de uso mayor que sería afectada por el proyecto.

Cuadro 5.5.20

Capacidad de uso mayor presente en el área de estudio y superficie de las mismas a afectar como consecuencia de la implementación de la infraestructura del proyecto

Capacidad de uso mayor	Área a ser afectada por el proyecto (ha)	Superficie de CUM «sin» proyecto (ha)	Superficie de CUM «con» proyecto (ha)
Tierras de protección (X)	41,78	9996.50	9954.72

Elaborado por: INSIDEO.

Tomando en cuenta los datos de la superficie de CUM sin afectar, se calculó el valor del indicador seleccionado para la cuantificación del impacto sobre la capacidad agrológica del suelo, situación «sin» y «con» proyecto, en unidades heterogéneas, obteniéndose los siguientes valores:

$$I(\text{situación «sin» proyecto}) = \frac{\sum(1 a n) \text{ Superficie de CUM } i \text{ sin afectar}}{\text{Superficie total del ámbito de estudio}}$$

$$I(\text{situación «sin» proyecto}) = \frac{9996,50}{9996,50} = 1$$

$$I(\text{situación «con» proyecto}) = \frac{\sum(1 a n) \text{ Superficie de CUM } i \text{ con afectación}}{\text{Superficie total del ámbito de estudio}}$$

$$I(\text{situación «con» proyecto}) = \frac{9954,72}{9996,50} = 0,9958$$

Tomando como referencia las características mencionadas, se elaboró la curva de transformación de valores para la evaluación del impacto sobre suelos, la misma que se presenta en el **Anexo 5.5.1**.

En el siguiente cuadro se presentan los valores del indicador seleccionado para los escenarios «sin» y «con» proyecto, tanto en unidades heterogéneas como homogéneas, las cuales fueron obtenidas utilizando la curva de transformación presentada en el **Anexo 5.5.1**.

Cuadro 5.5.21

Valores del impacto sobre suelos del área de estudio en unidades heterogéneas y homogéneas

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Media ponderada del valor de conservación de las distintas unidades de capacidad de uso mayor	1	0,9958	1	0,99162	0,00838

Elaborado por: INSIDEO

Valoración final

Finalmente, es posible obtener el valor del impacto, mediante la multiplicación de los índices de incidencia y magnitud calculados según lo indicado en los párrafos precedentes, para la afectación de la capacidad agrológica del suelo. Como se observa en el **Cuadro 5.5.22**, el impacto que será generado por las acciones a desarrollar durante la etapa de construcción del proyecto ha sido catalogado como ***compatible*** con el entorno, motivo por el cual no se requerirán medidas de mitigación adicionales a las ya contempladas en la Estrategia de Manejo Ambiental (**Capítulo 6.0**) para el presente factor ambiental.

Cuadro 5.5.22

Valoración final del impacto sobre el sub-aspecto de suelos – Etapa de construcción

Impacto	Indicador	Índice de incidencia	Magnitud	Valoración final del impacto	Relevancia
Pérdida de suelos por la ocupación directa	Media ponderada del valor de potencialidad de las distintas unidades de capacidad de uso mayor (CUM)	0,676	0,00838	0,00567	Compatible

Elaborado por: INSIDEO

Al finalizar la etapa constructiva, será posible restablecer el terreno mediante las actividades de abandono de los componentes temporales.

- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

En esta línea, se esperarían impactos similares a los constructivos, pero de naturaleza positiva, puesto que el balance final será la rehabilitación de las condiciones edáficas de los suelos áridos sobre los que se asentarán los componentes temporales. Sin embargo para

evitar una lógica circular al calificar los impactos de una medida de gestión²², se considera prudente únicamente indicar que se estima que aproximadamente 12,65 ha correspondientes al abandono de la infraestructura temporal serán rehabilitadas.

5.5.4.2 Etapa de operación

Capacidad agrológica del suelo

Debido a que la Modificación de la Central Eólica Wayra I tiene como objetivo la generación de energía eléctrica, no existen actividades adicionales generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre la capacidad agrológica del suelo. Las actividades propias de esta etapa implican solamente el uso de la infraestructura previamente habilitada.

5.5.4.3 Etapa de abandono

Capacidad agrológica del suelo

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre la capacidad agrológica del suelo, dado que todo el impacto asociado a la alteración de la capacidad agrológica del suelo se generó en la etapa de construcción.

5.5.5 Agua

5.5.5.1 Etapa de construcción

Calidad de agua

Durante la etapa de construcción del proyecto, no habrá ningún tipo de efecto o impacto con respecto a la calidad de agua superficial debido a que ningún componente de la Modificación de la Central Eólica Wayra I se encuentra sobre cuerpos de agua superficiales (ríos, pozos, ojos de agua o manantiales) o sus fajas marginales. La distancia del área del proyecto al cuerpo de agua dulce más cercano es de aproximadamente 5 km (al norte). Por otro lado, el litoral marino se encuentra a aproximadamente 20 km del componente más cercano (al suroeste). Estas grandes distancias también condicionan la inexistencia de cualquier efecto producto de las actividades constructivas de la central.

Por otro lado, tampoco se espera la afectación de la calidad de agua subterránea por las actividades de la construcción. De acuerdo con las evaluaciones geotécnicas, no existe agua subterránea hasta los 30 m (profundidad máxima de los sondajes o perforaciones) y para

²² De acuerdo con la Jerarquía de la Mitigación, la rehabilitación es una medida de gestión del impacto, por lo que no es técnicamente correcto asignarle una calificación.

los sondajes eléctricos verticales (SEV), que tienen un mayor alcance de estimación, tampoco se halló napa freática.

Asimismo, el manejo de las aguas servidas durante la fase de construcción será mediante la implementación de un sistema de tratamiento compuesto por compartimentos estancos y baños químicos para los trabajadores del proyecto, por lo que no se espera ningún tipo de descarga.

Con respecto a los compartimentos estancos o impermeables, éstos se encontrarán enterrados y no permitirán la infiltración de sus aguas o lodos, pues estos serán retirados periódicamente por una empresa debidamente autorizada (servicio a cargo de terceros autorizados por la autoridad competente) para disposición fuera del área de trabajo, en una instalación autorizada. Con respecto a los baños químicos, la provisión, manejo y disposición final de los efluentes almacenados en dichos baños serán gestionados por una empresa calificada y registrada de acuerdo a normativa aplicable.

Cantidad de agua

De acuerdo con la descripción del proyecto, el agua industrial será obtenida de proveedores que operen en la zona en la que se ubican las obras y transportada a los frentes de trabajo por medio de camiones cisterna. Parte del agua será almacenada en la Piscina de Agua Industrial que existirá dentro del Proyecto, con el objetivo de tener un almacenamiento de agua para uso interno y evitar el transporte diario de este insumo desde fuera del área del Proyecto.

Asimismo, el uso de agua industrial corresponderá para el curado del concreto, humectación de accesos, lavado de camiones mixer y el riego de los caminos con bischofita u otro agente de reducción de polvo. En el siguiente cuadro se presentan los requerimientos de agua industrial.

Cuadro 5.5.23
Requerimiento de agua de uso industrial por actividad durante la etapa de construcción

Descripción de actividad	Cantidad (en m ³)
Elaboración y curado de concreto	7 000
Lavado de camiones mixer	1 000
Riego con bischofita u otro agente de reducción de polvo	750
Habilitación y humectación de accesos	10 400
Habilitación y humectación de plataformas	5 200
Total	24 350

Fuente: EGP.

Elaborado por: INSIDEO.

Por otro lado, en cuanto al agua de uso doméstico, el stock de bidones se almacenará en una bodega del área de instalación de faenas y campamento, disponibles para proceder al recambio cuando sea necesario. El agua necesaria será adquirida de una EPS debidamente registrada y autorizada y trasladada por camiones cisterna a la zona del Proyecto.

Debido a que el agua será obtenida de proveedores autorizados, se asume que los impactos ya fueron contemplados en sus respectivos trámites, motivo por el cual no forman parte del presente análisis. Asimismo, al no existir agua superficial ni en el AID ni en el AII de la modificación, no se ejercerán impactos por cantidad de agua en este ámbito geográfico.

5.5.5.2 Etapa de operación

Calidad de agua

No se esperan impactos asociados por la operación de los aerogeneradores sobre la calidad del agua superficial puesto que esta es inexistente. Asimismo, la operación de los aerogeneradores no representa interacción alguna con fuentes de agua superficial.

En cuanto al agua subterránea, se evaluó la única actividad que potencialmente podría afectar al agua subterránea: la infiltración de los líquidos provenientes del sistema de tratamiento de aguas residuales en el campo de percolación. Para este fin se recopiló la información proveniente de línea base acerca de la naturaleza hidrogeológica local del sector potencialmente afectable. De esta manera, se hicieron 3 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)²³ en el área de la futura percolación y se utilizó la información de 43 sondajes (perforaciones) geotécnicos representativos²⁴, así como de calicatas. Los resultados (**Capítulo 4.0**) de los SEV mostraron que, para la presente zona de estudio, la resistividad se mantiene constante hasta llegar a estratos más profundos que corresponden a rocas

²³ Sondeos geofísicos de resistividad eléctrica (ARCE GEOFÍSICOS, 2019)

²⁴ Informe de resultados campaña geológica y geotécnica (ESTEYCO CHILE, 2016).

compactas, en los que la resistividad se eleva a 2 957 Ω m, 418 Ω m y 500 Ω m para el SEV 1, SEV 2 y SEV 3, respectivamente.

En razón de todo lo expuesto, no existe agua subterránea en el área del Proyecto, dado que los resultados de las perforaciones en relación con los SEV ejecutados evidencian la no existencia de una zona saturada en el subsuelo. Ello se refuerza a partir de los resultados obtenidos en 43 sondajes ejecutados, en lo que no se encontró en ninguno de ellos nivel freático hasta su profundidad máxima (30 m). Estos resultados permiten concluir que no existirán impactos sobre el agua subterránea al no existir nivel freático potencialmente afectable, lo cual es coherente con la nula recarga esperada dada la gran aridez de la zona.

Cantidad de agua

Para la etapa de operación del proyecto no se requiere agua de uso industrial. El agua para consumo directo de los trabajadores provendrá de dispensadores de agua purificada, los cuales estarán ubicados dentro del Edificio de Operación y Mantenimiento. El agua para el uso doméstico e instalaciones sanitarias (ducha, lavatorios y baños), será suministrada mediante camión cisterna por una empresa autorizada por la autoridad competente, la misma que deberá presentar certificación de la calidad del agua entregada. Se estima una dotación de 50 litros/día por cada trabajador, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. Se estima que durante la operación de la obra el número de trabajadores promedio es 18 personas; entonces el consumo de agua doméstica por año es 216 m³/año. Debido a que el agua será obtenida de proveedores autorizados, se asume que los impactos ya fueron contemplados en sus respectivos trámites, motivo por el cual no forman parte del presente análisis. Asimismo, al no existir agua superficial ni en el AID ni en el AII de la modificación, no se ejercerán impactos por cantidad de agua en este ámbito geográfico.

5.5.5.3 Etapa de abandono

Calidad de agua

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre la calidad del agua.

Cantidad de agua

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre la cantidad de agua.

5.5.6 Flora y vegetación

5.5.6.1 Etapa de construcción

Cobertura vegetal

Tal y como se presentó en la **Sección 4.2.4.4** de la línea base biológica, en la mayor parte del área de la Modificación de la Central Eólica Wayra, no se registró cobertura vegetal ni especímenes de flora aislados. En una menor porción, se registró la presencia de un Tillandsial o formación vegetal xerofítica compuesta exclusivamente por especies del género *Tillandsia*.

Las actividades relacionadas con la construcción que ejercerán impactos sobre la escasa cobertura vegetal del área de estudio corresponden a:

- Habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo
- Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación
- Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso
- Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores

A continuación, se menciona el impacto que generarán las actividades mencionadas sobre la cobertura vegetal del área de estudio:

- Pérdida de cobertura vegetal por las actividades de desbroce de las áreas a ser intervenidas, excavación, corte y relleno.

De acuerdo con el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), el 100% del área de estudio del proyecto se encuentra en la cobertura “desierto costero”, por lo que la vegetación es nula en casi todas las áreas de emplazamiento de la infraestructura. Sin embargo, en la línea base se ha registrado la presencia de Tillandsiales fragmentados en el área sur y este del polígono, motivo por el cual el mapa de formaciones vegetales (**Figura 4.2.2**) fue detallado con esta información *in situ*.

En el cuadro a continuación, se presenta el área a afectar por formación vegetal y cobertura del suelo, como consecuencia de la implementación de los componentes del proyecto:

Cuadro 5.5.24

Formaciones vegetales y coberturas del suelo a afectar por componente del proyecto

Componente	Formación vegetal / cobertura del suelo	Área a ser afectada (ha) por formación vegetal	Área a ser afectada por componente (ha)	Porcentaje de afectación por componente (%)
Aerogeneradores	Asociación Vegetal (Tillandsial)	0,001	1,034	2,47
	Desierto semicálido	1,032		
Ampliación de instalaciones de O&M	Desierto semicálido	0,207	0,207	0,50
Área tecnólogo	Desierto semicálido	1,950	1,950	4,67
Caminos internos	Asociación Vegetal (Tillandsial)	0,190	20,197	48,34
	Desierto semicálido	19,886		
DME	Desierto semicálido	5,400	5,400	12,93
Instalaciones Faenas	Desierto semicálido	2,835	2,835	6,79
Piscina Agua industrial	Desierto semicálido	0,500	0,500	1,20
Planta de concreto	Desierto semicálido	1,960	1,960	4,68
Plataformas de montaje	Desierto semicálido	7,683	7,683	18,39
Torre de medición	Desierto semicálido	0,013	0,013	0,03
Total			41,78	100,00

Fuente: INSIDEO, 2019.
 Elaborado por: INSIDEO.

Tal como se presenta en el cuadro anterior, la mayor parte de la cobertura del suelo a ser intervenida está representada por suelos áridos sin cobertura vegetal.

En cuanto a la cubierta del suelo del área desértica no se esperan impactos puesto que este tipo de terreno no presenta cubierta vegetal y ya se evaluó la intervención de suelos áridos en secciones precedentes durante las labores constructivas. Sin embargo, dado que se ha detectado la presencia de algunos individuos dispersos de Tillandsia en esta matriz desértica, se considera su posible afectación como un riesgo y los detalles se presentan en la **Sección 5.6**.

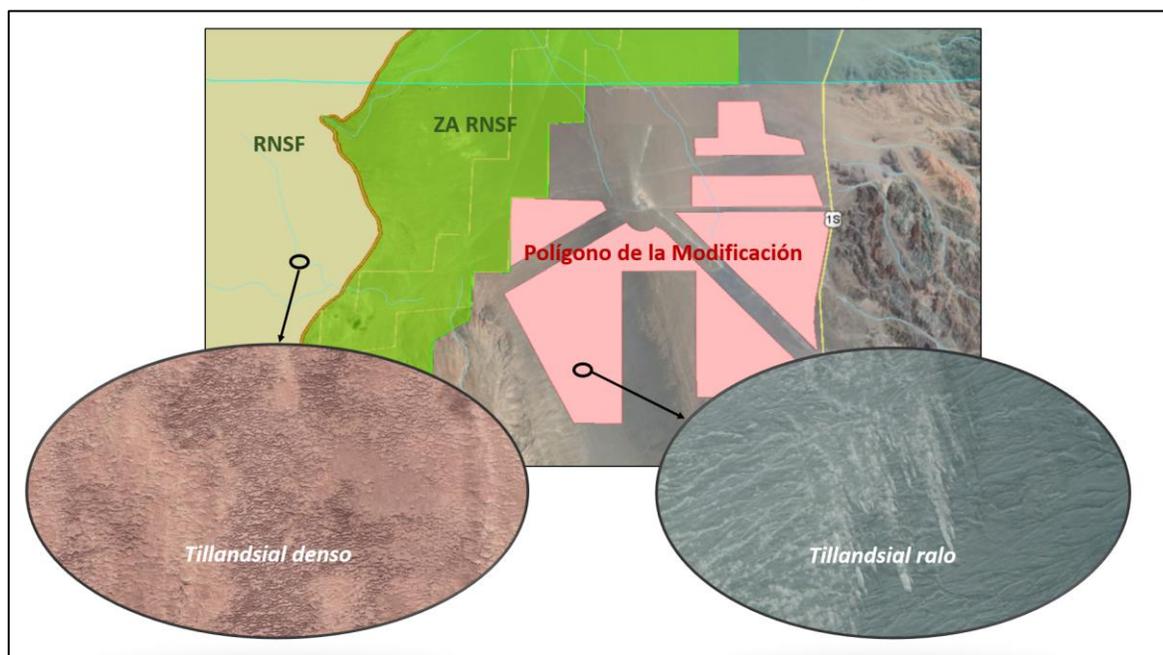
En cuanto a la cobertura de Tillandsial, de acuerdo con el mapa de cobertura vegetal, existirá traslape entre los siguientes frentes de trabajo:

- Aerogenerador 14
- Camino de acceso entre Aerogenerador 20 y 21 e inmediaciones
- Áreas de presencia de Tillandsias: inmediaciones del Aerogenerador 10
- Presencia de Tillandsias en las cercanías del camino de acceso al Aerogenerador 21
- Presencia de Tillandsias en las cercanías del camino de acceso al Aerogenerador 23
- Presencia de Tillandsias en las cercanías del camino de acceso al Aerogenerador 27

Es importante indicar que este traslape no se trata de un área densa de Tillandsias como ocurre con el sector ubicado al oeste de la Central Eólica Wayra I, es decir en la Reserva Nacional San Fernando, sino uno bastante fragmentado debido a que la topografía local es eminentemente plana, no siendo propicia para el establecimiento de una mayor densidad de plantas, en comparación con la zona accidentada ubicada en la RNSF, en donde las condiciones son mejores para la presencia de la especie.

Ilustración 5.5.5

Diferencias entre el Tillandsial denso de la RNSF y el Tillandsial ralo involucrado con la Modificación de la Central Eólica Wayra I



Fuente: Google Earth
Elaborado por INSIDEO, 2019

Tal y como se aprecia en la **Ilustración 5.5.5**, el Tillandsial relacionado con el proyecto es bastante ralo en comparación con el Tillandsial ubicado dentro de la Reserva Nacional San Fernando, en donde se presenta agregado y continuo.

Se espera que la afectación sea directa, aun cuando existe un plan de manejo de esta formación vegetal singular. Si bien esta intervención directa no implica la afectación de individuos como se menciona en las siguientes páginas, esta consiste en el retiro de cubierta rala en forma previa, para luego intervenir el suelo. Para fines de la evaluación, se asume como pérdida esta intervención, en ausencia de las medidas de gestión, las cuales se detallan posteriormente en el **Capítulo 6.0**. La intervención en el Tillandsial será sobre una cubierta vegetal de aproximadamente 35% respecto al suelo desnudo.

Incidencia

De acuerdo con la **Tabla 5.5.1**, se calificó a la incidencia del impacto sobre el sub-factor de cobertura vegetal, tal y como se resume en el siguiente Cuadro:

Cuadro 5.5.25
Evaluación de atributos del impacto sobre la cobertura vegetal

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Negativo o perjudicial	El impacto involucra la intervención y pérdida puntual de suelos y por lo tanto sobre la cobertura vegetal.	-1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión inmediata sobre los suelos, que constituye el sustrato de la cubierta vegetal.	3
Acumulación	Simple	Una acción dada, al ser realizada de forma constante, no genera efectos aditivos sobre el subcomponente ambiental vegetación. El impacto es simple al no magnificarse el efecto sobre la vegetación en el tiempo ni actuar en conjunto con otros factores ambientales.	1
Sinergia	Leve	No se espera que el efecto actúe como multiplicador en sinergia con otros factores. Los efectos no son sinérgicos, puesto que únicamente se dan como consecuencia directa de la intervención. Dada la menor intervención de individuos aislados de <i>Tillandsias</i> , no se esperan efectos sinérgicos asociados a dinámicas como la fragmentación de ecosistemas.	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante (ocupación directa del sustrato anteriormente ocupado por la vegetación por los componentes del proyecto). Si bien es cierto se retirará la vegetación rala para evitar el impacto, conservadoramente se asume que este retiro que forma parte de la estrategia de gestión ambiental (relocalización de <i>Tillandsias</i>), constituye el motivo por el cual se pierde la vegetación.	3
Persistencia	Permanente	El impacto sobre la vegetación xerofítica permanecerá luego de transcurrida la etapa de construcción.	3
Reversibilidad	No reversible	Mediante procesos naturales es posible revertir a largo plazo los efectos sobre la vegetación, sin embargo, esto depende de varios factores entre los cuales destaca el suelo. Teniendo en cuenta que el sustrato mismo no es reversible en forma natural, conservadoramente se asume el impacto sobre la vegetación como no reversible. Asimismo, se incluye en este análisis, el largo tiempo de crecimiento de la vegetación.	3
Recuperabilidad	Recuperabilidad media	Las áreas podrán ser recuperables en términos de las condiciones iniciales dentro de toda el área de influencia del proyecto en la etapa de construcción. El plan de manejo de <i>Tillandsias</i> está dirigido a la recuperación de la vegetación mediante el traslado a áreas seguras fuera del alcance de la intervención de la infraestructura.	2
Periodicidad	Periódico	El efecto no se manifiesta de manera irregular o aleatoria.	3
Continuidad	Continuo	La alteración de la vegetación se presentará a lo largo de la etapa de construcción y perdurará durante la etapa operativa.	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto (**Tabla 5.5.1**), el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre el aspecto de suelos (capacidad agrológica) es de 40 y 0,676, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 3 + 3 \times 3 + 3 \times 2 + 3 + 3) = 40$$

$$Indice\ de\ incidencia = \frac{Incidencia - Incidencia_{min}}{Incidencia_{max} - Incidencia_{min}} = \frac{40 - 17}{51 - 17} = 0,676$$

Magnitud

Luego de calcular el Índice de Incidencia para el impacto en cuestión, se procedió a determinar un indicador capaz de cuantificar la magnitud de las alteraciones sobre el subfactor. Luego se calculó el valor de los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades heterogéneas. De manera seguida, se desarrolla la función de transformación apropiada, la cual permite relacionar las unidades heterogéneas con las homogéneas. En base a lo último, se procede a calcular el valor de los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades homogéneas. Finalmente se determina la magnitud a través de la resta del impacto en unidades homogéneas bajo la situación «sin» proyecto y situación «con» proyecto.

Tomando en cuenta que la afectación de la cobertura vegetal que se encuentra presente en la huella del presente proyecto, se dará como consecuencia de la pérdida de superficie de las mismas, y que cada una de ellas presenta atributos distintos de cobertura, diversidad, rareza, presencia de endemismos, entre otros; el indicador seleccionado para la cuantificación del impacto en cuestión corresponde a:

- Media ponderada del valor de conservación de las distintas unidades de vegetación

Dicho indicador responde a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\sum(1 \text{ a } n) \text{ Superficie de formación } i \text{ sin afectar} * \text{ valor de conservación de } i}{\text{Superficie total del ambito de referencia}}$$

Una vez identificado el indicador adecuado, se procedió a calcular el valor del mismo para las situaciones «sin» y «con» proyecto, en unidades heterogéneas. Tal como se mencionó anteriormente, la situación «sin» proyecto comprende la situación de la línea base ambiental, mientras que el escenario «con» proyecto comprende la situación futura por las acciones contempladas.

Situación «sin» proyecto = Línea Base Socioambiental

Situación «con» proyecto = Línea Base Socioambiental + Proyección de la MEIA

Tomando en cuenta lo anterior, en el cuadro presentado a continuación se muestran las extensiones de las diferentes formaciones vegetales y coberturas del suelo existentes en el área de estudio del proyecto, de acuerdo a la línea base ambiental del mismo (**Capítulo 4.0**), así como la superficie de cada una de dichas coberturas a afectar como parte de la implementación del proyecto.

Cuadro 5.5.26

Cobertura vegetal presente en el área de estudio y superficie de las mismas a afectar como consecuencia de la implementación de la infraestructura del Proyecto

Formación vegetal / cobertura del suelo	Área de estudio (ha)	Porcentaje (%)	Área a ser afectada (ha)	Porcentaje a ser afectado por cobertura (%)
Desierto costero	9889,85	98,93	41,59	0,42
Tillandsial	106,65	1,07	0,19	0,18
Total	9996,50	100,00	41,78	0,60

Fuente: INSIDEO, 2017

Elaborado por: INSIDEO

Para la determinación de los valores de conservación de las diferentes formaciones vegetales y/o coberturas del suelo presentadas en el cuadro anterior, se tomaron en cuenta los siguientes factores: cobertura vegetal, rareza local, regional y nacional de las distintas formaciones, los servicios ecosistémicos que brindan o potencialmente podrían brindar, el estado de conservación de las mismas y la caracterización del grado de fragilidad de ecosistemas en base a la legislación vigente (Artículo N° 99 de la Ley General del Ambiente). En el siguiente cuadro se presentan los valores de conservación otorgados a cada formación, siendo «1» el valor de conservación más alto y «0» el más bajo.

Cuadro 5.5.27

Valores de conservación de las formaciones vegetales y otras coberturas del suelo del área de estudio

Formación vegetal / cobertura del suelo	Valor de conservación
Desierto costero	0,1
Tillandsial	0,6

Elaborado por: INSIDEO

Estos valores de conservación asumen que los lugares de mayor valor de conservación obedecen a coberturas vegetales de mayor relevancia como estructura para el

establecimiento de ecosistemas robustos y complejos. Se asume que un valor 0 corresponde a un lugar completamente disturbado y carente por completo de vegetación, mientras que un valor de 1 corresponde a una formación vegetal compleja y estructurada, poco disturbada, de gran singularidad o de prioridad de conservación. Es necesario indicar que no existe un solo parámetro utilizado como indicador, ni tampoco es una valoración absoluta que compare a todas las formaciones vegetales del territorio nacional. En el **Cuadro 5.5.28**, se presentan los criterios considerados para la asignación de criterios, así como también ejemplos de formaciones vegetales que podrían ser consideradas dentro de cada una de las categorías. Asimismo, se ubica dentro de las categorías a las formaciones vegetales registradas en el área de estudio. Por otro lado, para evitar la doble contabilidad o asignación de un valor determinado a la vegetación y a la fauna, esta valoración es independiente para cada una de ellas. Si bien puede existir una correlación entre la estructura de la vegetación y una mayor complejidad de la fauna, esta relación no es siempre tal, puesto que una zona con presencia de una especie endémica de flora, puede presentar una fauna escasa o muy común.

Cuadro 5.5.28

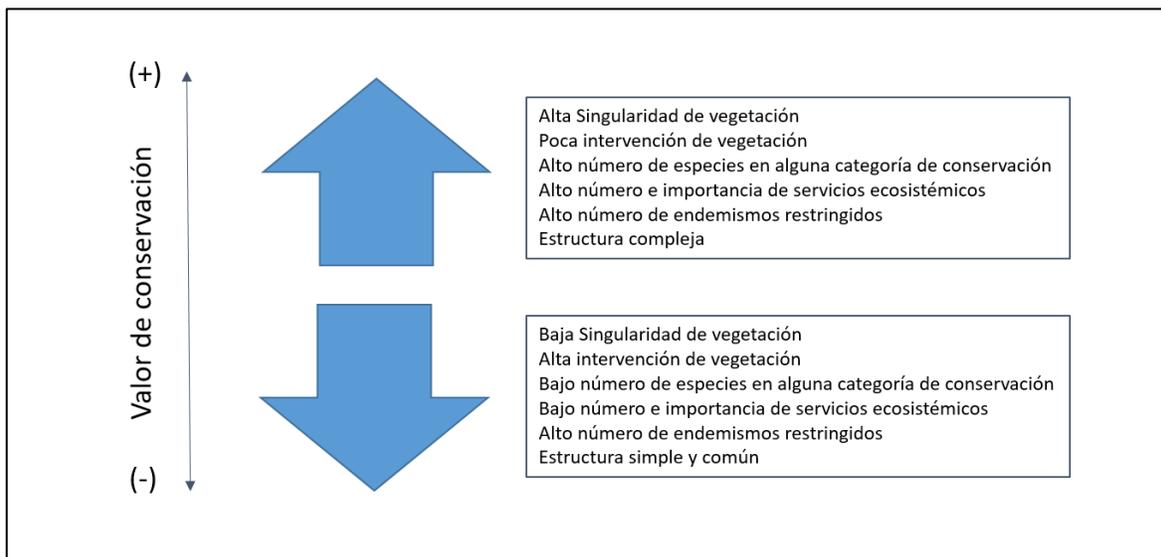
Criterios de asignación de valores de conservación de las formaciones vegetales y otras coberturas del suelo

Ejemplo de tipología de Formación vegetal	Valor de conservación	Ejemplo en el Perú	Formación vegetal en el área de estudio	Valor de conservación
Sin cubierta vegetal Área completamente disturbada	0	Terrenos ocupados por infraestructura Terrenos alterados por deforestación sin rebrote Áreas degradadas por pérdida de suelos (erosión grave)		
Sin cubierta vegetal por razones naturales (desiertos totalmente áridos) Área árida parcialmente disturbada	0,1	Partes más áridas de desiertos costeros	Desierto costero	0,1
Áreas con alguna presencia de vegetación muy rala	0,2	Desiertos costeros con plantas aisladas		
Matorrales xerofíticos raros poco singulares	0,3	Desiertos de estribaciones andinas con alguna precipitación		
Herbazales raros	0,4	Pajonales poco singulares que cubren grandes extensiones de regiones altoandinas		
Matorrales comunes/pajonales densos	0,5	Tolares, pajonales, césped de puna		
Matorrales mixtos/formaciones xerofíticas algo singulares/ presencia de especies no comunes	0,6	Tillandsiales compuestos por especies endémicas pero de distribución no muy restringida. Matorrales de ecotono con bosque con algunas singularidades	Tillandsial	0,6
Plantaciones algo singulares/bosques raros/vegetación húmeda	0,7	Césped de puna inundable/vegetación de monte ribereño		
Vegetación compleja/singular/poco representada con algo de estratificación	0,8	Bosques secundarios con alguna complejidad/bofedales /áreas con presencia de especies de flora protegida		
Vegetación muy compleja/alta singularidad/alta estratificación	0,9	Bosques primarios con complejidad/bofedales singulares /áreas con presencia significativa de especies de flora protegida		
Vegetación única/ con altos endemismos restringidos o únicos/ áreas prístinas / presencia de especies en estado crítico global	1	Bosques únicos / páramos únicos / Zonas de endemismos locales muy singulares		

Elaborado por: INSIDEO

En síntesis, en el siguiente cuadro se presenta la variación de los valores de conservación en función de los criterios considerados.

Gráfico 5.5.29
Variación de Valores de conservación de las formaciones vegetales



Elaborado por: INSIDEO

La asignación de los valores está en función de los resultados de línea base, puesto que es importante que los criterios sean “personalizados” dependiendo de la realidad del proyecto. Tomando en cuenta los datos de la superficie de formación sin afectar y el valor de conservación, se calculó el valor del indicador seleccionado para la cuantificación del impacto sobre la cobertura vegetal en unidades heterogéneas, obteniéndose los siguientes valores:

$$\text{Indicador(situación «sin proyecto»)} = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \times vc_i)}{S_t \times vc_1}$$

$$\text{Indicador(situación «con proyecto»)} = \frac{\sum_{i=1}^n ((S_i - ocup_i) \times vc_i)}{S_t \times vc_1}$$

Dónde:

- ocup_i: extensión a ocupar sobre formación vegetal ‘i’
- S_i: Extensión de la subclase de formación vegetal ‘i’ sin intervenir (ha)
- vc_i: valor de uso la subclase de cobertura vegetal ‘i’
- S_t: Extensión total del área de estudio (ha)

- vc_1 : máximo valor de uso, igual a 1 (condición *clímax*)

$$I(\text{situación «sin» proyecto}) = 0,1053$$

$$I(\text{situación «con» proyecto}) = 0,1049$$

Se considera al total del área de estudio para establecer la relación con el área a disturbar, debido a que de acuerdo con la metodología se debe establecer un “ámbito de referencia”, para estimar adecuadamente el alcance geográfico del impacto (extensión). El ámbito de referencia corresponde a la porción del territorio que sirve de contexto para el análisis y a falta de accidentes geográficos que lo demarquen claramente, se eligió un área buffer envolvente a las instalaciones que posee condiciones similares a las de la intervención. El área ubicada al este del sector de interés está caracterizada por estribaciones andinas que difieren del panorama desértico y plano en donde se encuentra el proyecto, mientras que la zona oeste está conformada por las elevaciones de la RNSF que presenta condiciones singulares también diferentes de las registradas en el área de interés. Se estima que el ámbito de referencia conformado por el área de estudio es adecuado y cumple con las características exigidas por la metodología. Un área mayor podría diluir el impacto, mientras que una restricción al área de la modificación, representaría límites arbitrarios no adecuados de acuerdo con la metodología, que inclusive dejaría de lado a los aerogeneradores existentes y por lo tanto se perdería la integralidad del análisis.

Una vez calculados los valores del indicador en cuestión para los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades heterogéneas, se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas. De acuerdo a estudios y evaluaciones ambientales²⁵, en curvas de transformación para impactos producidos sobre formaciones vegetales, la calidad ambiental crece menos que proporcionalmente a la magnitud del factor cuando ésta es escasa y más que proporcionalmente cuando está próxima a su límite superior.

Tomando como referencia las características mencionadas, se elaboró la curva de transformación de valores para la evaluación del impacto sobre formaciones vegetales, la misma que corresponde a una parábola creciente II, la cual se presenta en el **Anexo 5.5.1**.

La calidad ambiental varía entre 0 y 1, en donde «0» representa una calidad ambiental inaceptable y «1» identifica a la mejor calidad ambiental potencial. Mientras más altos son

²⁵ Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010); Los Instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa (Conesa Fernández-Vitora, 1996).

los valores de la media ponderada del valor de conservación de las distintas unidades de conservación, mayor es la calidad ambiental del área, y mayor es el incremento de la misma.

Se sustenta la elección de la curva indicada en el comportamiento de la vegetación frente a cierto grado de intervención. Un cambio unitario en la primera parte de la curva en donde la pendiente es menor, no genera grandes cambios en la calidad ambiental. Esto es lógico, puesto que en lugares muy intervenidos o con una vegetación muy pobre, el sistema no varía mucho en cuanto a su calidad ambiental, conforme se varía el grado de afectación. Por otro lado, en lugares muy singulares o poco intervenidos, un cambio menor puede significar una variación importante en la calidad ambiental (parte de la curva con mayor pendiente). Por estas razones, si bien es cierto la relación entre la calidad ambiental y el valor de conservación es directamente proporcional, esta no es lineal.

La línea base de la flora ha sido considerada para la elección de la curva, puesto que un cambio en particular en el ecosistema desértico (carente de vegetación) no significa un cambio proporcional en la calidad ambiental. La carencia de vegetación hace que la intervención no genere un cambio sensible en la calidad ambiental y por lo tanto el sistema tiene mayor capacidad de absorber el impacto. En el caso particular del Tillandsial, el valor de conservación fue mayor en función de su singularidad, por lo que, un cambio similar efectuado sobre el desierto, afectaría en mayor proporción a la calidad ambiental del Tillandsial, puesto que se perderían individuos y se fragmentaría la vegetación al separarse parches de individuos. Es necesario indicar que si bien es cierto existe una afectación actual de la calidad ambiental en estos parches, esto se debería a condiciones naturales (desección), puesto que no hay actividades humanas relevantes en el área en donde se encuentra este tipo de vegetación xerofítica.

Metodológicamente no fue necesario elegir una curva diferente a la propuesta por Gómez Orea para la calidad ambiental vs. el valor de conservación, puesto que distintas coberturas vegetales a lo largo del planeta presentan similares características en cuanto a su respuesta frente a una intervención. Un parche de un ecosistema boscoso poco degradado que sufra una intervención dada, disminuirá su calidad ambiental en mayor proporción que si el mismo cambio ocurre en un ecosistema relicto, en donde la matriz esté representada por otras formaciones vegetales. Lo mismo será válido para un ecosistema de humedal altoandino, en donde la pérdida de una hectárea de vegetación en un ecosistema pristino, representará una mayor disminución de su calidad ambiental en términos de provisión de servicios, singularidad, etc. que otro humedal altoandino degradado que presente una pérdida similar en extensión.

La elección de una curva de este tipo, no solo se basa en las recomendaciones de Gómez Orea²⁶, sino también en las curvas recomendadas por Conesa²⁷ para la variedad dentro de los tipos de vegetación. En esta publicación, el autor recomienda el uso de una curva de calidad ambiental que varía también en forma directa a la variedad de la vegetación, de tal manera que a valores bajos de calidad le corresponde vegetación relativamente uniforme, valores moderados de calidad a vegetación de moderada diversidad y a valores altos de calidad ambiental a especies inusuales, atractivas o raras. Este índice de calidad ambiental para Conesa es similar al de Gómez Orea, situándose entre 0 y 1 y también con un comportamiento que expresa una variación de la calidad ambiental menos que proporcional para lugares con vegetación menos estructurada y uniforme y más que proporcional para lugares con vegetación más singular.

Finalmente, la curva elegida ha sido probada en una serie de realidades en el país (Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados), con distintas formaciones vegetales involucradas, tales como jalcas²⁸, vegetación crioturbada y bofedales²⁹, pajonal³⁰, ecosistemas desérticos, Tillandsiales y áreas de cultivo³¹ y formaciones vegetales mixtas altoandinas³². El panel de expertos que ha participado en estos instrumentos de gestión ambiental, también ha participado en la elección del método para fines de la presente Modificación, por lo que su aplicación se encuentra validada.

Por otro lado, dada la importancia relativa del Tillandsial en el ecosistema xerofítico, en función a su mayor valoración, en el **Capítulo 6**, se presentan las medidas destinadas a evitar la intervención de individuos mediante el traslado de los mismos a lugares fuera de la huella del proyecto. El retiro de los individuos de *Tillandsia*, aun cuando constituye una

²⁶ Gómez Orea D. 2010, Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.

²⁷ Conesa Fernández Vitora, V.2000. Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.

²⁸ Minera Yanacocha S.R.L. 2017 Quinta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado EIA-d – Categoría III Ampliación del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este.

²⁹ Compañía de Minas Buenaventura, 2016. Estudio de Impacto Ambiental Detallado EIA-d – Categoría III Proyecto San Gabriel.

³⁰ Compañía Minera Raura, 2019. Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d – Categoría III) de las Etapas 2 y 5 del Depósito de Relaves Nieve Ucru II.

³¹ TESUR 3 S.A., 2017. Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado (EIA-sd) Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Montalvo – Los Héroes y Subestaciones Asociadas.

³² TESUR 2 S.A., 2016. Estudio de Impacto Ambiental Detallado Proyecto Línea de Transmisión 220 kV Azángaro – Juliaca – Puno y Subestaciones Asociadas.

medida de gestión ambiental, de forma conservadora ha sido incluido como un impacto en esta sección. La gestión del impacto (relocalización de individuos para evitar la mortalidad), tendrá su propio seguimiento para asegurar que la medida sea adecuada.

En el cuadro a continuación, se presentan los valores del indicador seleccionado para los escenarios «sin» y «con» proyecto, tanto en unidades heterogéneas como homogéneas, las cuales fueron obtenidas utilizando la curva de transformación presentada en el **Anexo 5.5.1**.

Cuadro 5.5.30

Valores del impacto sobre formaciones vegetales del área de estudio en unidades heterogéneas y homogéneas, situaciones «sin» y «con» proyecto

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	
Media ponderada del valor de conservación de las distintas unidades de vegetación	0,1053	0,1049	0,01109	0,01100	0,00009

Elaborado por: INSIDEO

Valoración final

Una vez calculadas las unidades homogéneas, se procedió a calcular la magnitud a través de la resta de las unidades homogéneas bajo la situación «sin proyecto» y «con proyecto». Finalmente, se calculó la valoración final del impacto mediante el producto del índice de incidencia y magnitud estimadas según lo indicado en los párrafos precedentes. Como se observa en el **Cuadro 5.5.31**, el impacto que será generado por las acciones a desarrollar durante la etapa de construcción del proyecto ha sido catalogado como ***compatible*** con el entorno.

Cuadro 5.5.31

Valoración final del impacto sobre la cobertura vegetal – Etapa de construcción

Impacto	Indicador	Índice de incidencia	Magnitud	Valoración final del impacto	Relevancia
Disminución de la cobertura vegetal	Media ponderada del valor de conservación de las distintas unidades de vegetación	0,676	0,00009	0,00006	Compatible

Elaborado por: INSIDEO.

Al finalizar la etapa constructiva, será posible restablecer el terreno mediante las actividades de abandono de los componentes temporales.

- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

En esta línea, se esperarían impactos similares a los constructivos, pero de naturaleza positiva, puesto que el balance final será la rehabilitación de la porción de desierto sin vegetación sobre los que se asentarán los componentes temporales. Sin embargo para evitar una lógica circular al calificar los impactos de una medida de gestión³³, se considera prudente únicamente indicar que se estima que aproximadamente 12,65 ha correspondientes al abandono de la infraestructura temporal serán rehabilitadas.

Especies de flora endémica y/o con estado de conservación

No se registró ninguna especie en estado de conservación, motivo por el cual no se esperan impactos. De acuerdo con literatura consultada, la especie *Tillandsia latifolia* se encuentra reportada para el departamento de Lima³⁴, sin embargo, ha sido reportada también para el presente estudio en Marcona, lo cual sugiere que su restricción geográfica es menor.

Esta especie no se encuentra listada bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 043-2006-AG) y de acuerdo con listas internacionales (IUCN, 2019-1), solamente figura como una especie de menor interés.

Por otro lado, de acuerdo con el Plan de Manejo de tillandsias que se encuentra en el **Capítulo 6.0** de la presente Modificación, antes de la intervención se delimitarán las áreas de ocupación directa de la infraestructura en la zona y áreas de maniobra en donde se ubicarán los vehículos y personal. Posteriormente se retirarán las tillandsias y se reubicarán en sectores especialmente acondicionados fuera del alcance de las obras. En este escenario, si bien se espera la modificación parcial de esta cubierta vegetal rala (0,18% de cobertura en promedio), no se espera la pérdida de individuos, salvo la mortandad asociada al posible estrés por el traslado. Para reducir al máximo posible esta mortandad, en el plan de manejo se detalla la aplicación de especiales consideraciones. La aplicación de un plan adaptado a las condiciones locales del Tillandsial para evitar la afectación de la

³³ De acuerdo con la Jerarquía de la Mitigación, la rehabilitación es una medida de gestión del impacto, por lo que no es técnicamente correcto asignarle una calificación.

³⁴ León, B. 2006 El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed. Blanca León et. al. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

especie, permite concluir que no existirán impactos sobre la misma, motivo por el cual no se realizó la valoración correspondiente.

Especies de flora de interés social

No se registró ninguna especie de interés social, motivo por el cual no se esperan impactos.

5.5.6.2 Etapa de operación

Cobertura vegetal

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre la cobertura vegetal. La operación de los aerogeneradores no tendrá relación alguna con el crecimiento de la escasa vegetación existente.

Especies de flora endémica y/o con estado de conservación

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre las especies de flora endémica y/o con algún estado de conservación.

Especies de flora de interés social

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre las especies de flora de interés social, las cuales son también inexistentes.

5.5.6.3 Etapa de abandono

Cobertura vegetal

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre la cobertura vegetal. Las actividades de recuperación del área consisten en medidas de gestión que forman parte de la estrategia de manejo de impactos del proyecto y por lo tanto no son susceptibles de evaluación de impactos.

Especies de flora endémica y/o con estado de conservación

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre las especies de flora endémica y/o con algún estado de conservación.

Especies de flora de interés social

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre las especies de flora de interés social.

5.5.7 Fauna

5.5.7.1 Etapa de construcción

La evaluación de impactos sobre la fauna ha sido realizada considerando las especies que han sido registradas mediante evidencias tanto directas como indirectas utilizando la metodología especializada puesta de manifiesto en la línea base biológica (observaciones directas, capturas, fotografías, pieles/carcasas, huellas, etc.) en el área en donde se esperan impactos del proyecto. Es importante indicar que los efectos de menor probabilidad o situaciones no esperadas como parte de las actividades normales del proyecto han sido evaluados como riesgos en la **Sección 5.6**.

Hábitat de especies de fauna

Las actividades de construcción que generarán impactos sobre las especies de fauna terrestre del área de estudio y sus hábitats corresponden a:

- Habilitación de las instalaciones de fauna y de los frentes de trabajo
- Transporte de aerogeneradores, materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal
- Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación
- Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso
- Obras civiles: Cimentaciones de los aerogeneradores
- Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores
- Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión
- Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras
- Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento
- Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE Flamenco existente
- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

A continuación, se mencionan los impactos que generarán las actividades mencionadas sobre las «hábitat de especies de fauna». Asimismo, se presentan los resultados del análisis final de dicho impacto.

- Pérdida de hábitat de fauna como consecuencia de la afectación de terrenos por las excavaciones y movimientos de tierra en general
- Ahuyentamiento de fauna como consecuencia de las perturbaciones por la presencia humana y ruidos

El principal efecto esperado durante esta etapa está relacionado con la intervención directa de la infraestructura a ser construida, lo cual se refleja en la puntual afectación del hábitat en los frentes de trabajo mismo.

La fauna de la mayor parte del área es muy escasa y presenta una baja rareza del entorno nacional y local, dado que es representativa de la ecorregión Desierto Costero.

De acuerdo con los resultados obtenidos, existe muy poca diversidad en el área, debido a la extrema aridez que repercute en una escasa oferta de recursos para la fauna. Si bien es cierto se determinó la presencia de 12 especies de aves, varios de los avistamientos básicamente son oportunistas debido a que posiblemente exista arrastre por parte de los fuertes vientos locales de aves que utilicen la zona como punto de paso. Entre las especies que sí presentan adaptaciones a las condiciones desérticas y utilicen el territorio para conseguir el escaso alimento, figuran el “huerequeque” *Burhinus superciliaris* y el “minero común” *Geositta cunicularia*. El “gallinazo de cabeza roja” *Cathartes aura*, es una especie que utiliza el área como punto de paso y en donde podría ocasionalmente encontrar su alimento compuesto por carroña principalmente. El gallinazo posee un rango de acción bastante grande pues es oportunista en distintos tipos de territorios. En el caso particular de la zona en donde fue avistado, se estima que su presencia no se restrinja al área, pudiendo encontrar recursos en el litoral marino y en los valles situados al norte, en los sectores agrícolas de Nasca, aun cuando estos puntos se encuentren alejados.

En cuanto a los mamíferos, las únicas especies registradas son el “guanaco” *Lama guanicoe* y el “zorro gris” *Lycalopex griseus*. No se registró la presencia de mamíferos pequeños voladores ni no voladores, aun cuando el esfuerzo desplegado fue intenso. Se estima que la escasa estructura vegetal sea determinante para la inexistencia de recursos en la zona, necesarios para la presencia de mamíferos pequeños. Debido a que no existen cactáceas columnares en la zona, no se registró la presencia de murciélagos que puedan estar aprovechando el néctar e insectos provistos por las estructuras florales.

En cuanto a los reptiles, sí existen especies que están adaptadas a las condiciones particulares del terreno y por lo tanto aprovechan las muy limitadas condiciones propicias para el desarrollo de la vida silvestre. *Ctenoblepharys adspersa* “lagartija”, *Microlophus peruvianus* “lagartija” y *Phyllodactylus gerropygus* “gecko o salamaqueja”, son los únicos representantes de la herpetofauna³⁵. No se registró la presencia de ninguna especie de anfibio debido a la ausencia de agua superficial.

³⁵ Se ha descartado la presencia de *Phyllodactylus angustidigitus* en el área de estudio, debido a que solamente existió una mención en estudios anteriores. Sin embargo, todos los muestreos posteriores y el presente como parte de la MEIA no lo registraron. Asimismo, de acuerdo con la IUCN (IUCN 2019-1), la distribución de la especie

La especie más abundante fue *Phyllodactylus gerropygus* “gecko o salamanqueja”, sin embargo, a pesar del gran esfuerzo desplegado, únicamente se registraron 12 individuos en toda el área de estudio. Las otras especies fueron registradas con un número mucho más bajo.

Phyllodactylus gerrhopygus “salamanqueja”, es una especie nocturna que, a diferencia de otras especies de reptiles, puede prosperar en los ambientes más áridos y agresivos, debido precisamente a sus hábitos nocturnos, puesto que de esta manera evita la desecación.

En síntesis, la ejecución del proyecto significará la intervención del hábitat de algunas especies que realmente utilizan el hábitat a pesar de la seria limitación de recursos.

Asimismo, la real intervención del territorio corresponde a 41,78 ha, puesto que se están contabilizando únicamente las zonas que ameritan un real movimiento de tierras para la instalación de estructuras como el emplazamiento mismo de los aerogeneradores, las plataformas de montaje y mantenimiento, la habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo, habilitación de caminos de acceso y ampliación de las instalaciones de operación y mantenimiento.

En cuanto al ahuyentamiento, se estima que las actividades generen el retiro temporal de individuos, también de las mismas especies (salamanquejas, lagartijas, minero, huerequeques, zorros, etc.) hacia zonas aledañas mientras dure la perturbación. El ahuyentamiento de guanacos se trata más adelante debido a su especial estatus de conservación. Es preciso indicar que una central eólica como esta no se construye interviniendo todo el espacio y colocando todos los aerogeneradores de una sola vez, puesto que el trabajo se hace en forma paulatina.

De esta manera, la fauna que viene siendo ahuyentada como consecuencia de la intervención de un frente de trabajo en particular, tiene espacios disponibles para colonizar en las áreas en donde se hayan concluido las actividades constructivas.

No se considera adecuada la inclusión de un análisis cuantitativo relacionado al ahuyentamiento de la fauna, puesto que la metodología exige que se evite la duplicidad. Tal y como se explicó líneas arriba, las aves y mamíferos son tan poco frecuentes y se encuentran en tan bajas cantidades, que sus registros son únicamente oportunistas. De esta manera es muy poco probable que exista ahuyentamiento de aves y mamíferos como consecuencia de las actividades más allá de los mismos frentes de trabajo, los cuales

corresponde únicamente a las inmediaciones de la Reserva Nacional de Paracas a más de 100 km del área de estudio y en otras condiciones (menores altitudes y presencia cercana del litoral).

además serán paulatinos y no ocuparán toda el área del proyecto en un solo momento. En el caso de los reptiles dadas sus características, el impacto básicamente estará conformado por la intervención del hábitat y los muy escasos individuos que se encuentren en el área, ocuparán las zonas aledañas en el momento de los trabajos. Aun cuando la mortalidad por la intervención sería menor, se ha diseñado un plan de manejo de reptiles (**Capítulo 6**), con la finalidad de evitar la afectación directa de especímenes. De esta manera, los impactos por intervención del hábitat de fauna, ya engloba conservadoramente a los impactos por ahuyentamiento.

En cuanto al ave “*minero común*” *Geositta cunicularia*, el ahuyentamiento es más dinámico debido a su rapidez y que puede recorrer distancias significativas con relativa facilidad a diferencia de los reptiles. Conforme avancen los trabajos constructivos para la habilitación del terreno, los individuos de “*minero común*” serán desplazados hacia los alrededores, ocupando áreas disponibles no involucradas con la intervención y otras áreas parcialmente intervenidas. Asimismo, de modo similar que, para los reptiles, esta ave, al ser de vuelos cortos y rasantes, puede ocupar también las zonas intersticiales aledañas a los frentes de trabajo luego de la habilitación.

Es importante resaltar que el proyecto se encuentra dentro de la área EBA (*Endemic Bird Areas*)³⁶ “Vertiente del Pacífico Perú-Chile (PE 052)”, sin embargo, ninguna de las especies registradas en el área es indicadora del EBA.

Por otro lado, en el área del estudio no existen Áreas de Importancia de Aves (IBA); estando el IBA Nazca ubicada a aproximadamente 15 km en línea recta (área rural y urbana de la ciudad de Nasca), fuera del alcance de cualquier impacto derivado del proyecto. Dada la ausencia de agua por la extrema aridez, no existen humedales de interés en el área de estudio, ni relación alguna con alguno de ellos que represente importancia para la avifauna (sitios Ramsar). Se registró la presencia de la especie *Oceanodroma hornby*, sin embargo, dado que no usa directamente el hábitat, no se considera como especie directamente afectada por la intervención del hábitat. Una discusión más detallada se presenta más adelante, debido a su estatus de conservación.

Debido a que las únicas áreas a intervenir consisten en el desierto costero y el Tillandsial, sobre estos hábitats se realiza el cálculo de la intervención.

Incidencia

³⁶ Áreas en las cuales la distribución de dos o más especies de aves endémicas o de distribución restringida se superponen, las cuales son relativamente ricas en especies de aves endémicas, en comparación con el resto de zonas del mundo (*BirdLife international*, 2012).

De acuerdo con la **Tabla 5.5.1**, se calificó a la incidencia del impacto sobre el sub-factor de hábitats de la fauna terrestre:

Cuadro 5.5.32

Evaluación de atributos del impacto sobre el hábitat de especies de fauna

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Negativo o perjudicial	La afectación sobre el hábitat de la fauna terrestre. Valoración conservadora pues tal y como ha sido presentado anteriormente, esta calificación es solo válida para un grupo de especies que usen el hábitat, en particular para los fines del análisis.	-1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión directa sobre el hábitat pobre en estructura aprovechado por las especies. La intervención del territorio tiene implicancias directas sobre el hábitat de fauna, puesto que no existen fenómenos intermedios involucrados.	3
Acumulación	Simple	Una actividad unitaria, repetida sobre un receptor dado, no genera efectos aditivos en el tiempo sobre dicho componente.	1
Sinergia	Leve	No se espera que el impacto actúe como efecto multiplicador en sinergia con otros factores. La intervención es tan puntual en el territorio, que no se dará fragmentación del hábitat como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura.	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante. La interacción entre la intervención del sustrato y el hábitat de fauna es directa e inmediata.	3
Persistencia	Permanente	Si bien es cierto el impacto se ejerce en forma puntual en el espacio, la ocupación trasciende a la etapa constructiva. Aun cuando la intervención del terreno (movimiento de tierras), es puntual, la infraestructura perdurará varios años.	3
Reversibilidad	A largo plazo o no reversible	Mediante procesos naturales es posible revertir a largo plazo los efectos sobre la vegetación, sin embargo, esto depende de varios factores entre los cuales destaca el suelo. Teniendo en cuenta que el sustrato mismo no es reversible en forma natural, conservadoramente se asume el impacto sobre el hábitat como no reversible.	3
Recuperabilidad	Media	Las áreas podrán ser recuperables en términos de las condiciones iniciales dentro de toda el área de influencia del proyecto en la etapa de construcción	2
Periodicidad	Periódico	El efecto no se manifiesta aleatoriamente o de manera irregular	3
Continuidad	Continuo	La alteración del terreno árido se dará mientras dure el emplazamiento de la infraestructura	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto (**Tabla 5.5.1**), el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre el sub-aspecto de hábitats es de 40 y 0,235, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 \times 1 + 3 + 3) = 40$$

$$Indice\ de\ incidencia = \frac{Incidencia - Incidencia_{min}}{Incidencia_{max} - Incidencia_{min}} = \frac{25 - 17}{51 - 17} = 0,676$$

Magnitud

Tomando en cuenta que la afectación de los hábitats de fauna se ejercerá como consecuencia de la huella del proyecto, que ejerce a su vez efectos sobre la cobertura vegetal, y considerando que cada una de las unidades de vegetación presenta atributos distintos de oferta de estructura y refugio para la fauna, el indicador seleccionado para la cuantificación del impacto en cuestión corresponde a:

- Media ponderada del valor de conservación de los distintos hábitats faunísticos

Dicho indicador responde a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\sum(1 \text{ a } n) \text{ Superficie del hábitat } i \text{ sin afectar} * \text{ valor de conservación de } i}{\text{Superficie total del ambito de referencia}}$$

Una vez identificado el indicador adecuado, se procedió a calcular el valor del mismo para las situaciones «sin» y «con» proyecto, en unidades heterogéneas. En el cuadro a continuación se presentan las coberturas del suelo características de los diferentes hábitats faunísticos existentes en el área de estudio (ámbito de referencia) del proyecto, incluyendo sus extensiones, áreas a afectar como parte de la implementación de la infraestructura del proyecto y valores de conservación (siendo «1» el valor de conservación más alto y «0» el más bajo).

Cuadro 5.5.33

Superficie, área a afectar por la infraestructura del proyecto de los hábitats de fauna presentes en el área de estudio

Formación vegetal / cobertura del suelo	Área de estudio (ha)	Porcentaje (%)	Área a ser afectada (ha)	Porcentaje a ser afectado por cobertura (%)
Desierto costero	9 889,85	98,93	41,59	0,42
Tillandsial	106,65	1,07	0,19	0,18
Total	9 996,50	100,00	41,78	0,60

Elaborado por: INSIDEO.

Para la determinación de los valores de conservación de los hábitats presentados en el cuadro anterior, se tomaron en cuenta los siguientes factores: presencia de estructura vegetal que sirva de refugio o alimento, rareza local, regional y nacional de los distintos hábitats y el estado de conservación de los hábitats. En el siguiente cuadro se presentan los valores de conservación otorgados a cada hábitat, siendo «1» el valor de conservación más alto y «0» el más bajo.

Cuadro 5.5.34

Valores de conservación de los hábitats del área de estudio

Formación vegetal / cobertura del suelo	Valor de conservación
Desierto costero	0,2
Tillandsial	0,4

Elaborado por: INSIDEO

Para fines prácticos, se ha determinado que las mismas coberturas vegetales representan hábitats diferenciados para la fauna, puesto que la oferta de la estructura vegetal es diferente. La zona desértica es carente de estructura vegetal, mientras que el *Tillandsial* ralo ofrece algunos recursos para la fauna escasa. A diferencia del valor de conservación para la flora, existe alguna variación en los valores asignados al hábitat de fauna, puesto que la importancia de la cobertura vegetal, es analizada en esta sección desde el punto de vista de refugio y alimento para la fauna local, para evitar duplicidad con el análisis de flora.

Estos valores de conservación asumen que los lugares de mayor valor de conservación obedecen a hábitats de mayor relevancia como estructura para la supervivencia de la fauna. Se asume que un valor 0 corresponde a un lugar completamente disturbado y carente por completo de condiciones propicias para el desarrollo de fauna silvestre, mientras que un valor de 1 corresponde a un complejo ecosistema, poco disturbado, de gran singularidad o de prioridad de conservación, con una serie de condiciones que lo hacen propicio para albergar fauna (refugio, alimento, reproducción, etc). Es necesario indicar que no existe un

solo parámetro utilizado como indicador, ni tampoco es una valoración absoluta que compare a todos los hábitats para fauna del territorio nacional. En el **Cuadro 5.5.35**, se presentan los criterios considerados para la asignación de criterios, así como también ejemplos de hábitats que podrían ser considerados dentro de cada una de las categorías.

Cuadro 5.5.35

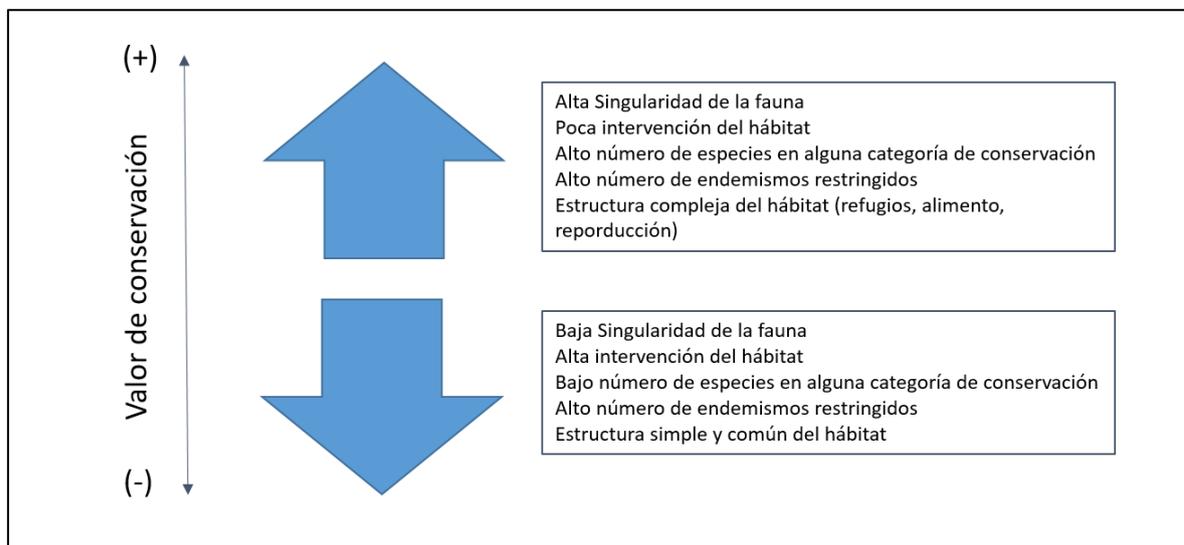
Criterios de asignación de valores de conservación del hábitat de fauna

Ejemplo de tipología de hábitat	Valor de conservación	Ejemplo en el Perú	Hábitat en el área de estudio	Valor de conservación
Sin cubierta vegetal Área completamente disturbada	0	Terrenos ocupados por infraestructura Terrenos alterados por deforestación sin rebrote Áreas degradadas por pérdida de suelos (erosión grave)		
Sin cubierta vegetal por razones naturales (desiertos totalmente áridos) Área árida parcialmente disturbada con pocos recursos	0,1	Partes más áridas de desiertos costeros		
Área árida con algunos recursos	0,2	Desiertos costeros alguna estructura física que albergue fauna	Desierto costero	0,2
Matorrales xerofíticos ralos poco singulares	0,3	Desiertos de estribaciones andinas con alguna precipitación		
Herbazales ralos/ matorrales xerofíticos algo singulares	0,4	Pajonales poco singulares que cubren grandes extensiones de regiones altoandinas /Tillandsiales	Tillandsial	0,4
Matorrales comunes/pajonales densos	0,5	Tolares, pajonales, césped de puna		
Matorrales mixtos/formaciones xerofíticas algo singulares/ presencia de especies no comunes	0,6	Matorrales de ecotono con bosque con algunas singularidades		
Plantaciones algo singulares/bosques ralos/vegetación húmeda	0,7	Césped de puna inundable/vegetación de monte ribereño		
Estructura vegetal compleja/fauna singular/poco representada	0,8	Bosques secundarios con alguna complejidad/bofedales /áreas con presencia de especies de fauna protegida		
Estructura vegetal compleja/alta singularidad/alta estratificación	0,9	Bosques primarios con complejidad/bofedales singulares /áreas con presencia significativa de especies de fauna protegida		
Hábitat único con presencia de especies de fauna en estado crítico global o con gran oferta de recursos para la fauna.	1	Bosques únicos / páramos únicos / Zonas de endemismos locales muy singulares		

Elaborado por: INSIDEO

En síntesis, en el siguiente gráfico se presenta la variación de los valores de conservación en función de los criterios considerados.

Gráfico 5.5.36
Variación de Valores de conservación de los hábitats de fauna



Elaborado por: INSIDEO

La asignación de los valores está en función de los resultados de línea base, puesto que es importante que los criterios sean “personalizados” dependiendo de la realidad del proyecto. El desierto costero tiene algo de relevancia puesto que se ha registrado la presencia de especies de reptiles que pueden tolerar las condiciones más extremas de desecación. A diferencia de la calificación de importancia de la vegetación, el valor es ligeramente mayor puesto que a pesar de no existir cubierta vegetal, existen refugios físicos para la fauna (i.e. rocas). Por otro lado, en cuanto al Tillandsial, no tiene mayor valoración puesto que es muy ralo y con muy poco vigor, a diferencia de los Tillandsiales ubicados al interior de la RNSF. Estas características permiten concluir que el Tillandsial tiene mayor valor por sí mismo, al estar formado por especies vegetales de relativa restricción, pero que tiene una escasa importancia local debido a su estado y poca estructura.

Tomando en cuenta los datos de la superficie de hábitat sin afectar y el valor de conservación presentado en el **Cuadro 5.5.27** se calculó el valor del indicador seleccionado para la cuantificación del impacto sobre el hábitat para fauna, situación «sin» proyecto y situación «con» proyecto, en unidades heterogéneas, obteniéndose los siguientes valores:

$$I \text{ (situación «sin» proyecto)} = \frac{\sum(1 \text{ a } n) \text{ Superficie de hábitat } i \text{ sin afectar} \times \text{valor de conservación de } i}{\text{Superficie total del ámbito de estudio}} = 0,1053$$

$$I \text{ (situación «con» proyecto)} = \frac{\sum(1 \text{ a } n) \text{ Superficie de hábitat } i \text{ sin afectar} \times \text{valor de conservación de } i}{\text{Superficie total del ámbito de estudio}} = 0,1049$$

Una vez calculados los valores del indicador en cuestión para los escenarios «sin» y «con» proyecto en unidades heterogéneas, se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas, la cual se presenta en el **Anexo 5.5.1**.

Se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas, la cual se presenta en el gráfico a continuación, correspondiente a una parábola creciente II. Se representa la relación calidad ambiental vs. disponibilidad de hábitat bajo una curva parabólica creciente debido a que esta representa que una pérdida inicial de una unidad de hábitat genera un efecto mayor sobre un hábitat prístino que sobre un hábitat ya intervenido. Esto es debido a que, en un hábitat sin intervención alguna, la disminución de hábitat genera una presión no antes experimentada sobre la fauna. La intervención de una misma extensión sobre un entorno ya intervenido genera un menor efecto puesto que la capacidad de provisión de hábitat de esa unidad en sí ya se vio afectada. La fauna tiene la capacidad de adaptación al cambio, por lo que un área con algún grado de disturbación, tiene la elasticidad necesaria para absorber una perturbación dada. El sustento de la experiencia en el uso de las curvas es el mismo presentado en la sección de impactos sobre la flora.

En el cuadro a continuación se presentan los valores del indicador seleccionado para los escenarios «sin» y «con» proyecto, tanto en unidades heterogéneas como homogéneas, las cuales fueron obtenidas utilizando la curva de transformación presentada en el gráfico anterior.

Cuadro 5.5.37
Valoración final del impacto analizado en la etapa de construcción – Pérdida de hábitat de fauna

Indicador	Unidades heterogéneas		Unidades homogéneas		Magnitud
	Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Media ponderada del valor de conservación de los distintos hábitats faunísticos	0,1053	0,1049	0,01109	0,01100	0,00009

Elaborado por: INSIDEO

Valoración final

Una vez calculadas las unidades homogéneas, se procedió a calcular la magnitud a través de la resta de las unidades homogéneas bajo la situación «sin proyecto» y «con proyecto», respectivamente. Finalmente, se calculó la valoración final del impacto mediante la multiplicación del índice de incidencia y magnitud estimadas según lo indicado en los párrafos precedentes. Como se observa en el **Cuadro 5.5.38**, el impacto que será generado

por las acciones a desarrollar durante la etapa de construcción del proyecto ha sido catalogado como ***compatible*** con el entorno.

Cuadro 5.5.38
Valoración final del impacto sobre los hábitats de la fauna terrestre- Etapa de construcción

Impacto	Indicador	Índice de incidencia	Magnitud	Valoración final del impacto	Relevancia
Disminución del hábitat	Media ponderada del valor de conservación de los distintos hábitats para fauna	0,676	0,00009	0,00006	Compatible

Elaborado por: INSIDEO.

Al finalizar la etapa constructiva, será posible restablecer el terreno mediante las actividades de abandono de los componentes temporales.

- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

En esta línea, se esperarían impactos similares a los constructivos, pero de naturaleza positiva, puesto que el balance final será la rehabilitación de la porción de desierto sin vegetación (hábitat para fauna) sobre los que se asentarán los componentes temporales. Sin embargo para evitar una lógica circular al calificar los impactos de una medida de gestión³⁷, se considera prudente únicamente indicar que se estima que aproximadamente 12,65 ha correspondientes al abandono de la infraestructura temporal serán rehabilitadas.

³⁷ De acuerdo con la Jerarquía de la Mitigación, la rehabilitación es una medida de gestión del impacto, por lo que no es técnicamente correcto asignarle una calificación.

Especies de fauna endémica y/o con estado de conservación

De acuerdo con las evaluaciones de línea base, se registró la presencia de las siguientes especies de fauna en alguna categoría de conservación:

- *Oceanodroma hornbyi* “golondrina de mar acollarada”, categorizada con Data Deficiente por la IUCN (2019-1)
- *Lama guanicoe* “guanaco”, categorizada como en Peligro Crítico (CR) por el D.S. N° 004-2014-MINAG
- *Ctenoblepharys adspersa* “lagartija”³⁸, categorizada como Vulnerable (VU) por la IUCN (2019-1)

En cuanto a *Oceanodroma hornbyi* “golondrina de mar acollarada”, se ha observado en miles en el Océano Pacífico oriental, desde 3 ° S hasta 27 ° S a lo largo de la costa de Ecuador, Perú y Chile. Faltan datos sobre las cifras y tendencias generales sobre la especie y no se han encontrado áreas de nidificación. La distribución en el mar y las observaciones de aves en tierra indican que anida entre 20 ° y 25 ° S en Chile y en Perú. Las aves pueden reproducirse en islas costeras o acantilados continentales, y lo más probable es que aniden en el Desierto de Atacama (Chile) y las áreas interiores de Perú³⁹. De acuerdo con los resultados de línea base, no se registraron nidos en el área, siendo el único avistamiento (un individuo), un registro oportunista.

De acuerdo con Murillo *et al.* (2013)⁴⁰, las luces artificiales probablemente atraen y desorientan a las aves jóvenes de *Oceanodroma hornbyi* durante sus primeros vuelos, provocando su caída a tierra y causándoles heridas fatales u ocasionándoles la muerte por depredación. Ya que la navegación de Proceralliformes en el mar durante la noche dependería de la luz de la luna y las estrellas, la inexperiencia de estas aves puede atraerlas hacia la luz artificial de las ciudades (Simons 1983 en Murillo, 2013). Asimismo, dado que los petreles se alimentan de especies bioluminiscentes, podrían buscar las luces de las ciudades como una manera de aumentar sus oportunidades para la obtención de alimento (García-Godos *et al.*, 2002; Montevecchi 2006, en Murillo, 2013).

³⁸ Se ha descartado la presencia de *Phyllodactylus angustidigitus* en el área de estudio, debido a que solamente existió una mención en estudios anteriores. Sin embargo todos los muestreos posteriores y el presente como parte de la MEIA no lo registraron. Asimismo, de acuerdo con la IUCN (IUCN 2019-I), la distribución de la especie corresponde únicamente a las inmediaciones de la Reserva Nacional de Paracas a más de 100 km del área de estudio y en otras condiciones (menores altitudes y presencia cercana del litoral).

³⁹ IUCN, 2019. <https://www.iucnredlist.org/species/22698567/132654022#geographic-range>, citando a Spear y Ainley 2007, Brooke 2004, Murillo et al. 2013 y Schmitt et al. 2016

⁴⁰ Murillo Y, Piana RP, Delgado-Alburquerque L. 2013. Rescate de Golondrinas de la Tempestad de Collar (*Oceanodroma hornbyi*) en la ciudad de Lima, Peru. Boletín de Ornitología Peruana-UNOP 8:55– 64.

De acuerdo con Montevecchi (2006)⁴¹, los océanos nocturnos son planos y oscuros ambientes en los que las aves marinas se desarrollan. Muchas especies son activas en la noche para evadir la predación diurna, principalmente por gaviotas. La alimentación de estas especies nocturnas se basa en las presas bioluminiscentes (el calamar bioluminiscente es parte importante de la dieta de la especie *Oceanodroma hornbyi*).

Las especies marinas son altamente atraídas por luz artificial. Una de las hipótesis propuestas a este fenómeno es su adaptación a la búsqueda de alimento bioluminiscente y su predilección de orientarse a patrones de estrellas específicas. Por tal razón las fuentes de luz artificial pueden ser consideradas atractivas como un estímulo “supernormal”.

La atracción a la luz está influenciada por la visibilidad, condiciones ambientales de luz y fase luna. Las aves son más atraídas a la luz en condiciones de baja nubosidad, elevada neblina y llovizna. Las gotas de humedad en el aire refractan la luz aumentan enormemente los volúmenes iluminados. En el área de interés es probable que la luminosidad artificial atraiga especies marinas que ocasionalmente pueden llegar a las ciudades, instalaciones de diverso tipo y en este caso particular al desierto, en donde existan registros fortuitos de especies que no se encuentran en su hábitat natural. Es importante indicar que las actuales instalaciones del Parque Eólico Wayra I, no constituyen una fuente importante de luminosidad en comparación con otras fuentes locales y regionales, puesto que los aerogeneradores únicamente poseen pequeñas luces rojas intermitentes de seguridad. En las inmediaciones existen otras fuentes luminosas de mucha mayor intensidad. Dado que la presencia de esta especie es ocasional, no se espera que existan interacciones entre la fase constructiva del proyecto y la misma, por lo que se descarta el impacto para esta fase. Como se aprecia en la **Ilustración 5.5.6**, la distribución de *Oceanodroma hornbyi* es amplia, no siendo el criterio de endemismo relevante para su estatus de conservación, sino la falta de información existente sobre la especie.

⁴¹ Montevecchi, W. A. (2006). Influences of artificial light on marine birds. Ecological consequences of artificial night lighting, 94-113.

Ilustración 5.5.6
Distribución geográfica de *Oceanodroma hornbyi*



Fuente: IUCN, 2019-1

Asimismo, como se indicó previamente, el área de emplazamiento real del proyecto es mínima respecto a su hábitat total y no se evidenció la presencia de lugares de anidamiento, motivo por el cual, en forma conservadora, se mantiene la calificación de impactos sobre “hábitat de especies de fauna”.

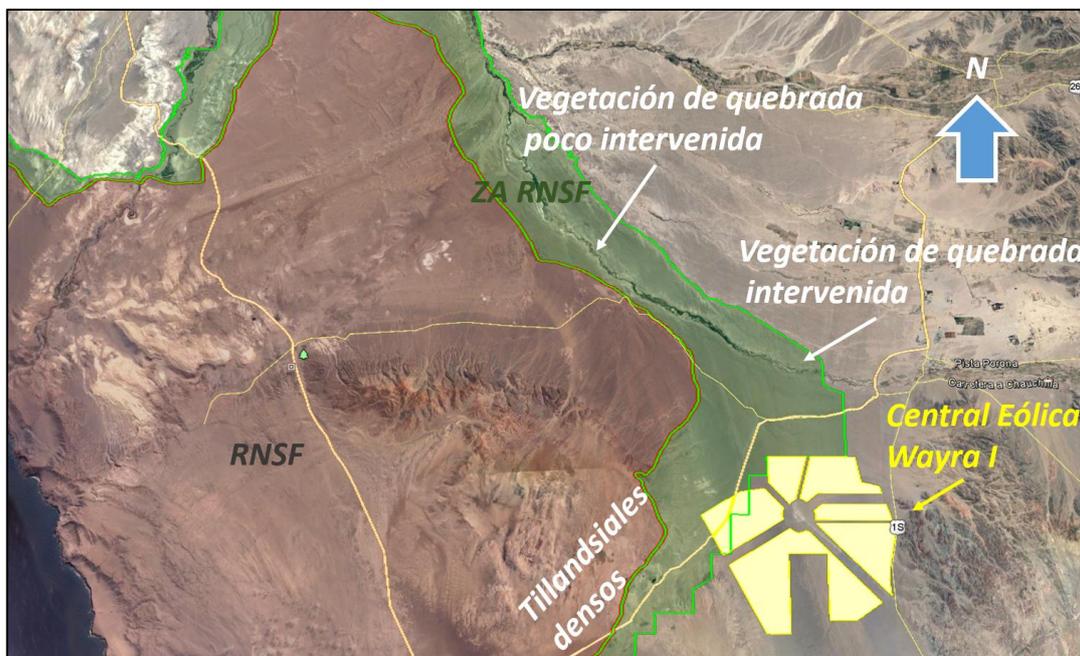
En cuanto al “guanaco” *Lama guanicoe*, se evalúa su ahuyentamiento durante las labores constructivas de la central eólica, debido a la generación de ruidos y presencia humana. Se estima que el efecto de generación de ruidos sea absorbido por completo por la misma presencia de trabajadores en los frentes de trabajo puesto que el aporte de ruidos como consecuencia las actividades constructivas serán reducidas y se circunscriban a las inmediaciones de los frentes de trabajo. Asimismo, el guanaco muestra cierta adaptabilidad a la presencia humana en la zona, como por ejemplo avistamientos cercanos a las vías de acceso a San Juan de Marcona (Pacific Pir, 2014; INSIDEO, 2019).

Se espera que las actividades constructivas tengan escasa coincidencia con la actividad del guanaco en la zona, puesto que en los resultados de línea base se evidenció que existe una muy escasa cubierta vegetal que pueda servir de alimento a la especie (*Tillandsias*).

Es probable que las plantas de *Tillandsia* ubicadas al interior de la RNSF provean alimento a los guanacos puesto que son de las pocas especies vegetales que pueden tolerar la aridez de esta parte del desierto. La zona ubicada al N y NE del área de estudio (quebrada Las Trancas) presenta actividad humana (campos de cultivo) y en los sectores cercanos a la carretera Panamericana, viviendas dispersas que constituyen una fuente de perturbación para el guanaco, motivo por el cual no representarían fuentes de refugio o alimento para la especie. Es probable que el guanaco utilice los sectores ubicados al NO del área de estudio para moverse (fuera del área del proyecto y dentro de la RNSF) para conectar

áreas que presenten provisión de alimentos ubicadas en la misma quebrada Las Trancas con menos intervención humana (**Ilustración 5.5.7**).

Ilustración 5.5.7
Posición del proyecto con respecto tillandsiales y vegetación de quebrada poco intervenida



Fuente: Google Earth
Elaborado por INSIDEO, 2019

En cuanto a su distribución geográfica, el guanaco está presente en la parte occidental y sur de Sudamérica y si bien es cierto en el Perú, es fragmentada, las actividades constructivas en sí mismas son muy puntuales en comparación con el hábitat disponible. De esta manera, en forma conservadora, se mantiene la calificación de impactos sobre “hábitat de especies de fauna”.

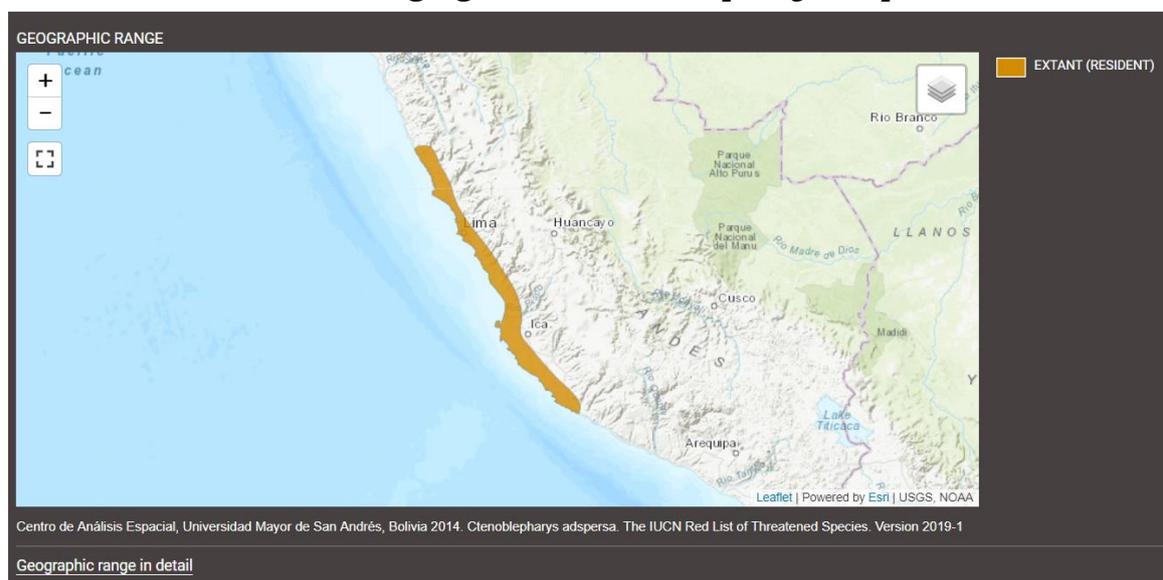
Ilustración 5.5.8
Distribución geográfica de *Lama guanicoe*



Fuente: IUCN, 2019-1

La lagartija *Ctenoblepharys adspersa*, fue registrada en muy bajas cantidades en el área (3 individuos), aun cuando el muestreo fue intensivo, lo cual es un indicador de la pobreza de los recursos ofertados para la especie en la zona. Esta especie se encuentra distribuida en la costa central del Perú, por lo que su restricción geográfica es media.

Ilustración 5.5.9
Distribución geográfica de *Ctenoblepharys adspersa*



Fuente: IUCN, 2019-1

Los resultados del análisis de oferta de hábitat local de recursos (muy baja) y los impactos esperados en lugares puntuales en donde exista vegetación de Tillandsias (única estructura vegetal existente), permiten concluir que no existen suficientes argumentos

para evaluar el impacto sobre la especie se considera que constituye un riesgo y es tratado de esta manera en la evaluación (ver **Sección 5.6**).

Especies de fauna de interés social

No existen especies de fauna que presenten algún uso o interés por parte de la población local que pueda ser afectada como parte de las actividades constructivas. Por este motivo, no existen impactos sobre este componente.

5.5.7.2 Etapa de operación

Hábitat de especies de fauna

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre el hábitat de especies de fauna. Asimismo, de acuerdo con la descripción del proyecto, no existirá cableado aéreo que pueda significar un riesgo de electrocución para la avifauna. La interconexión con la SE Flamenco, será mediante un cableado subterráneo, por lo que el riesgo sobre la avifauna por electrocución es inexistente.

Especies de fauna endémica y/o con estado de conservación

En esta sección se analizan los posibles impactos sobre las mismas especies de interés desde el punto de vista de la conservación:

- *Oceanodroma hornbyi* “golondrina de mar acollarada”, categorizada con Data Deficiente por la IUCN (2019-1)
- *Lama guanicoe* “guanaco”, categorizada como en Peligro Crítico (CR) por el D.S. N° 004-2014-MINAG
- *Ctenoblepharys adspersa* “lagartija”, categorizada como Vulnerable (VU) por la IUCN (2019-1)

En cuanto a *Oceanodroma hornbyi*, la operación de los aerogeneradores no debería significar un impacto puesto que, al no existir hábitat reproductivo o lugares de alimentación en el área, conservadoramente cualquier interacción entre esta especie y las actividades operativas se califica como un riesgo, analizado en la **Sección 5.6**.

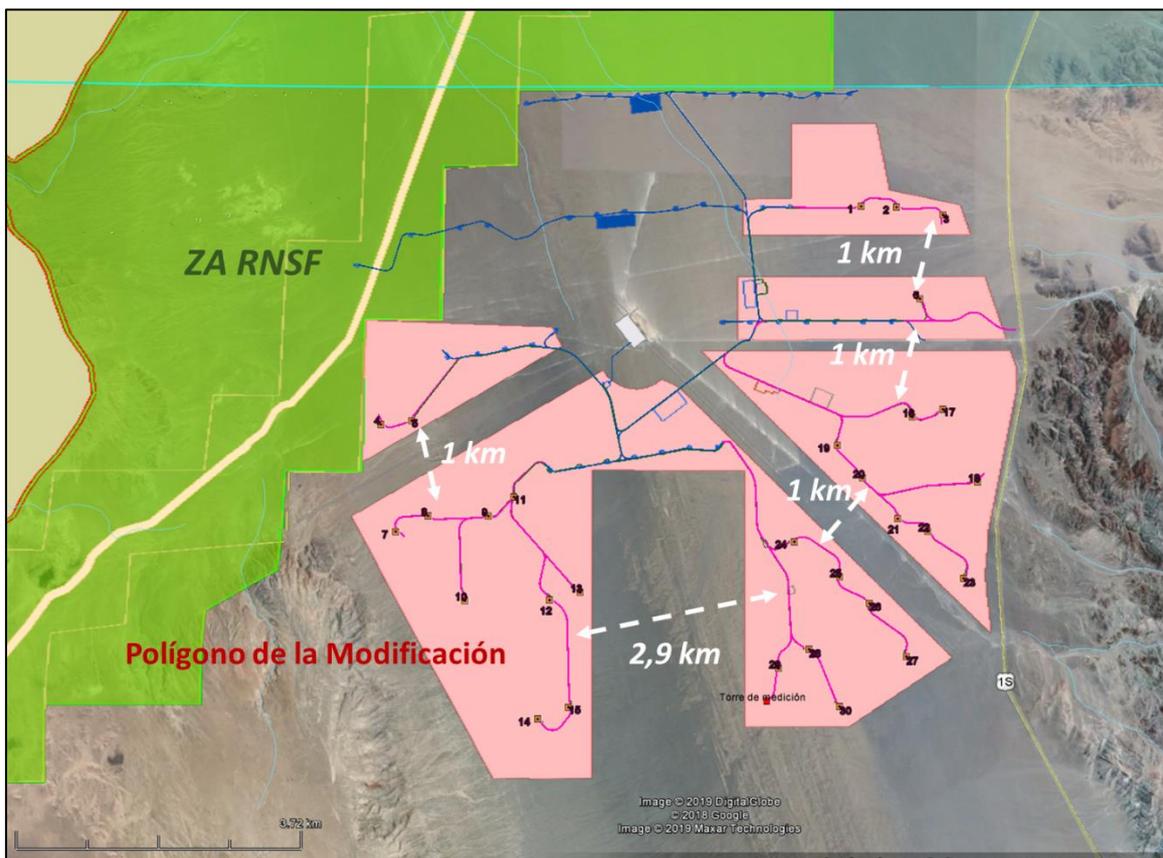
En cuanto al ahuyentamiento de guanacos durante la etapa operativa, de acuerdo con los resultados del modelamiento de dispersión de ruidos, a una distancia de 600 metros de cualquier aerogenerador, el nivel de presión sonora es menor a 39 dB. Estos valores son bajos considerando que los resultados de línea base muestran valores máximos cercanos, generados por el viento. Este corto alcance de los aportes significa que no se generarían emisiones que resulten perturbadoras para el guanaco, considerando aún más que su presencia en el área es esporádica dado que el alimento es casi inexistente. Por otro lado, solamente se contará con muy poco personal operativo que no representará un inconveniente para la actividad del guanaco en la zona. Esta presencia de vigilancia, por el contrario, significará un impacto positivo para la especie debido a las limitaciones en las incursiones de posibles cazadores furtivos.

En cuanto a la posible interferencia de las estructuras para el movimiento del guanaco, es importante indicar que la distancia mínima entre aerogeneradores será de 400 m y la distancia entre filas de aerogeneradores está en el orden de los 1000 m (**Ilustración 5.5.10**). Este emplazamiento de la infraestructura significará que existe mucho espacio entre aerogeneradores para que el aeroparque pueda ser atravesado por un guanaco sin mayores inconvenientes, luego de un tiempo de adaptación al movimiento de los rotores. Debido al espaciamiento entre aerogeneradores, a que la totalidad de la línea de transmisión será enterrada y a la escasa intervención del terreno por emplazamiento de los aerogeneradores, no se espera que la infraestructura operativa sea un elemento fragmentador del hábitat y en particular de las visitas esporádicas del guanaco a la zona. En cuanto a los caminos de acceso, serán muy poco frecuentados para actividades de inspección y mantenimiento por un número muy bajo de vehículos, por lo que no se espera que tampoco constituyan un elemento fragmentador.

De acuerdo con los resultados de línea base, se ha registrado la presencia de guanaco en el área, lo cual constituye un hallazgo que fortalece estas estimaciones, puesto que la línea base biológica desarrollada para la presente Modificación fue realizada en plena operación comercial de la Central Eólica Wayra I.

Finalmente, no se esperan impactos sobre el hábitat de *Ctenoblepharys adspersa* “lagartija”, puesto que no hay actividades de intervención del terreno, adicionales a las definidas como permanentes para la etapa constructiva, la cual constituye infraestructura remanente hasta la etapa de abandono.

Ilustración 5.5.10
Separación de componentes del proyecto



Fuente: Google Earth
Elaborado por INSIDEO, 2019

De acuerdo con las Guías Sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS)⁴² para la energía eólica del IFC (International Finance Corporation) – World Bank Group, existen algunas especies que son especialmente susceptibles a colisiones con aerogeneradores, como es el caso de ciertas aves de vuelo prolongado y en altura y/o migratorias, así como las que vuelan en bandadas numerosas (gregarias), y las aves rapaces, además de especies de murciélagos migratorios, insectívoros y de posaderos forestales. Algunas especies pueden verse atraídas hacia las instalaciones de energía eólica, tomándolas por posaderos o comederos, lo que puede aumentar más la posibilidad de colisión.

Especies de fauna de interés social

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre especies de fauna de interés social.

5.5.7.3 Etapa de abandono

Hábitat de especies de fauna

⁴² IFC, 2015. Guía Sobre Medio Ambiental, Salud y Seguridad para la Energía Eólica. Grupo Banco Mundial.

Aun cuando se esperan que las actividades de abandono sean de menor intensidad que las actividades constructivas (por ejemplo, menor movimiento de tierras), conservadoramente se han asumido los impactos de la etapa constructiva como válidos para esta etapa.

Especies de fauna endémica y/o con estado de conservación

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre las especies de fauna endémica y/o con estado de conservación, puesto que se asume como escenario final de la etapa la reconfiguración del terreno y el cese de la perturbación del hábitat.

Especies de fauna de interés social

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre las especies de fauna de interés social.

5.5.8 Vida acuática

5.5.8.1 Etapa de construcción

No existen cuerpos de agua vinculados con la fase constructiva del proyecto que puedan ser afectados, por lo tanto, no se darán impactos sobre la vida acuática.

5.5.8.2 Etapa de operación

No existen cuerpos de agua vinculados con la fase operativa del proyecto que puedan ser afectados, por lo tanto, no se darán impactos sobre la vida acuática.

5.5.8.3 Etapa de abandono

No existen cuerpos de agua vinculados con la fase de abandono del proyecto que puedan ser afectados, por lo tanto, no se darán impactos sobre la vida acuática.

5.5.9 Paisaje

5.5.9.1 Etapa de construcción

Calidad del paisaje

De acuerdo con lo presentado en la línea base, el paisaje del área está conformado por la unidad “Pampa desértica”, caracterizado por su superficie relativamente plana, arenosa y árida donde se desarrollará el proyecto. La unidad fue catalogada como de calidad media, debido a que si bien es cierto presenta condiciones áridas y ausencia de agua que merma la calidad, el fondo escénico eleva el contraste. Por otro lado, la presencia de la Central Eólica Wayra I, también permite incremento del contraste y aporte de elementos de disposición armoniosa.

En la presente evaluación de impactos, se han identificado actividades en la etapa de construcción susceptibles de producir variaciones sobre la calidad del paisaje. Estas actividades son las siguientes:

- Habilitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo

- Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación
- Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso
- Obras civiles: Cimentaciones de los aerogeneradores
- Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores
- Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión
- Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras
- Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento
- Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE Flamenco existente
- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

A continuación, se mencionan los impactos esperados de las actividades sobre la calidad del paisaje:

- Afectación a la calidad del paisaje

Incidencia

De acuerdo con la **Tabla 5.5.1**, se calificó a la incidencia del impacto sobre el sub-factor calidad de paisaje:

Cuadro 5.5.39
Evaluación de atributos del impacto sobre el paisaje

Atributo	Descripción	Descripción	Valoración
Signo	Positivo	Se mantiene la calidad visual del conjunto por continuar el efecto de singularidad y actuación humana armoniosa	+1
Inmediatez	Directo	El impacto tiene repercusión directa sobre la calidad de paisaje. Dada la dimensión de los aerogeneradores, al final de la etapa constructiva, destacan en el entorno, por lo que el impacto es directo y perceptible desde la distancia.	3
Acumulación	Acumulativo	Una actividad unitaria, p. ej. la alteración de una unidad paisajística, repetido sobre un receptor dado, genera efectos aditivos en el tiempo sobre dicho receptor. La presencia de aerogeneradores actuales en el área es acumulativa con los nuevos aerogeneradores, puesto que la apreciación del paisaje es de todo el panorama y no solo de algunos componentes.	3
Sinergia	Leve	No se espera que el impacto actúe como efecto multiplicador en sinergia con otros factores	1
Momento	Corto	El impacto se manifiesta inmediatamente luego de la acción causante. La dimensión paisajística de los aerogeneradores es tal, que el impacto del montaje de los mismos se expresa en forma inmediata.	3
Persistencia	Permanente	El impacto sobre la calidad del paisaje original permanecerá luego de transcurrida la etapa de construcción	3
Reversibilidad	No reversible	Mediante procesos naturales ⁴³ no es posible recuperar la condición original de la calidad del paisaje. La presencia de infraestructura compuesta por aerogeneradores de grandes dimensiones, no puede revertirse naturalmente.	3
Recuperabilidad	Fácilmente recuperable	Se necesitaría un desmontaje de las instalaciones para volver a tener una calidad de paisaje similar a la inicial. La intervención paisajística por una central eólica es de sencilla recuperación, puesto que no hay cambios en las geoformas del terreno.	1
Periodicidad	Periódico	El efecto no se manifiesta aleatoriamente o de manera irregular	3
Continuidad	Continuo	La alteración de la calidad de paisaje es una alteración constante en el tiempo	3

Elaborado por: INSIDEO.

En base a la justificación detallada de los valores numéricos otorgados a cada uno de los atributos del impacto (**Tabla 5.5.1**), el valor de incidencia y del índice de incidencia sobre

⁴³ Se entiende que esta reversibilidad tiene como base al tiempo ecológico, el cual tiene como escalas temporales a las décadas o centurias y no se refiere al tiempo geológico, el cual comprende unidades de medida mucho mayores (millones de años).

el sub-factor de calidad del paisaje es de 41 y 0,706, respectivamente. Tales valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$Incidencia = (I + 2A + 2S + M + 3P + 3R + 3Rc + Pr + C)$$

$$Incidencia = (3 + 2 \times 3 + 2 \times 1 + 3 + 3 \times 3 + 3 \times 3 + 3 \times 1 + 3 + 3) = 41$$

$$Indice\ de\ incidencia = \frac{Incidencia - Incidencia_{min}}{Incidencia_{max} - Incidencia_{min}} = \frac{41 - 17}{51 - 17} = 0,706$$

Magnitud

Como se mencionó anteriormente, en el análisis de efectos sobre el paisaje, para realizar el análisis de la calidad visual del paisaje se empleó el método indirecto de valoración aplicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), el Servicio Forestal y la Oficina de Manejo de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica (BLM, por sus siglas en inglés), el cual consiste en asignar categorías de calidad visual basadas en la descripción o caracterización de componentes paisajísticos descritos en la misma sección. En función a la puntuación establecida a dichos elementos se establece la siguiente clasificación: clase A (19 a 33 puntos), clase B (de 12 a 18 puntos) y clase C (de 11 a 0 puntos).

A continuación, se resumen los cambios paisajísticos asociados a cada una de las unidades paisajísticas. Se utilizó a la calidad del paisaje como indicador del cambio en el paisaje local. De acuerdo con los resultados de línea base, la calidad del paisaje está determinada por una serie de atributos que le confieren al entorno una particularidad estética que puede ser calificada. En los sectores de interés se le agregó un modelamiento tridimensional de la futura infraestructura de la Modificación de la Central Eólica Wayra I, de tal manera que se obtuvo una imagen de la situación “sin proyecto” y “con proyecto”. Es importante indicar que para el escenario “sin proyecto”, se incluyeron los componentes actuales de la Central Eólica Wayra I.

Tal y como fue presentado en la línea base, se eligieron cuatro puntos representativos (**Cuadro 5.5.40**) para la evaluación paisajística del área de estudio. Estos puntos corresponden a ubicaciones aledañas al área de emplazamiento del futuro parque eólico que poseen una perspectiva panorámica hacia el mismo. Todos estos puntos se encuentran ubicados en la carretera Panamericana, receptor sensible cercano de los efectos.

Cuadro 5.5.40
Ubicación de puntos de observación para el análisis del paisaje utilizado en la evaluación de impactos

Punto	Coordenadas UTM (Datum WGS84, zona 18L)		Altitud (m)
	Este (m)	Norte (m)	
Paisaje 1 (P-1)	497 488	8 339 514	513
Paisaje 2 (P-2)	499 203	8 338 042	570
Paisaje 3 (P-3)	499 372	8 336 396	562
Paisaje 4 (P-4)	499 094	8 334 568	587

Fuente: INSIDEO, 2019.
Elaborado por: INSIDEO.

Se utilizó el modelamiento de la infraestructura de los componentes más conspicuos a ser construidos en el área como parte del proyecto, constituidos por los aerogeneradores propiamente dichos. Mediante métodos computacionales se generaron modelos tridimensionales de los futuros aerogeneradores. Estos modelos imitan la forma y textura de los futuros aerogeneradores, así como su distribución en el espacio de acuerdo con el diseño del proyecto. Utilizando la plataforma Google Earth para modelar el relieve actual y la textura real, se traslaparon los modelos de los aerogeneradores con el terreno. Es importante indicar que los modelos 3D de los aerogeneradores, guardan proporción, en cuanto a sus dimensiones, con las características del terreno. De esta manera se obtuvieron distintos panoramas 3D del futuro parque eólico. Estos panoramas se presentan en las **Ilustración 5.5.11** a **Ilustración 5.5.22**.

A continuación, se presentan escenas representativas de la unidad paisajística en las situaciones “sin proyecto” y “con proyecto”, de tal manera que se aprecien los principales atributos y cómo podrían ser modificados por la ejecución del proyecto. Asimismo, sobre esta base, se realizó una evaluación de la calidad del paisaje en ambas situaciones (**Cuadro 5.5.41**).

Es necesario indicar que se consideró la evaluación de impactos al paisaje sobre la base del escenario final de la etapa de construcción, es decir cuando la infraestructura esté lista para operar.

Ilustración 5.5.11
Situación “sin proyecto” – (vista de ojo de pájaro desde el sur)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.12
Situación “con proyecto” – (a vista de pájaro desde el sur)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.13
Situación “sin proyecto” – (a vista de pájaro desde el norte)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.14
Situación “con proyecto” – (a vista de pájaro desde el norte)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.15

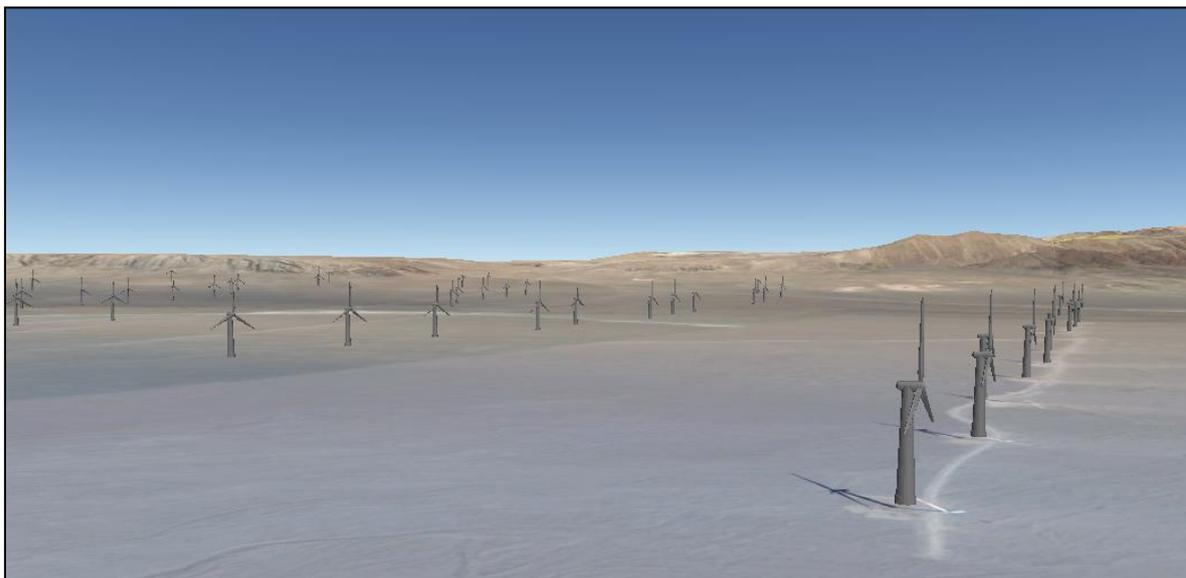
Situación “sin proyecto” – Punto “Paisaje 1” (vista panorámica desde el noreste)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.16

Situación “con proyecto” – Punto “Paisaje 1” (vista panorámica desde el noreste)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.17

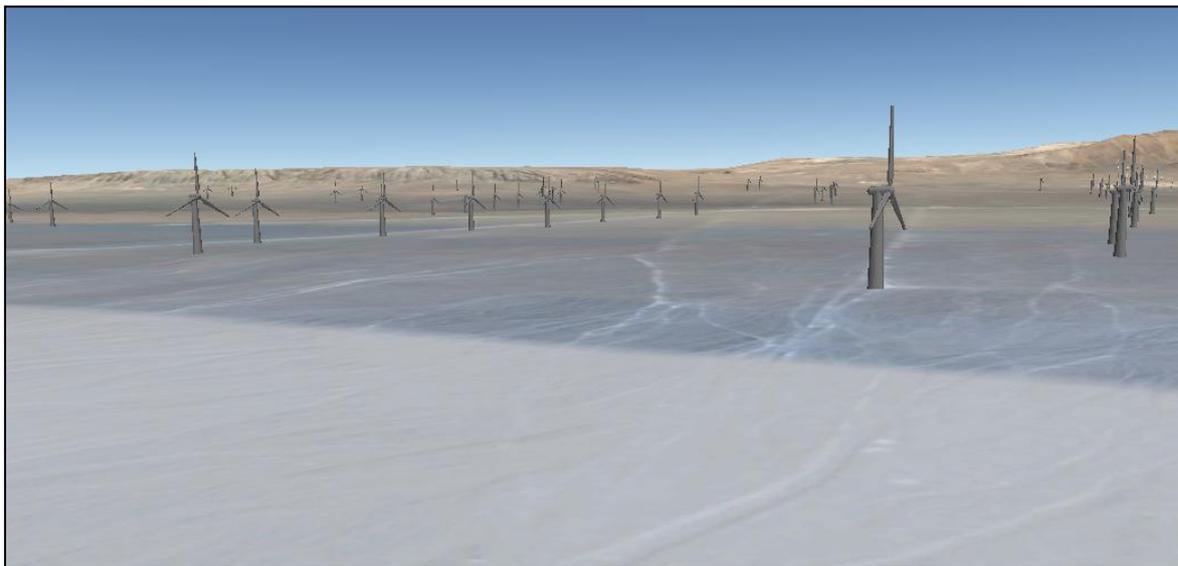
Situación “sin proyecto” – Punto “Paisaje 2” (vista panorámica desde el este)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.18

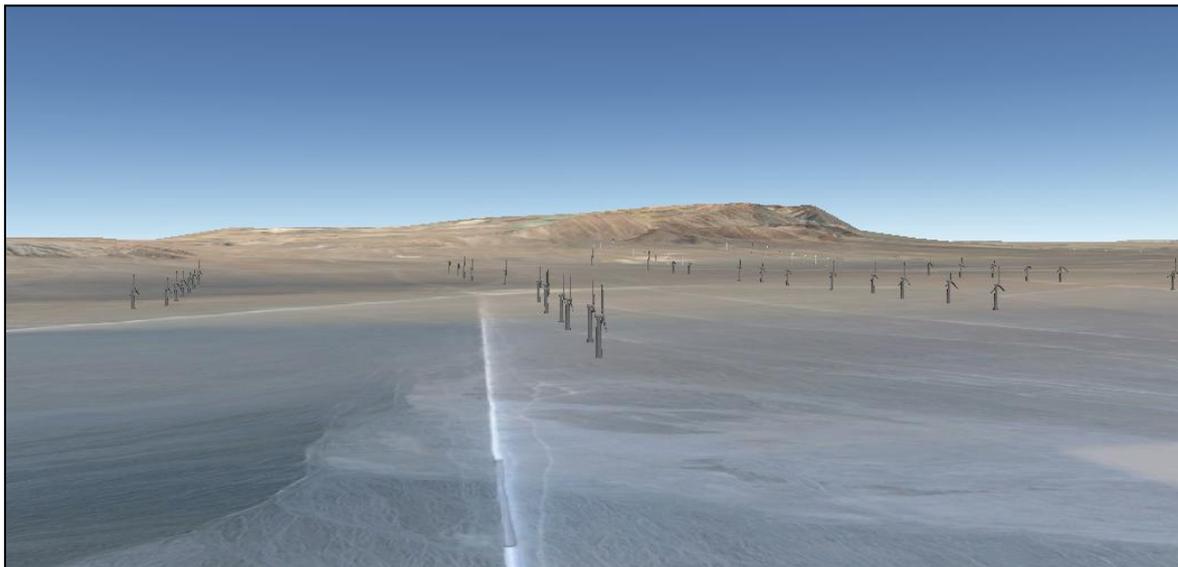
Situación “con proyecto” – Punto “Paisaje 2” (vista panorámica desde el este)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.19

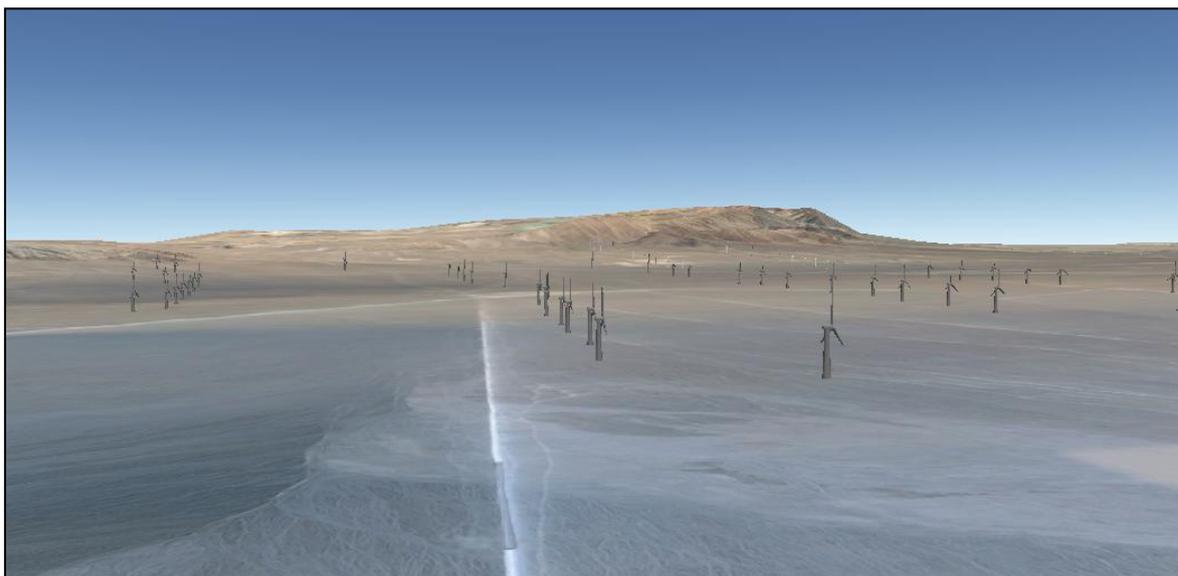
Situación “sin proyecto” – Punto “Paisaje 3” (vista panorámica desde el sureste)



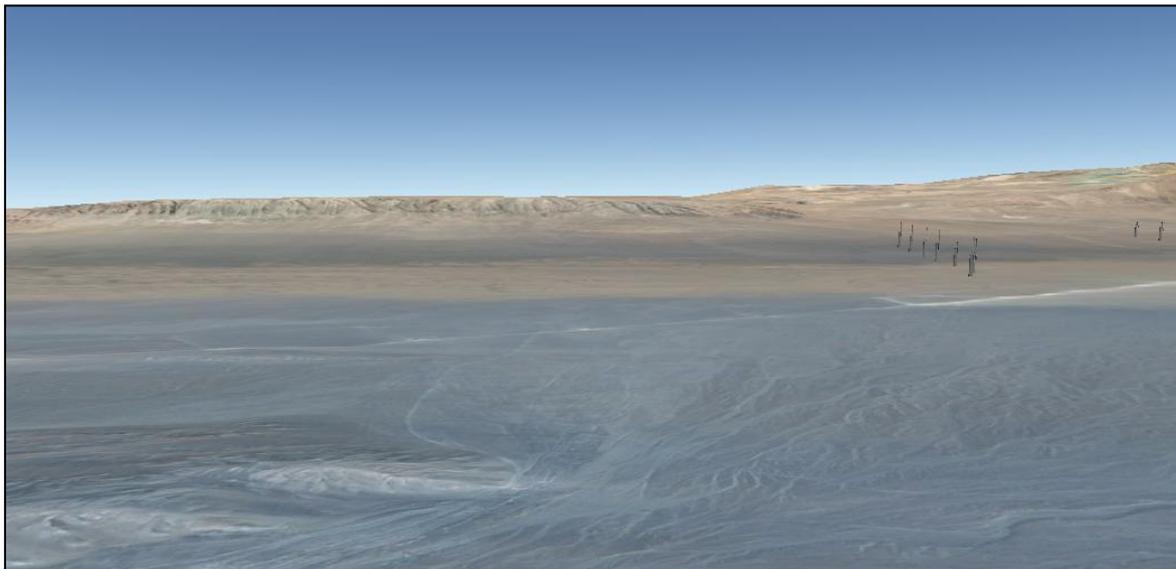
Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.20

Situación “con proyecto” – Punto “Paisaje 3” (vista panorámica desde el sureste)



Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.21**Situación “sin proyecto” – Punto “Paisaje 4” (vista panorámica desde el sureste)**

Fuente: Google Earth, 2019

Ilustración 5.5.22**Situación “con proyecto” – Punto “Paisaje 4” (vista panorámica desde el sureste)**

Fuente: Google Earth, 2019

Tal y como se aprecia en las imágenes comparativas, los componentes principales del proyecto significan un incremento en las actuaciones humanas del sector, caracterizadas por la presencia de los aerogeneradores actuales de la Central Eólica Wayra I. Los componentes del proyecto no tienen la capacidad de generar cambios geomorfológicos, puesto que los movimientos de tierra únicamente son puntuales para la cimentación de los aerogeneradores. De acuerdo con la descripción del proyecto, la instalación de los aerogeneradores involucra la cimentación de las bases, que, en términos del paisaje, representan intervenciones fragmentadas y que no constituyen un cambio masivo

continuo. Por otro lado, se estima que el impacto de mayor relevancia paisajística sea el montaje final de los aerogeneradores, puesto que son estructuras de cerca de 150 m (incluyendo las palas) y por lo tanto bastante visibles, teniendo en cuenta que no existen barreras visuales cercanas, dada la topografía plana.

Por otro lado, no existirán cambios en la cubierta vegetal de dimensión paisajística, puesto que esta es casi inexistente, dada la extrema aridez del área. Existen muy pocas áreas cubiertas por vegetación xerofítica (Tillandsias), que serán mínimamente impactadas y desde los puntos de observación no pueden distinguirse por su coloración similar al sustrato. El cambio no tiene la capacidad de alterar el fondo escénico, sin embargo, la singularidad o rareza se incrementa puesto que, en el Perú, no existen muchas centrales eólicas y mucho menos de las dimensiones de esta iniciativa.

En el **Cuadro 5.5.41** se presentan los resultados del análisis de calidad visual de las situaciones “sin” y “con” proyecto. No existe agua superficial (y por ende de relevancia en la calidad visual) asociada a esta unidad que pueda ser modificada como consecuencia del proyecto.

Tomando como base lo mencionado anteriormente, el indicador de calidad de paisaje se presenta a continuación:

$$I = \text{Calidad del paisaje}$$

Una vez identificado el indicador adecuado, se procedió a calcular el valor del mismo para las situaciones «sin» y «con» proyecto, en unidades heterogéneas. Tomando en cuenta lo anterior, en el cuadro presentado a continuación se muestra la calidad del paisaje para ambas situaciones en las diferentes unidades paisajísticas («con» proyecto y «sin» proyecto).

Cuadro 5.5.41
Comparación entre la calidad visual de la Unidad paisajística “Pampa desértica” – situación “sin” y “con” proyecto

Evaluación	"Sin proyecto"		"Con proyecto"	
	Calificación	Significado	Calificación	Significado
Geomorfología	1	baja	1	baja
Vegetación	1	baja	1	baja
Agua	0	baja	0	baja
Color	1	bajo	1	bajo
Fondo escénico	3	medio	3	medio
Rareza	6	alta	6	alta
Actuación humana	2	Sin actuaciones significativas que depriman el paisaje	2	Sin actuaciones significativas que depriman el paisaje
Calidad	Calidad media: 14 puntos (clase media: 12 – 18)		Calidad media: 14 puntos (clase media: 12 – 18)	

Elaborado por: INSIDEO

Como se puede apreciar en el cuadro, el paisaje no se ve afectado en cuanto a su calidad (no hay cambios relevantes), aun cuando existan nuevos componentes de origen humano. La adición de aerogeneradores significará el incremento de la actuación humana, sin embargo, dado el orden y uniformidad, no representa una actuación que deprima o disminuya la calidad del paisaje. Es importante agregar que la presencia de infraestructura de generación eólica tendría una percepción positiva en la mayoría de los usuarios de la carretera Panamericana, puesto que expresa una imagen de generación de energía limpia en un lugar que tiene serias limitaciones para el desarrollo de otras actividades como la agricultura o ganadería dada la inexistencia de agua.

En cuanto a la accesibilidad visual hacia la infraestructura eólica desde puntos de interés, se realizó una evaluación del perfil del terreno existente entre un observador y la posición de los aerogeneradores. Se eligieron los mismos puntos de interés empleados en la simulación de escenarios: Paisaje 1, Paisaje 2, Paisaje 3 y Paisaje 4 para el análisis (**Figura 4.1.17** de la línea base). Desde posiciones como el punto “Paisaje 1” existe accesibilidad visual a los aerogeneradores actuales dada su cercanía, sin embargo, el incremento en el número de aerogeneradores no es muy evidente desde este lugar, dado que el observador se encuentra en el extremo norte de la Central Eólica Wayra I, lugar en donde son muy distantes los componentes nuevos (**Ilustración 5.5.15**). Conforme se avanza hacia la parte central del parque eólico (**Ilustración 5.5.17** para el Paisaje 2 e **Ilustración 5.5.19** para el Paisaje 3), son más notorias las adiciones de aerogeneradores, siendo más evidente el cambio en las inmediaciones del Paisaje 4 (**Ilustración 5.5.21**).

De acuerdo con el análisis, se esperan impactos acumulativos sobre el paisaje, puesto que, en la práctica, existe adicionalidad o acumulatividad de efectos, dadas las siguientes características:

- Existe una gran accesibilidad visual tanto al terreno donde se sitúan los aerogeneradores actuales como al terreno en donde se asentarán los futuros, debido a la ausencia de barreras visuales topográficas.
- Los aerogeneradores poseen gran dimensión paisajística debido a su altura sobre el terreno.
- Los aerogeneradores, tanto existentes como proyectados, se encuentran dispersos en diferentes planos, estando algunos de ellos en posiciones cercanas a la de un observador referencial (Carretera Panamericana).
- Dada la gran relevancia paisajística de los aerogeneradores, la adición de 30 nuevos, significará una percepción agregada panorámica, ya que, en términos paisajísticos, no es posible separar elementos de tal relevancia entre la situación basal y la proyectada.

Tomando en cuenta los datos resultados del **Cuadro 5.5.41** se calculó el valor del indicador seleccionado para la cuantificación del impacto sobre el paisaje, situación «sin» proyecto y situación «con» proyecto, en unidades heterogéneas, obteniéndose los siguientes valores:

$$I (\text{situación «sin» proyecto}) = \text{Calidad del paisaje} = 14$$

I (situación «con» proyecto) = Calidad del paisaje = 14

Debido a que no existe un cambio en la calidad del paisaje, puesto que la singularidad agregada por la presencia de aerogeneradores ya es preexistente (operación actual de los aerogeneradores), no se registran cambios que puedan ser dimensionados aun cuando el número de aerogeneradores sea mayor. Teniendo en cuenta esta situación, se realizó un incremento al número de elementos que aportan singularidad al escenario, de tal manera que la visibilidad de 30 aerogeneradores nuevos, permitan tener un incremento en la percepción positiva generada por la central actual. De esta manera se estableció una relación directa entre el impacto positivo y el número de aerogeneradores, en una estimación *ad hoc* para la Central Eólica Wayra, por lo que el impacto, aun cuando sea de difícil cuantificación, se asume positivo compatible.

Al finalizar la etapa constructiva, será posible restablecer el terreno mediante las actividades de abandono de los componentes temporales.

- Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos
- Restitución del terreno al finalizar la construcción

En esta línea, se esperarían impactos similares a los constructivos, pero de naturaleza positiva, puesto que el balance final será la rehabilitación de la porción de desierto sin vegetación sobre los que se asentarán los componentes temporales. Sin embargo para evitar una lógica circular al calificar los impactos de una medida de gestión⁴⁴, se considera prudente únicamente indicar que se estima que aproximadamente 12,65 ha correspondientes al abandono de la infraestructura temporal serán rehabilitadas.

5.5.9.2 Etapa de operación

Calidad del paisaje

Los impactos asociados a la etapa de operación son los mismos que los considerados para la etapa de construcción, debido a que los componentes son los mismos para ambos escenarios. De acuerdo con lo descrito para la etapa de construcción, se indicó que la infraestructura del proyecto en su estado final sería la considerada para la evaluación. Esta infraestructura perdurará durante toda la etapa de operación y los impactos sobre el paisaje se mantienen.

5.5.9.3 Etapa de abandono

Calidad del paisaje

⁴⁴ De acuerdo con la Jerarquía de la Mitigación, la rehabilitación es una medida de gestión del impacto, por lo que no es técnicamente correcto asignarle una calificación.

No se esperan impactos sobre el paisaje asociados a la etapa de abandono, puesto que las actividades de esta etapa del proyecto están enfocadas en devolver al terreno sus características iniciales compatibles con la etapa pre-construcción.

5.5.10 Restos arqueológicos

5.5.10.1 Etapa de construcción

Restos arqueológicos

No se esperan impactos sobre restos arqueológicos en ninguna de las etapas del proyecto, ya que no se esperan realizar actividades regulares sobre las áreas identificadas de sitios arqueológicos. Cabe resaltar que el área del proyecto cuenta con su Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (ver **Sección 4.3.4** Patrimonio Cultural). Durante la construcción y especialmente durante el movimiento de tierras se deberá contar con la presencia de un arqueólogo, como parte del monitoreo arqueológico requerido por el Ministerio de Cultura. Asimismo, durante las actividades de construcción y en cumplimiento con la legislación aplicable, un arqueólogo registrado realizará la supervisión y monitoreo. En el hipotético caso de encontrarse restos arqueológicos/históricos enterrados, el arqueólogo estará en la capacidad de discernir con la debida anticipación que se ha encontrado un sitio arqueológico y detener las actividades para evitar un daño grave a los restos arqueológicos/históricos (ver **Capítulo 6.0**).

Por lo tanto, la afectación a restos arqueológicos, ha sido considerada como un riesgo de las actividades constructivas, debido a que podrían existir restos arqueológicos bajo la superficie del terreno. Por estos motivos, el factor “restos arqueológicos” está considerado en el análisis de riesgos, tal como se describe en la **Sección 5.6**, planteándose la necesidad de la implementación de un Plan de Monitoreo Arqueológico.

5.5.10.2 Etapa de operación

Restos arqueológicos

No existen actividades propias de la etapa de operación del proyecto que presenten efectos o impactos sobre restos arqueológicos.

5.5.10.3 Etapa de abandono

Restos arqueológicos

No existen actividades propias de la etapa de abandono del proyecto que presenten efectos o impactos sobre restos arqueológicos.

5.5.11 Condiciones de vida

5.5.11.1 Etapa de construcción

Infraestructura

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de construcción que presenten efectos o impactos sobre la infraestructura de terceros. La totalidad del proyecto se ubica en una zona árida, desprovista de población y actividades económicas, y por lo

tanto infraestructura propia de un asentamiento. Asimismo, dada la inexistencia de impactos asociados a la infraestructura, no es necesario ningún tipo de reasentamiento como parte de las actividades.

Salud y seguridad

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de construcción que presenten efectos o impactos sobre la salud y seguridad. El emplazamiento de las instalaciones se desarrollará sobre áreas áridas totalmente despobladas, por lo que las actividades no significarán amenaza alguna sobre la salud y seguridad de la población aledaña. Por otro lado, el transporte de equipos, insumos, materiales y personal se dará sobre vías públicas existentes, teniendo en cuenta que la vía de acceso hacia la Central empalmará directamente con la vía Nacional PE-1S o también denominada Carretera Panamericana Sur.

Es importante mencionar que en la **Sección 5.6** del presente capítulo se analizará y evaluará riesgos relacionados con potenciales accidentes con la población o trabajadores.

Confort de la población

Se debe recalcar que no existe población dentro del área de influencia del Proyecto. Asimismo, no se esperan impactos sobre el confort de la población del área circundante al proyecto, debido a que la totalidad de las labores constructivas se dará sobre áreas despobladas. La Asociación Justo Pastor, centro poblado más cercano al área del Proyecto, se encuentra ubicada a 7,6 km del frente de trabajo más cercano, motivo por el cual, no se esperan contribuciones de ruido ni polvo que puedan afectar la tranquilidad de la población, la cual se encuentra fuertemente influenciada por la Carretera Panamericana Sur. En cuanto al flujo de insumos y equipos, es necesario indicar el transporte no se encuentra vinculado con la Asociación, puesto que los componentes principales de la Modificación de la Central ingresarán por el Puerto San Martín (es decir desde el norte), en un esquema similar al implementado para la construcción de la Central Eólica actual Wayra I. No se demandarán servicios procedentes desde el sur de la Central, motivo por el cual, no existe un incremento de flujo asociado a este sector.

Servicios básicos

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de construcción que presenten efectos o impactos sobre los servicios básicos. El proyecto no usará servicios básicos de la población, ni otorgará los mismos hacia las localidades cercanas.

5.5.11.2 Etapa de operación

Infraestructura

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre la infraestructura. Toda la infraestructura necesaria para la operación de la central ya estará culminada para entonces. Asimismo, no existen poblaciones en el AID ni en el AII que puedan sufrir algún efecto.

Salud y seguridad

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de construcción que presenten efectos o impactos sobre la salud y seguridad. La operación de los aerogeneradores se realizará en áreas despobladas, por lo que no se esperan impactos. Es importante mencionar que en la **Sección 5.6** del presente capítulo se analizará y evaluará riesgos relacionados con potenciales accidentes con la población o trabajadores.

Confort de la población

No se esperan impactos sobre el confort de la población del área circundante al proyecto en la etapa de operación, dado que la distancia al área poblada, más cercana al Proyecto es de 7,6 km, descartándose cualquier influencia. La operación de los aerogeneradores no produce emisión alguna que pueda afectar el confort de la población y el alcance de las emisiones de ruido se restringe geográficamente a zonas despobladas. En cuanto a la generación de radiaciones no ionizantes, no existe infraestructura ligada a la modificación de la central que se relacione con zonas pobladas.

Servicios básicos

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre este factor. Aun cuando no existen impactos derivados de la operación sobre el área de influencia del proyecto, es predecible que el principal efecto socioeconómico del proyecto sea la mayor disponibilidad de energía renovable en el país, en conformidad con el Decreto Legislativo N° 1002, Decreto legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables, y su Reglamento, el Decreto Supremo N° 012-2011-EM.

Dicho Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad, declarando de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nuevas centrales de generación eléctrica mediante el uso de RER

Si bien es cierto, este impacto no ha sido evaluado por escapar al área de influencia ambiental y social del proyecto, el desarrollo del mismo es de importancia nacional.

5.5.11.3 Etapa de abandono

Infraestructura

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor infraestructura.

Salud y seguridad

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor salud y seguridad.

Confort de la población

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor confort de la población.

Servicios básicos

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor servicios básicos.

5.5.12 Características culturales

5.5.12.1 Etapa de construcción

Tal como se describió en el **Capítulo 4.0** Medio Socioeconómico, la población del Distrito se encuentra principalmente en el litoral, asociada a las actividades mineras, comerciales y pesqueras del área. La población de San Juan de Marcona se encuentra a aproximadamente 30 km (en línea recta) de la infraestructura de la Modificación y a unos 50 km siguiendo las vías de acceso a partir del acceso principal a la Central Eólica Wayra I. Por otro lado, tal y como se indicó en secciones anteriores, la Asociación Justo Pastor se encuentra a 7,6 km del aerogenerador más próximo propuesto. Ninguna actividad del proyecto se desarrollará sobre algún centro poblado en particular, puesto que no existirán campamentos que puedan perturbar las características culturales de la población. El alojamiento del personal será en diferentes ciudades de la región ante la falta de infraestructura localmente. Teniendo en cuenta estas características y la escasa duración de la etapa constructiva, no se esperan impactos culturales derivados.

El proyecto tampoco contempla reubicación de ningún tipo de vivienda, por lo que no se espera cambios directos en la forma de construcción, estilos y materiales.

Es importante mencionar que la mano de obra durante la construcción será foránea y de la región al no existir mano de obra local en el AID ni en el AII. Como se ha mencionado en el Capítulo 2, se priorizará la contratación de mano de obra no calificada desde localidades cercanas, las cuales se encuentran fuera del área de influencia al no existir población dentro de la misma.

En el **Capítulo 6.0** se contemplan medidas específicas de manejo del medio socioeconómico, así como los programas dentro del Plan de Relaciones Comunitarias, cuyo objetivo incluye prevenir o minimizar los riesgos e impactos socioeconómicos negativos y maximizar los impactos socioeconómicos positivos asociados al desarrollo del proyecto enfocando la sostenibilidad ambiental y socioeconómica, en procura del desarrollo de la sociedad en un marco de deberes y derechos, respetando a la ley, a la población, a los individuos y al medio ambiente.

5.5.12.2 Etapa de operación

Tal y como fue presentado en la descripción del proyecto, la etapa operativa no implica interacción alguna entre las actividades de la modificación y alguna población. Por este motivo, no se esperan impactos sobre características culturales.

5.5.12.3 Etapa de abandono

De forma similar al escenario de la construcción, no se espera interacción entre las actividades de abandono y alguna población. Todas las actividades se harán al interior de la Central Eólica y existe una vía de acceso pública adyacente a las instalaciones. Por estos motivos, no se esperan impactos sobre características culturales.

5.5.13 Características económicas

5.5.13.1 Etapa de construcción

Ocupación

De acuerdo con la descripción del proyecto, se necesitará la participación de un promedio de 280 personas durante la etapa constructiva, de las cuales, la mayoría (95%) corresponde a mano de obra calificada dada la alta especialización de las actividades. De este promedio, se estima que el 5% restante corresponda a mano de obra no calificada. Como se ha mencionado en el **Capítulo 2.0**, se priorizará la contratación de mano de obra no calificada desde localidades cercanas, las cuales se encuentran fuera del área de influencia al no existir población dentro de la misma, es decir del distrito de Marcona y la provincia de Nasca principalmente. Teniendo en cuenta esta situación no se evalúan los impactos como consecuencia de la oferta de mano de obra pues el efecto se encuentra diluido en otra escala de estudio, correspondiendo al ámbito, internacional, nacional y regional, fuera del AID y del AII. Como consecuencia de esta particularidad, no se esperan impacto sobre mano de obra local, al ser inexistente, tanto en el AID como en el AII.

Es importante indicar que en el **Capítulo 6.0**, se contemplará los lineamientos para la contratación de mano de obra local. Asimismo, en el mismo plan, se describirán los detalles relacionados a capacitaciones y se incluirá un Código de Conducta, de cumplimiento obligatorio por parte de trabajadores y contratistas.

En el caso de mano de obra calificada, también se dará preferencia de contratación a pobladores de sectores relativamente cercanos al proyecto y de la región, siempre y cuando estén aptos para las labores requeridas. Para aquellas obras que signifiquen mayor complejidad técnica, se contratarán empresas especializadas.

Actividades económicas principales y usos del suelo

En principio, los impactos sobre las actividades económicas principales relacionadas al uso que da la población al suelo se estiman en base a la potencialidad del suelo y a las actividades económicas actuales desarrolladas en la zona. En el AID y AII del proyecto no existen actividades humanas que vayan a ser afectadas como consecuencia de las actividades de la modificación, motivo por el cual no se esperan impactos sobre actividades económicas y usos del suelo. Todas las actividades propias de la modificación estarán emplazadas en el polígono de la Central Eólica Wayra I.

Retribución económica

La totalidad de los terrenos en donde se asentará la modificación, se encuentra dentro de la concesión de EGP y no existe terrenos de propiedad privada que necesiten ser negociados o cedidos para la implementación de las actividades constructivas, motivo por el cual no se esperan impactos asociados a retribución económica de ningún tipo.

Oferta de productos y servicios

Dado que no existe población en el AID y AII, no se espera que se oferten productos y servicios en este ámbito. EGP realizará la mayor cantidad de adquisición de productos y servicios fuera del ámbito geográfico nacional puesto que los componentes de los aerogeneradores son en su totalidad importados, dada la alta especificidad de los requerimientos propios de la Modificación. Existen otros servicios e insumos, principalmente relacionados con las obras civiles que serán demandados regionalmente, dependiendo de la oferta del recurso y del cumplimiento de los estándares de calidad. Teniendo en cuenta estas consideraciones, no se esperan impactos como consecuencia de la oferta de productos y servicios en la etapa constructiva.

5.5.13.2 Etapa de operación

Ocupación

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor ocupación. Dado que durante esta etapa habrá una gran disminución en la cantidad de mano de obra a contratar con respecto a la etapa de construcción, no se espera el impacto del incremento de la oferta laboral para pobladores locales durante esta etapa. De acuerdo con la descripción del proyecto, la etapa de operación y mantenimiento significará la contratación de un promedio de 18 personas. La mayoría (14 personas) corresponde a mano de obra foránea dada la alta especialización de las actividades. Es necesario indicar que no existe mano de obra local puesto que no hay población en el AID ni en el AII de la modificación, sin embargo, se dará oportunidad a la mano de obra regional, es decir con prioridad de localidades cercanas, siempre y cuando se cumplan con las exigencias para el puesto.

Actividades económicas principales locales y uso del suelo

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor actividades económicas principales locales y uso del suelo. Dado que durante la etapa de operación toda la infraestructura del proyecto ya se encuentra implementada, no se esperan afectaciones a las actividades económicas y al uso del suelo, cuya explicación se realizó en la sección anterior.

Retribución económica

No se esperan impactos relacionados a este componente durante la etapa operativa.

Oferta de productos y servicios

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de operación que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor oferta de productos y servicios. Dado que

la cantidad de mano de obra requerida para la etapa de operación es mínima y de fuera del AID y AII. Por otro lado, no se demandarán productos y servicios del AID y AII, debido a la ausencia de actividades económicas en este ámbito geográfico y a la alta especificidad de los mismos para el mantenimiento de los aerogeneradores.

5.5.13.3 Etapa de abandono

Ocupación

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor ocupación.

Actividades económicas principales locales y uso del suelo

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor actividades económicas principales locales y uso del suelo.

Retribución económica

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor retribución económica.

Oferta de servicios

No existen actividades generadas por el proyecto durante la etapa de abandono que presenten efectos o impactos sobre el sub-factor oferta de servicios.

5.6 Valoración de Riesgos

En la **Tabla 5.3.1** se identifican los riesgos que tendrían lugar a consecuencia del desarrollo de las actividades de construcción, operación y abandono del proyecto “Modificación de la Central Eólica Wayra I”. Asimismo, de acuerdo con la metodología propuesta para el análisis y evaluación de riesgos, en la **Tabla 5.6.1** se ha elaborado la Matriz de Evaluación de Riesgos con la finalidad de obtener la valoración y clasificación de los riesgos identificados.

Estos riesgos no han sido considerados como impactos debido a que no se espera que ocurran bajo condiciones normales de operación, es decir, considerando todas las medidas de control y prevención que se presentan en el **Capítulo 6.0** del presente documento. La ocurrencia de eventos desencadenados por estos riesgos está asociada a una probabilidad de ocurrencia y a una mayor incertidumbre con respecto a los impactos esperados. A continuación, se detallan los riesgos considerados y evaluados.

5.6.1 Derrame de químicos y combustibles

El derrame de químicos y combustibles es un riesgo asociado a las actividades de manipulación, almacenamiento y al transporte de insumos, maquinaria, residuos sólidos y personal durante la etapa de construcción y abandono del proyecto, así como para las actividades de inspección y mantenimiento durante la etapa de operación del proyecto. El

factor que podría verse afectados por el riesgo de derrames químicos y combustibles es la capacidad agrológica del suelo para las etapas de construcción, operación y abandono y la cobertura vegetal (Tillandsial) para la etapa constructiva.

La probabilidad de ocurrencia de este riesgo sobre los factores “suelo” y “cobertura vegetal” es baja, es decir, “poco probable”, debido a la implementación de medidas de seguridad, prevención y control – como por ejemplo limitar la velocidad, mantenimiento preventivo de vehículos, adecuadas medidas de almacenamiento durante el transporte de insumos – en la realización a las actividades que podrían desencadenarlo (transporte). Las medidas de prevención y control se encuentran detalladas en la Estrategia de Manejo Ambiental, **Capítulo 6.0** del presente documento.

La magnitud de afectación ha sido considerada “baja” para el suelo, debido a la pobreza de los mismos y la inexistencia de usos productivos del sustrato. En cuanto a la vegetación, se calificó como «alta» debido a la singularidad de la vegetación del Tillandsial. Asimismo, la magnitud de la afectación es mayor teniendo en cuenta los retos ambientales para la remediación de estas plantas xerofíticas.

Sin embargo, en el caso de que el suelo o vegetación sean afectados, se han previsto procedimientos de respuesta inmediatos de acuerdo a los descritos en el Plan de Contingencias (**Sección 6.4**) a una situación de derrame de sustancias. Por ejemplo, disponer el retiro del suelo afectado, así como su remplazo con suelo limpio o su rehabilitación.

Por lo expuesto, la valoración final del riesgo ha sido calificada como «baja» para el factor «suelo», mientras que el riesgo ha sido calificado como «moderado» para el factor «cobertura vegetal». En los cuadros a continuación se presenta el resultado del análisis de riesgos.

Cuadro 5.6.1
Resultados de la evaluación de riesgos del derrame de químicos y combustibles
sobre el suelo en la etapa de construcción, operación y abandono

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta
		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 5.6.2

Resultados de la evaluación de riesgos del derrame de químicos y combustibles sobre la cobertura vegetal en la etapa de construcción

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta
		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

5.6.2 Colisión de vehículos con mamíferos

La valoración final del riesgo de colisión de vehículos con individuos de fauna terrestre durante la etapa de construcción es «moderada». En el área de la central eólica, esta calificación responde a que, aun cuando es poco probable la ocurrencia del riesgo en cuestión, existen valores de biodiversidad de importancia como el caso de la presencia del guanaco *Lama guanicoe*. Aun cuando existe poca estructura vegetal que genere recursos a que sostengan una comunidad de mamíferos robusta, el guanaco está presente en el área, en particular en las inmediaciones del *Tillandsial* ralo. La magnitud de la consecuencia es “alta” debido al estatus de conservación de la especie y a su escaso número en nuestro país, lo cual amerita el diseño de medidas especiales para reducir el riesgo. Este riesgo es aplicable también para el “zorro gris” *Lycalopez griseus*.

Por último, es necesario mencionar que se controlará la velocidad de los vehículos, de acuerdo con las normas de seguridad internas de EGP y se respetarán los lineamientos de emisión de ruidos durante la conducción de los mismos (p. ej. sirenas, bocinas u otros), (ver medidas de gestión ambiental en el **Capítulo 6.0**).

Cuadro 5.6.3

Resultados de la evaluación de riesgos por colisión de vehículos con mamíferos en la etapa de construcción y abandono

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta
		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

Durante las actividades de operación de la central eólica, no se considera pertinente la calificación del riesgo debido a que las actividades de operación y mantenimiento requieren una baja cantidad de tránsito de vehículos, restringida a escasos movimientos de personal e insumos. Se considera pertinente incluir a la etapa de abandono en este análisis, dado el flujo mayor de vehículos en comparación con la etapa previa.

5.6.3 Mortandad de especies de fauna con estado de conservación (*Ctenoblepharys adspersa*)

Según los registros de línea base y lo explicado en la evaluación de impactos, en el área de emplazamiento directo del proyecto se encontró a la especie *Ctenoblepharys adspersa* “lagartija”⁴⁵, categorizada como Vulnerable (VU) por la IUCN (2019-1). Durante las evaluaciones en campo solamente se encontraron muy pocos individuos de dicha especie, lo cual sugiere que el hábitat es muy pobre en recursos para soportar una población más numerosa. Sin embargo, existe cierto riesgo de afectación a algún individuo de dicha especie por las actividades constructivas de la central eólica, en particular los movimientos de tierra iniciales. Dicho riesgo ha sido calificado como «poco probable» y de afectación «moderada», obteniéndose así un riesgo «bajo», debido a la escasa ocurrencia del reptil.

La calificación «poco probable» responde a la mínima cantidad de individuos en la zona, a pesar de la búsqueda exhaustiva por parte de especialistas. Además, en caso un individuo se encontrase durante las actividades, este huiría rápidamente de los frentes de trabajo a buscar refugio. Por otro lado, el grado de afectación es menor porque las actividades

⁴⁵ Se ha descartado la presencia de *Phyllodactylus angustidigitus* en el área de estudio, debido a que solamente existió una mención en estudios anteriores. Sin embargo, todos los muestreos posteriores y el presente como parte de la MEIA no lo registraron. Asimismo, de acuerdo con la IUCN (IUCN 2019-1), la distribución de la especie corresponde únicamente a las inmediaciones de la Reserva Nacional de Paracas a más de 100 km del área de estudio y en otras condiciones (menores altitudes y presencia cercana del litoral).

constructivas no representan una intervención importante del terreno (1,3 % del polígono total de la modificación).

Con la finalidad de reducir los riesgos asociados, en el **Capítulo 6.0** se presenta un protocolo de reconocimiento mediante cartillas detalladas de la especie, y adicionalmente un Programa de ahuyentamiento de reptiles, en caso se registre un individuo que no puede desplazarse lo suficiente por su baja temperatura corporal (dependiendo de la hora del día), en el cual se contempla su captura y liberación a pocos metros, fuera del alcance de la actividad.

Cuadro 5.6.4

Resultados de la evaluación de riesgos de mortandad de especies fauna con estado de conservación en la etapa de construcción

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta
		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

Durante las actividades de operación de la central eólica no se considera pertinente la calificación del riesgo, debido a que la presencia de los aerogeneradores no tiene mayor incidencia sobre la comunidad de reptiles.

5.6.4 Colisión de fauna con aerogeneradores

La colisión de aves con las palas de los aerogeneradores ha sido un efecto estudiado desde hace muchos años (Orloff & Flannery, 1992⁴⁶). Muchos de los estudios sobre colisión de aves en parques eólicos han obtenido niveles relativamente bajos de mortalidad (Erickson *et al.*, 2001⁴⁷). De acuerdo con algunos autores (Drewitt & Langston, 2006⁴⁸), los bajos niveles de mortalidad pueden ser significativos en especies de larga vida con baja

⁴⁶ Orloff, S. & Flannery, A. 1992. Wind Turbine Effects on Avian Activity, Habitat Use, and Mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas. California Energy Commission. California. pp. 145.

⁴⁷ Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M.D., Young, D.P., Sernka, K.J. & Good, R.E. 2001. Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee (NWCC). pp. 62.

⁴⁸ Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29-42.

productividad y lenta maduración, especialmente cuando se trata de especies con problemas de conservación.

Aun cuando el área de estudio es muy poco frecuentada por aves, no puede descartarse el riesgo de mortandad por colisiones. De acuerdo con algunos estudios (de Lucas, 2007⁴⁹), no necesariamente hay una relación directa entre la abundancia y la mortalidad por colisiones con los aerogeneradores, puesto que la probabilidad de colisión depende de las especies (el buitre leonado es la víctima más frecuente), la altura de los aerogeneradores y la altura sobre el nivel del mar. En el área de estudio se ha registrado la presencia de una especie carroñera que podría presentar interacciones con los aerogeneradores: el gallinazo de cabeza roja: *Cathartes aura*. Esta especie se encuentra sobrevolando alto, grandes extensiones de terreno en busca de su alimento, motivo por el cual utiliza el área de interés de la central como punto de paso, al no existir fuentes relevantes de comida en la zona. Por otro lado, no se han registrado colisiones de la especie con los aerogeneradores operativos en la actualidad.

Otras especies que podrían estar relacionadas con el riesgo de colisión son las aves que son arrastradas por el viento desde hábitats costeros o aquellas atraídas por la luminosidad de la infraestructura del ámbito geográfico de la central. Otras especies como picaflores, por ejemplo, presentan menores probabilidad de colisión puesto que poseen gran maniobrabilidad y vuelan principalmente en el estrato bajo, fuera del alcance de los aerogeneradores. En el caso del huerequeque *Burrhinus superciliaris*, esta especie pasa gran parte del día en el suelo y presenta un comportamiento de vuelo bajo, cercano al suelo, por lo que también representa poco riesgo de colisión con aerogeneradores.

Adicionalmente a las aves, también se han registrado colisiones con los aerogeneradores, por murciélagos. Esto ocurre cuando los murciélagos chocan con las turbinas en movimiento o se acercan mucho a ellas, causando daños en sus pulmones por la descompresión. La mortandad de los murciélagos en los aerogeneradores normalmente excede la mortandad de aves (Ledec, *et al*, 2011)⁵⁰.

En el área de estudio no se ha registrado la presencia de murciélagos, debido a la ausencia de refugios y a la muy escasa estructura vegetal, motivo por el cual el riesgo de colisiones es bastante bajo.

La calificación «poco probable» responde a la mínima cantidad de individuos en la zona, a pesar de los esfuerzos exhaustivos de evaluación. Por otro lado, el grado de afectación es moderada porque en el remoto caso que se den colisiones, no sería sobre grandes bandadas

⁴⁹ De Lucas, 2007. Aves y parques eólicos: efectos e interacciones. Tesis para optar al título de Doctora en Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.

⁵⁰ George C. Ledec, Kennan W. Rapp y Roberto G. Aiello, 2011. Haciendo más verde la energía eólica: Consideraciones ambientales y sociales para la energía eólica en América Latina y otras regiones. Unidad de Energía, Departamento de Desarrollo Sustentable Región de América Latina y el Caribe - Banco Mundial

o grupos. En el **Cuadro 5.6.5** se presentan los resultados de la evaluación de riesgos sobre la fauna como consecuencia de la colisión con los aerogeneradores.

Cuadro 5.6.5
Resultados de la evaluación de riesgos de mortandad de especies fauna por colisión con aerogeneradores durante la etapa de operación

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta
		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

5.6.5 Daño a restos arqueológicos

El riesgo al daño de restos arqueológicos/históricos se presenta como el riesgo asociado a las excavaciones y movimientos de tierra durante la etapa de construcción. Si bien los trabajos de construcción de las obras civiles de la central involucran excavaciones para la cimentación de las estructuras, la magnitud del movimiento de tierras es muy reducida a comparación del área total abarcada por el proyecto.

Asimismo, la ubicación de los componentes ha sido definida de manera que no impacte o involucre cualquier sitio arqueológico identificado en superficie y no se espera la presencia de restos arqueológicos enterrados de gran relevancia en el área del proyecto, dados los resultados del estudio de línea base. Se entiende por restos de gran relevancia a aquellos que no puedan extraerse fácilmente de su contexto: arquitectura importante, restos humanos, líticos, orfebrería o alfarería de difícil separación de su entorno, etc. Por ello, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo ha sido calificada como “poco probable”.

Por otro lado, el carácter de afectación del riesgo, ha sido considerado como «moderado» debido a que todo trabajo de movimiento de tierras deberá contar con la presencia de un arqueólogo, como parte del monitoreo arqueológico requerido por el Ministerio de Cultura, en el hipotético caso de encontrarse restos arqueológicos/históricos, el arqueólogo estará en la capacidad de discernir con la debida anticipación que se ha encontrado un sitio arqueológico y detener las actividades para evitar un daño grave a los restos arqueológicos/históricos.

Finalmente, la valoración del riesgo ha sido calificada como «baja». Los procedimientos de respuesta ante la ocurrencia de daño a restos arqueológicos son abordados en el **Capítulo**

6.0 del presente documento. En el cuadro a continuación se presenta el resultado del análisis de este riesgo.

Cuadro 5.6.6
Resultados de la evaluación de riesgos por daño de restos arqueológicos durante la etapa de construcción

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta
		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

5.6.6 Accidentes con población o trabajadores

Durante la etapa de construcción, la actividad relacionada al transporte de personal, materiales y residuos, así como el transporte de personal y equipos para las actividades de mantenimiento y las mismas actividades de construcción (manipulación de equipos y maquinaria), podría implicar un riesgo de accidentes vehiculares y ocupacionales que involucren a pobladores como consecuencia del flujo vehicular del proyecto y trabajadores del proyecto. Tal como se presenta en el **Cuadro 5.6.7**, dicho riesgo ha sido calificado como «poco probable» y de afectación «alta», obteniéndose así un riesgo «moderado».

Sin embargo, se controlará la velocidad de los vehículos, de acuerdo con las normas de seguridad internas de EGP y se respetarán los lineamientos de emisión de ruidos durante la conducción de los mismos (p. ej. sirenas, bocinas u otros), (ver medidas de gestión ambiental en el **Capítulo 6.0**). Con la finalidad de reducir los riesgos asociados a los trabajos se desarrollarán capacitaciones a los trabajadores y supervisiones (ver mayor detalle en **Capítulo 6.0**). Es importante resaltar que la consecuencia es considerada como alta debido a que puede conllevar a accidentes fatales (accidentes vehiculares y ocupacionales).

Cuadro 5.6.7
Resultados de la evaluación de riesgos de accidentes con población y trabajadores durante la etapa de construcción y abandono

Probabilidad		Magnitud de la consecuencia				
		Neutro	Afectación baja	Afectación moderada	Afectación alta	Afectación muy alta

		0	-1	-2	-3	-4
Improbable	1	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Poco Probable	2	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado
Probable	3	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo alto
Muy Probable	4	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Situación esperada	5	Neutro	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto

Elaborado por: INSIDEO.

Durante las actividades de operación de la central eólica, no se considera pertinente la calificación del riesgo debido a que las actividades de operación y mantenimiento requieren una baja cantidad de personal y vehículos, restringida a escasos movimientos de personal e insumos.

5.7 Comparación entre la valoración de impactos ambientales entre la MEIA e IGAs aprobados

En esta sección se incluye una comparación entre la valoración realizada entre la presente Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Central Eólica Wayra I y los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados.

De acuerdo con la historia del proyecto, la certificación ambiental de la central tuvo los siguientes instrumentos ambientales aprobados:

Cuadro 5.7.1

Comparación de las características de los tres IGA de la Central Eólica Wayra I

IGA	Año de aprobación	Número de aerogeneradores	Potencia de la Central
Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) del proyecto "Parque Eólico Nazca y su Interconexión al SEIN	2015	80	160 MW
Informe Técnico Sustentatorio (ITS) del Parque Eólico Nazca y su Interconexión al SEIN,	2016	64	160 MW
Segundo Informe Técnico Sustentatorio (ITS) del Parque Eólico Nazca y su Interconexión al SEIN	2016	42	132,3 MW

Elaborado por: INSIDEO, 2019

Fuente: Resolución Directoral N°048-2015-MEM/DGAAE, Resolución Directoral N°026-2016-SENACE/DCA, Resolución Directoral N° 097-2016-SENACE/DCA

Tal como se indicó en la presente sección, el EIA utilizó la matriz de importancia (análisis cualitativo) de la metodología de Conesa, analizando en una matriz de doble entrada, cada una de las actividades y en el otro eje, los componentes socioambientales.

Los ITS posteriores utilizaron la misma metodología cualitativa, debido a que los cambios fueron menores y representaron básicamente mejoras tecnológicas por reducción del número de aerogeneradores, no siendo necesario un mayor y más complejo análisis. Tal y como se indicó también al inicio del presente capítulo, en la presente modificación del EIA d, se utilizó la metodología de Gómez Orea, la cual no solamente es cualitativa, sino que también incorpora un componente cuantitativo (magnitud) que no fue desarrollado en los IGA previos, motivo por el cual, los resultados no pueden ser comparados directamente, sino únicamente en forma referencial puesto que los resultados previos solamente representan valoraciones cualitativas, mientras que los resultados presentados en la presente evaluación, constituyen una valoración integral o completa al calcular tanto la incidencia (características del impacto) como la magnitud (cantidad) del impacto. Asimismo, el EIA caracterizó el impacto de cada una de las actividades, al igual que el primer y segundo ITS. En la presente MEIA y de acuerdo con la metodología cuantitativa actualmente empleadas, se calificó al impacto generado sobre un componente ambiental en particular. Si bien es cierto, se realizó la identificación de impactos por cada acción involucrada con el proyecto, el procedimiento de valoración se realizó de forma integral sobre cada subfactor ambiental. Esta mejora en el procedimiento evita la fragmentación del análisis y la potencial pérdida de información al desagregar el impacto sobre el subfactor como consecuencia de la división de la evaluación en unidades menores (calificación de la acción). En el siguiente cuadro se presenta la síntesis de las características de la evaluación de impactos en los IGA indicados.

Cuadro 5.7.2

Comparación de las características de los tres IGA de la Central Eólica Wayra I

IGA	Metodología de evaluación empleada	Forma de evaluación	Tipo de evaluación
Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) del proyecto “Parque Eólico Nazca y su Interconexión al SEIN	Matriz de importancia de impactos de Conesa (2010)	Matriz de doble entrada entre actividades del proyecto y componentes ambientales	Cualitativa
Informe Técnico Sustentatorio (ITS) del Parque Eólico Nazca y su Interconexión al SEIN	Matriz de importancia de impactos de Conesa (2010)	Matriz de doble entrada entre actividades del proyecto y componentes ambientales	Cualitativa
Segundo Informe Técnico Sustentatorio (ITS) del Parque Eólico Nazca y su Interconexión al SEIN	Matriz de importancia de impactos de Conesa (2010)	Matriz de doble entrada entre actividades del proyecto y componentes ambientales	Cualitativa
Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado de la Central Eólica Wayra I para el Proyecto Wayra Extensión	Metodología de Gómez Orea	Matriz de doble entrada entre impactos integrados por subfactores ambientales	Cuantitativa

Elaborado por: INSIDEO, 2019

Fuente: Resolución Directoral N°048-2015-MEM/DGAAE, Resolución Directoral N°026-2016-SENACE/DCA, Resolución Directoral N° 097-2016-SENACE/DCA

Como puede observarse, a través de los años hubo una transición hacia la mejora de la aplicación de la metodología, desde la inicial (EIA), llevada a cabo cualitativamente y por cada actividad del proyecto, hasta la final (MEIA), en donde ya existe una valoración cuantitativa e integral de los impactos sobre cada subfactor ambiental. En síntesis, no se puede hacer una comparación directa entre los resultados de la evaluación de impactos de la MEIA y los resultados de los IGA anteriores, sin embargo, en términos aproximados, sí es posible establecer relaciones en el análisis (Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA). En las **Tablas 5.7.1 a 5.7.3** se presentan los resultados comparables del análisis cualitativo de los diferentes IGA por etapa del proyecto.

En la **Tabla 5.7.1**, en donde se presentan las comparaciones entre la valoración de impactos para la etapa constructiva de los IGA de la central, se aprecian algunas diferencias. Por ejemplo, los impactos generados por ruido para el EIAd, varían entre compatibles a moderados, sin embargo en la MEIA, al realizar la valoración cuantitativa,

resultan en impactos compatibles. La sobreestimación de impactos por ruido del EIAd se debe principalmente a que la metodología no permite establecer un valor objetivo generado por los aportes de ruido, a diferencia de las estimaciones realizadas para la MEIA. Asimismo, el EIAd fue muy conservador al estimar alguna interacción entre las actividades constructivas y la Asociación Justo Pastor, lo cual no ocurrió durante las actividades constructivas de la central. En los ITS, se detectaron impactos positivos, debido a la disminución en el número de aerogeneradores respecto al EIAd original y la consecuente menor incidencia de ruidos dada la disminución significativa de los frentes de trabajo.

En cuanto a los suelos, en el EIAd, se detectaron también impactos moderados, debido a que se consideraron también los riesgos por afectación de la calidad del suelo, a diferencia de la MEIA, en donde solamente se consideraron las bajas intervenciones directas sobre suelos de naturaleza árida.

Por otro lado, en el EIAd se estimó la ocurrencia de impactos asociados al agua subterránea como consecuencia de potenciales filtraciones de derrames de hidrocarburos, lo cual fue muy conservador, puesto que en el área de estudio no se registró la presencia de la napa freática en niveles que representen alguna vulnerabilidad (no se registró agua subterránea) y por otro lado, el derrame de hidrocarburos no constituye un impacto al ser un hecho incidental de baja probabilidad de ocurrencia. Tampoco se espera que los hidrocarburos tengan la capacidad de entrar en contacto con aguas subterráneas, debido al comportamiento de los mismos en el sustrato y a que no existe agua subterránea susceptible de afectarse en el área. Por estos motivos, en la MEIA no se consignó este impacto.

En el EIAd, ni en los ITS consecutivos, se consideraron impactos sobre la flora, puesto que ningún aerogenerador ni obra complementaria se traslapó con vegetación alguna. En el caso particular de la MEIA, sí existen algunos aerogeneradores y caminos que se traslapan con Tillandsiales ralos, motivo por el cual sí se caracterizó al impacto. En cuanto al paisaje, en el EIAd se consideró al impacto paisajístico como un impacto negativo al entorno en forma muy conservadora, sin embargo la central constituye una actuación humana en la actualidad que aporta singularidad al área desértica, motivo por el cual en la MEIA se reporta como un cambio positivo, al incrementarse el número de aerogeneradores que tendrán una buena accesibilidad visual desde la carretera Panamericana.

En el EIAd se consignó al movimiento de tierras como generador de impactos negativos moderados sobre el patrimonio cultural, lo cual fue en extremo conservador, debido a que no ocurrió la afectación de ningún resto arqueológico durante las obras. Es necesario indicar que la afectación del patrimonio arqueológico es inadmisibles en términos de la certificación ambiental, lo cual ha sido reflejado en la presente MEIA y en sus medidas de gestión.

Por otro lado en el EIAd se consideró la existencia de impactos asociados al confort de la población, en particular de Justo Pastor, aun cuando esta población se encuentra muy alejada de cualquier foco de emisión de ruidos o material particulado. En la MEIA se

corrobora que no existen aportes de ningún tipo que puedan afectar a la Asociación o a otras poblaciones, motivo por el cual, no existen impactos ambientales de relevancia social.

En la **Tabla 5.7.2** se presentan los impactos asociados a la etapa operativa de los IGA considerados. Se registraron diferencias en cuanto a la estimación de impactos asociados a la generación de ruidos por los aerogeneradores. De acuerdo con el EIAd, se estimó la presencia de impactos moderados negativos asociados a la generación de ruidos, lo cual fue muy conservador debido a que los aportes de la operación de los aerogeneradores son muy acotados a las inmediaciones de la infraestructura. Asimismo, el ruido del viento es el predominante en la zona y los aportes de la infraestructura de generación son menores y locales, motivo por el cual fueron considerados como compatibles en la MEIA.

Es importante indicar que en el EIAd, se indicó lo siguiente: *“No obstante, las estimaciones realizadas en la simulación acústica deben comprobarse mediante el programa de medición de ruidos durante la fase de operación que se propone en el Programa de Monitoreo de Calidad Ambiental.”* De acuerdo con los resultados del monitoreo, no existen razones para pensar que la intensidad de los aportes es moderada, motivo por el cual, bajo la lógica del manejo adaptativo, la calificación de los impactos asociados al ruido en la MEIA es adecuada y refleja las condiciones locales de la generación sonora de la central. De forma similar al análisis de la etapa constructiva, durante la etapa operativa en el EIAd se estimaron impactos moderados sobre el suelo, lo cual fue bastante conservador, considerando que se calificó en realidad un riesgo ambiental. En la MEIA, de acuerdo con lo que en la realidad sucede, no se esperan impactos sobre el suelo, asociados a la operación de los aerogeneradores. Se hace extensible el análisis de impactos realizado en la etapa constructiva sobre el agua subterránea, puesto que en la etapa operativa tampoco se esperan impactos.

En el caso de la etapa de abandono (**Tabla 5.7.3**), los impactos estimados son similares, sin embargo, también se detectan algunas sobreestimaciones en el EIAd como en el caso de ruidos, pues estos fueron calificados como moderados, siendo las actividades de abandono similares a las constructivas y por lo tanto de escaso alcance y no relacionadas con receptores sensibles, motivo por el cual en la MEIA fueron considerados como impactos compatibles.

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.3.1
Matriz de identificación de impactos y riesgos

Medio	Factor	Subfactor	Etapas															Operación			Abandono									
			Actividades																											
			Contratación de mano de obra temporal (calificada y no calificada)	Compra de bienes y contratación de servicios	Habitación de las instalaciones de faena y de los frentes de trabajo	Transporte de aerogeneradores, materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal	Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación	Obras civiles: Habitación de caminos de acceso	Obras civiles: Cimentaciones de los aerogeneradores	Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores	Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión	Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras	Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento	Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE Flamenco existente	Mantenimiento de equipos de construcción	Conexión y pruebas de energización	Desmantelamiento, demolición y retiro de residuos	Restitución del terreno	Contratación de mano de obra (calificada)	Operación y mantenimiento de aerogeneradores	Operación y mantenimiento de los accesos internos y acceso principal	Operación y mantenimiento de equipos de alta y media tensión	Contratación de personal temporal	Actividades previas	Corte de energía	Desmantelamiento de equipos e instalaciones	Desmantelamiento y demolición de obras civiles	Desmontaje de componentes electromecánicos	Restitución del área	
			CMO	CB	HIF	TAM	MDT	HCA	CA	PMA	CS	MAE	AIO	IEE	MEC	CPE	DEI	RDA	CMO	OMA	OMA	OME	CPT	ACP	CEN	DEI	DOC	DCE	RDA	
Físico	Aire	Calidad de aire			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ruido	Nivel de ruido			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Campos electromagnéticos	Nivel de radiaciones no ionizantes			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Suelos	Capacidad agrológica del suelo			-	R	-	-	R	-	R	R	-	R	R	R	+	+		R	R	R				R	R	R		
	Agua	Calidad del agua Cantidad del agua																												
Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal			-	R	-	-		-																				
		Especies de flora endémicas y/o con estatus de conservación																												
		Especies de flora de interés social																												
	Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														
		Especies de fauna endémicas y/o con estatus de conservación			-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-															
		Especies de fauna de interés social																												
Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática																													
	Especies clave de vida acuática																													
	Especies de interés social de vida acuática																													
Interés humano	Paisaje	Calidad del paisaje			+		+	+	+	+	+	+	+	+																
	Arqueología	Restos arqueológicos					R																							
Social	Condiciones de vida	Infraestructura																												
		Salud y seguridad				R																								
		Confort de la población																												
		Servicios básicos																												
Económico	Características culturales	Características culturales																												
		Ocupación																												
		Actividades económicas principales y uso del suelo																												
		Retribución económica																												
		Oferta de servicios																												

Elaborado por: INSIDEO

Nota: Al finalizar la etapa constructiva, será posible restablecer el terreno mediante las actividades de abandono de los componentes temporales. En esta línea, se esperarían impactos similares a los constructivos, pero de naturaleza positiva, puesto que el balance final será la rehabilitación de la porción de desierto sin vegetación (hábitat para fauna) sobre los que se asentarán los componentes temporales. Sin embargo para evitar una lógica circular al calificar los impactos de una medida de gestión, se considera prudente únicamente indicar que se estima que aproximadamente 12,65 ha correspondientes al abandono de la infraestructura temporal serán rehabilitadas. Para fines del análisis solamente se han considerado a los impactos positivos del abandono al finalizar la etapa constructiva como referenciales, sin que pasen a las siguientes evaluaciones (matriz de impactos).

Leyenda:

- Celda vacía: No hay impacto
- (-): Impacto negativo
- (+): Impacto positivo
- R: Riesgo

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
 MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.5.1
 Matriz de Evaluación de Impactos Socioambientales - Etapa de Construcción

Medio	Factor	Subfactor	Descripción del impacto potencial	Actividades	Incidencia											Indice de Incidencia	Indicador	Magnitud					Valoración final		Relevancia	
					Signo	I	A	S	M	P	R	Re	Pr	C	Unidades homogéneas			Proyecto sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	Proyecto con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	Proyecto sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	Proyecto con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)					
															Sin proyecto							Con proyecto sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos potenciales)	Con proyecto con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	Magnitud sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos potenciales)	Magnitud con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	
Físico	Aire	Calidad de aire	- Incremento en la concentración de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}) y gases como consecuencia del empleo de vehículos, maquinaria y...	HIF, TAM, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	-	3	1	1	3	1	1	1	3	3	25	0.235	Concentración de PM10 en concentración de PM2.5 en punto equivalente diurno (Leq d[IA]) en un	0.6989	0.6499	0.6822	0.0490	0.0167	0.0115	0.0039	Negativo Compatible	Negativo Compatible
	Ruido	Nivel de ruido	- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades constructivas.	HIF, TAM, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	-	3	1	1	3	1	1	1	3	3	25	0.235		0.8960	0.8056	0.8899	0.0904	0.0061	0.0213	0.0014	Negativo Compatible	No necesarias*
	Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes				No se esperan impactos.																				
	Suelos	Capacidad agrícola del suelo	- Pérdida de la capacidad agrícola del suelo	HIF, MDT, HCA, PMA, AIO	-	3	1	1	3	3	3	2	3	3	40	0.676	Media ponderada del valor de potencialidad de las distintas unidades de capacidad de uso mayor (CUM)	1	0.9916	No necesarias*	0.00838	No necesarias*	0.00567	No necesarias*	Negativo Compatible	No necesarias*
	Agua	Calidad del agua Cantidad del agua				No se esperan impactos.																				
Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal	- Pérdida de cobertura vegetal por las actividades de desbroce de las áreas a ser intervenidas, excavación, corte y relleno.	HIF, MDT, HCA, PMA	-	3	1	1	3	3	3	2	3	3	40	0.676	Media ponderada del valor de conservación de los distintos hábitats para formaciones vegetales	0.01109	0.011	No necesarias*	0.000090	No necesarias*	0.000061	No necesarias*	Negativo Compatible	No necesarias*
		Especies endémicas y/o bajo algún estatus de conservación			No se esperan impactos.																					
		Especies de interés social			No se esperan impactos.																					
	Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna	- Pérdida de hábitat de fauna como consecuencia de la afectación de terrenos por las excavaciones y movimientos de tierra en general - Ahuyentamiento de fauna como consecuencia de las perturbaciones por la presencia humana y ruidos	HIF, TAM, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	-	3	1	1	3	3	3	2	3	3	40	0.676	Media ponderada del valor de conservación de los distintos hábitats para fauna	0.01109	0.011	No necesarias*	0.000090	No necesarias*	0.000061	No necesarias*	Negativo Compatible	No necesarias*
		Especies endémicas y/o con estatus de conservación			No se esperan impactos.																					
		Especies de interés social			No se esperan impactos.																					
Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática			No se esperan impactos.																						
	Especies clave de vida acuática			No se esperan impactos.																						
	Especies de interés social de vida acuática			No se esperan impactos.																						
Interés humano	Paisaje	Calidad del paisaje	- Afectación a la calidad del paisaje	HIF, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	+	3	3	1	3	3	3	1	3	3	41	0.706	Calidad del paisaje	No aplica	No aplica	No necesarias*	No aplica	No necesarias*	No aplica	No necesarias*	Positivo Compatible	No necesarias*
Social	Condiciones de vida	Arqueología	Restos arqueológicos		No se esperan impactos.																					
		Infraestructura			No se esperan impactos.																					
		Salud y seguridad			No se esperan impactos.																					
Económico	Características económicas	Características culturales	Confort de la población		No se esperan impactos.																					
		Servicios básicos			No se esperan impactos.																					
		Ocupación			No se esperan impactos.																					
		Actividades económicas principales y uso del suelo		No se esperan impactos.																						
		Retribución económica		No se esperan impactos.																						
		Oferta de productos y servicios		No se esperan impactos.																						

(*): Las medidas de manejo adicionales no son consideradas necesarias por la magnitud del impacto (compatible)

Elaborado por: INSIDE

Leyenda de los atributos del Índice de Incidencia			
Atributos	Código	Carácter de los atributos	Peso
Signo del efecto		Beneficio	+
		Perjudicial	-
		Difícil de cuantificar sin estatus	X
Inmediatez	I	Directo	3
		Indirecto	1
Acumulación	A	Simple	1
		Acumulativo	3
		Leve	1
Sinergia	S	Medio	2
		Alto	3
		Cero	3
Momento	M	Medio	2
		Largo plazo	1
		Temporal	1
Persistencia	P	Permanente	3
		A corto plazo	1
		A medio plazo	2
Reversibilidad	R	A largo plazo o no reversible	3
		Fácil	1
		Medio	2
Recuperabilidad	Re	Difícil	3
		Continuo	3
		Discontinuo	1
Continuidad	C	Periódico	3
		Irregular	1

Leyenda de la descripción de Actividades		Signos
Contratación de mano de obra temporal (calificada y no calificada)		CMO
Compra de bienes y contratación de servicios		CB
Habilitación de las instalaciones de fauna y de los frentes de trabajo		HIF
Transporte de aerogeneradores, materiales, maquinaria, insumos, equipos y personal		TAM
Obras civiles: Movimientos de tierras y compactación		MDT
Obras civiles: Habilitación de caminos de acceso		HCA
Obras civiles: Cementaciones de los aerogeneradores		CA
Obras civiles: Plataformas para el montaje de los aerogeneradores		PMA
Obras civiles: Canalización subterránea en media tensión		CS
Obras civiles: Montaje de aerogeneradores y estructuras		MAE
Obras civiles: Ampliación de las instalaciones de Operación y Mantenimiento		AIO
Obras civiles: Instalación de equipamiento eléctrico en la SE. Flanqueo existente		IEE
Mantenimiento de equipos de construcción		MEC
Conexión y pruebas de energización		CPE

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.5.2
 Matriz de Evaluación de Impactos Socioambientales - Etapa de Operación

Medio	Factor	Subfactor	Descripción del impacto potencial	Actividades	Incidencia													Magnitud					Valoración final		Relevancia	
					Signo	I	A	S	M	P	R	Rc	Pr	C	Incidencia	Índice de Incidencia	Indicador	Unidades homogéneas			Proyecto sin medidas de gestión ambientales adicionales (impactos potenciales)	Proyecto con medidas de gestión ambientales adicionales (impactos esperados)	Proyecto sin medidas de gestión ambientales adicionales (impactos potenciales)	Proyecto con medidas de gestión ambientales adicionales (impactos esperados)	Proyecto sin medidas de gestión ambientales adicionales (impactos potenciales)	Proyecto con medidas de gestión ambientales adicionales (impactos esperados)
																		Sin proyecto	Con proyecto sin medidas de gestión ambientales adicionales (impactos potenciales)	Con proyecto con medidas de gestión ambientales adicionales (impactos esperados)						
Físico	Aire	Calidad de aire	No se esperan impactos.																							
	Ruido	Nivel de ruido	- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades constructivas.	OMA, OMA, OME	-	3	1	1	3	3	1	1	3	3	31	0.412	Nivel sonoro equivalente diurno (Leq dB(A)) en un receptor sensible	0.1568	0.15677	No necesarias*	0.000032	No necesarias*	0.000013	No necesarias*	Negativo Compatible	No necesarias*
	Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes	No se esperan impactos.																							
	Suelos	Capacidad agrológica del suelo	No se esperan impactos.																							
	Agua	Calidad del agua Cantidad del agua	No se esperan impactos.																							
Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal	No se esperan impactos.																							
		Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación	No se esperan impactos.																							
		Especies de interés social	No se esperan impactos.																							
	Fauna terrestre	Habitat de especies de fauna	No se esperan impactos.																							
		Especies endémicas y/o con estatus de conservación	No se esperan impactos.																							
	Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática	No se esperan impactos.																							
Interés humano	Paisaje	Calidad del paisaje	- Afectación a la calidad del paisaje	HIF, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	+	3	3	1	3	3	3	1	3	3	41	0.706	Calidad del paisaje	No aplica	No aplica	No necesarias*	No aplica	No necesarias*	No aplica	No necesarias*	Positivo Compatible	No necesarias*
		Arqueología	Restos arqueológicos	No se esperan impactos.																						
Social	Condiciones de vida	Infraestructura	No se esperan impactos.																							
		Salud y seguridad	No se esperan impactos.																							
		Confort de la población	No se esperan impactos.																							
Económico	Características culturales	Servicios básicos	No se esperan impactos.																							
		Ocupación	No se esperan impactos.																							
		Expectativas de empleo	No se esperan impactos.																							
		Actividades económicas principales y uso del suelo	No se esperan impactos.																							
		Retribución económica	No se esperan impactos.																							
Económico	Características económicas	Oferta de productos y servicios	No se esperan impactos.																							

(*): Las medidas de manejo adicionales no son consideradas necesarias por la magnitud del impacto (compatible)

Elaborado por: INSIDEO

Leyenda de los atributos del Índice de Incidencia			
Atributos	Código	Carácter de los atributos	Peso
Signo del efecto		Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	X
Inmediatez	I	Directo	3
		Indirecto	1
Acumulación	A	Simple	1
		Acumulativo	3
Sinergia	S	Leve	1
		Media	2
		Fuerte	3
Momento	M	Corto	3
		Medio	2
		Largo plazo	1
Persistencia	P	Temporal	1
		Permanente	3
Reversibilidad	R	A corto plazo	1
		A medio plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad	Rc	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Continuidad	C	Continuo	3
		Discontinuo	1
Periodicidad	Pr	Periódico	3
		Irregular	1

Leyenda de la descripción de Actividades	Síglas
Contratación de mano de obra (calificada)	CMO
Operación y mantenimiento de aerogeneradores	OMA
Operación y mantenimiento de los accesos internos y acceso principal	OMA
Operación y mantenimiento de equipos de alta y media tensión	OME

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.5.3
Matriz de Evaluación de Impactos Socioambientales - Etapa de Abandono

Medio	Factor	Subfactor	Descripción del impacto potencial	Actividades	Incidencia											Indice de Incidencia	Indicador	Magnitud					Valoración final		Relevancia		
					Signo	I	A	S	M	P	R	Rc	Pr	C	Incidencia			Unidades homogéneas			Proyecto sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos potenciales)	Proyecto con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	Proyecto sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos potenciales)	Proyecto con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)			
																		Sin proyecto	Con proyecto sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos potenciales)	Con proyecto con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)					Magnitud sin medidas de gestión ambiental adicionales (impactos potenciales)	Magnitud con medidas de gestión ambiental adicionales (impactos esperados)	
Físico	Aire	Calidad de aire	- Incremento en la concentración de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}) y gases como consecuencia del empleo de vehículos y	DSRP, DOC, DCE, RDA	-	3	1	1	3	1	1	1	3	3	25	0.235	Concentración de PM10 en punto representativo	0.6989	0.6499	0.6822	0.0490	0.0167	0.0115	0.0039	Negativo Compatible	Negativo Compatible	
	Ruido	Nivel de ruido	- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades constructivas.	HIF, TAM, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	-	3	1	1	3	1	1	1	3	3	25	0.235	Nivel sonoro equivalente diurno (Leq dB(A)) en un receptor sensible	0.1568	0.1449	No necesarias*	0.0119	No necesarias*	0.0028	No necesarias*	Negativo Compatible	No necesarias*	
	Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes															No se esperan impactos.										
	Suelos	Capacidad agrológica del suelo															No se esperan impactos.										
	Agua	Calidad del agua Cantidad del agua															No se esperan impactos.										
Biológico	Flora y vegetación	Coertura vegetal Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación Especies de interés social															No se esperan impactos.										
	Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna Especies endémicas y/o con estatus de conservación Especies de interés social	- Pérdida de hábitat de fauna como consecuencia de la afectación de terrenos por las excavaciones y movimientos de tierra en general - Abuyentamiento de fauna como consecuencia de las perturbaciones por la presencia humana y ruidos	HIF, TAM, MDT, HCA, CA, PMA, CS, MAE, AIO, IEE	-	3	1	1	3	3	3	2	3	3	40	0.676	Media ponderada del valor de conservación de los distintos hábitats para fauna	0.01109	0.011	No necesarias*	0.000090	No necesarias*	0.000061	No necesarias*	Negativo Compatible	No necesarias*	
	Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática Especies clave Especies de interés social															No se esperan impactos.										
	Interés humano	Paisaje Arqueología	Calidad del paisaje Restos arqueológicos														No se esperan impactos.										
	Social	Condiciones de vida Características culturales	Infraestructura Salud y seguridad Confort de la población Servicios básicos														No se esperan impactos.										
Económico	Características económicas	Ocupación Expectativas de empleo Actividades económicas principales y uso del suelo Retribución económica Oferta de productos y servicios														No se esperan impactos.											

[*] Las medidas de manejo adicionales no son consideradas necesarias por la magnitud del impacto (compatible)
Elaborado por: INSIDEO

Leyenda de los atributos del Índice de Incidencia			
Atributos	Código	Carácter de los atributos	Peso
Signo del efecto		Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	X
Inmediatez	I	Directo	3
		Indirecto	1
		Simple	1
Acumulación	A	Simple	1
		Acumulativo	3
Sinergia	S	Leve	1
		Media	2
		Fuerte	3
Momento	M	Corto	3
		Medio	2
		Largo plazo	1
Persistencia	P	Temporal	1
		Permanente	3
Reversibilidad	R	A corto plazo	1
		A medio plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad	Rc	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Continuidad	C	Continuo	3
		Discontinuo	1
Periodicidad	Pr	Periódico	3
		Irregular	1

Leyenda de la descripción de Actividades		Siglas
Relacionamiento comunitario		RRCC
Ingeniería de detalle		ID
Estudios complementarios		EC
Contratación y presencia de personal		CPP
Movimiento de tierras		MDT
Instalación de obras temporales		IOT
Construcción de caminos de acceso		CCA
Instalación de módulos y estructuras de soporte de paneles		IMP
Instalación de cableado		ICA
Instalación de centros de transformación		ICT
Construcción de la Ampliación de la Subestación Elevadora Rubi		CSER
Construcción de instalaciones auxiliares para la operación		CIAO
Instalación del cerco perimetral		ICP
Mantenimiento de equipos y maquinaria		MEM
Transporte de personal, materiales y residuos		TPMR
Generación de energía eléctrica		GEE
Monitoreo y vigilancia		MVI
Mantenimiento		MAN
Actividades de abandono parcial al finalizar la etapa de construcción		APC
Actividades previas		ACP
Corte de energía		CEN
Desmantelamiento de equipos e instalaciones de la ampliación de la SE Rubi y paneles solares		DSRP
Desmantelamiento de obras civiles		DOC
Desmontaje de componentes electromecánicos		DCE
Restitución del área		RDA

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.6.1
Matriz de Evaluación de Riesgos

Medio	Factor	Sub-factor	Etapa ⁽¹⁾			Acción	Riesgos	Probabilidad	Magnitud	Valoración de Riesgos	Calificación
			(C)	(O)	(A)						
Físico	Suelos	Capacidad agrológica del suelo	R	R	R	- Transporte de materiales, personal y residuos - Actividades de construcción en general, donde se requiera el uso de vehículos	Derrame de químicos o combustible	2	-2	-4	Riesgo bajo
Biológico	Vegetación	Cobertura vegetal	R			- Transporte de materiales, personal y residuos - Actividades de construcción en general, donde se requiera el uso de vehículos	Derrame de químicos o combustible	2	-3	-6	Riesgo moderado
	Fauna	Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación	R		R	- Transporte de materiales, personal y residuos	Colisión de vehículos con mamíferos, en particular (<i>Lama guanicoe</i>)	2	-3	-6	Riesgo moderado
		Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación	R			- Actividades de construcción en general, dentro del área de la central eólica	Mortandad de especies de fauna con estado de conservación (<i>Ctenoblepharys adspersa</i>)	2	-2	-4	Riesgo bajo
		Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación		R		- Operación de aerogeneradores	Colisión de fauna con aerogeneradores	2	-2	-4	Riesgo bajo
Interés Humano	Arqueología	Restos arqueológicos	R			- Movimiento de tierras	Daño a restos arqueológicos	2	-2	-4	Riesgo bajo
Social	Condiciones de vida	Salud y seguridad	R		R	- Transporte de materiales, personal y residuos	Riesgo de accidentes con población o trabajadores	2	-3	-6	Riesgo moderado

Nota: (1): (C)= etapa de construcción; (O)= etapa de operación; (A)= etapa de abandono.
 Elaborado por: INSIDEO

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.7.1
Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA - Etapa de Construcción

Medio	Factor	Subfactor	Descripción del impacto potencial	Calificación del impacto			
				EIA d (2015)	Primer ITS (2016)	Segundo ITS (2016)	MEIAd Wayra I (2019)
Físico	Aire	Calidad de aire	- Incremento en la concentración de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}) y gases como consecuencia del empleo de vehículos, maquinaria y movimiento de	Negativos Compatibles	Negativos Compatibles a Positivos Compatibles	Positivos Compatibles	Negativo Compatible
	Ruido	Nivel de ruido	- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades constructivas.	Negativos Compatibles a Moderados	Negativos Compatibles a Positivos Compatibles	Positivos Compatibles	Negativo Compatible
	Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes		No se esperan impactos	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
	Suelos	Capacidad agrológica del suelo	- Pérdida de la capacidad agrológica del suelo	Negativos Compatibles a Moderados	Positivos Moderados	Negativos Moderados	Negativo Compatible
	Agua	Calidad del agua			No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
Cantidad del agua				Negativos Compatibles	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal	- Pérdida de cobertura vegetal por las actividades de desbroce de las áreas a ser intervenidas, excavación, corte y relleno.	No se esperan impactos	No evaluado	No se esperan impactos	Negativo Compatible
		Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación		No se esperan impactos	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
	Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna	- Pérdida de hábitat de fauna como consecuencia de la afectación de terrenos por las excavaciones y movimientos de tierra en general - Ahuyentamiento de fauna como consecuencia de las perturbaciones por la presencia humana y ruidos	Negativos Compatibles a Moderados	Positivos Compatibles	No se esperan impactos	Negativo Compatible
		Especies endémicas y/o con estatus de conservación		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
	Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies clave de vida acuática		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social de vida acuática		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
Interés humano	Paisaje	Calidad del paisaje	- Afectación a la calidad del paisaje	Negativos Compatibles a Moderados	No evaluado	Positivos Compatibles	Positivo Compatible
	Arqueología	Restos arqueológicos		Negativo Moderado	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
Social	Condiciones de vida	Infraestructura		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
		Salud y seguridad		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
		Confort de la población		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
		Servicios básicos		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
	Características culturales	-		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
Económico	Características económicas	Ocupación		Positivo	No evaluado	Negativo Moderado	No se esperan impactos.
		Actividades económicas principales y uso del suelo		No se esperan impactos	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
		Retribución económica		No se esperan impactos	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.
		Oferta de productos y servicios		No se esperan impactos	No evaluado	No se esperan impactos	No se esperan impactos.

Elaborado por: INSIDEO

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.7.2
Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA - Etapa de Operación

Medio	Factor	Subfactor	Descripción del impacto potencial	Calificación del impacto			
				EIAd (2015)	Primer ITS (2016)	Segundo ITS (2016)	MEIAd Wayra I (2019)
Físico	Aire	Calidad de aire		Positivo	Positivo Compatible	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
	Ruido	Nivel de ruido	- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades constructivas.	Negativos Compatibles a Moderados	Positivos Compatibles	Positivo Compatible	Negativo Compatible
	Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
	Suelos	Capacidad agrológica del suelo		Negativos Compatibles a Moderados	Positivos Moderados	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
	Agua	Calidad del agua		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Cantidad del agua		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
	Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna		Negativos Compatibles a Moderados	Positivos Compatibles a Negativos Compatibles	Positivo Moderado	No se esperan impactos.
		Especies endémicas y/o con estatus de conservación		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
	Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies clave		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
	Interés humano	Paisaje	Calidad del paisaje	- Afectación a la calidad del paisaje	Negativos Moderados	No evaluado	Positivo Moderado
Arqueología		Restos arqueológicos		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
Social	Condiciones de vida	Infraestructura		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Salud y seguridad		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Confort de la población		Negativo Compatible	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Servicios básicos		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
	Características culturales	-		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
Económico	Características económicas	Ocupación		Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Expectativas de empleo		Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Actividades económicas principales y uso del suelo		Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Retribución económica		Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.
		Oferta de productos y servicios		Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.
 MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Tabla 5.7.3
 Matriz de Síntesis de la Evaluación de Impactos Socioambientales de los diferentes IGA - Etapa de Abandono

Medio	Factor	Subfactor	Descripción del impacto potencial	EIA d (2015)	Primer ITS (2016)	Segundo ITS (2016)	MEIAd Wayra I (2019)	
Físico	Aire	Calidad de aire	- Incremento en la concentración de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2,5}) y gases como consecuencia del empleo de vehículos y maquinaria.	Negativos Compatibles	Positivo Compatible	Positivo Compatible	Negativo Compatible	
	Ruido	Nivel de ruido	- Incremento en los niveles de ruido como consecuencia de las actividades constructivas.	Negativos Compatibles a Moderados	Positivo Compatible	Positivo Compatible	Negativo Compatible	
	Radiaciones no ionizantes	Nivel de radiaciones no ionizantes		No se esperan impactos.	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
	Suelos	Capacidad agrológica del suelo		Negativos Compatibles y Positivo	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
	Agua	Calidad del agua		Negativos Compatibles y Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
Cantidad del agua				Negativos Compatibles y Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
Biológico	Flora y vegetación	Cobertura vegetal		No se esperan impactos.	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Especies endémicas y bajo algún estatus de conservación		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	
	Fauna terrestre	Hábitat de especies de fauna		- Pérdida de hábitat de fauna como consecuencia de la afectación de terrenos por las excavaciones y movimientos de tierra en general - Ahuyentamiento de fauna como consecuencia de las perturbaciones por la presencia humana y ruidos	Negativos Compatibles a Moderados	Positivo Compatible	No se esperan impactos.	Negativo Compatible
			Especies endémicas y/o con estatus de conservación		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
		Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	
	Vida acuática	Calidad del hábitat de vida acuática			No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
			Especies clave		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
			Especies de interés social		No evaluado	No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.
Interés humano	Paisaje	Calidad del paisaje		Negativos Compatibles y Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
	Arqueología	Restos arqueológicos		No se esperan impactos.	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
Social	Condiciones de vida	Infraestructura		No se esperan impactos.	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Salud y seguridad		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Confort de la población		Negativos Compatibles	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Servicios básicos		No se esperan impactos.	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
	Características culturales			No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
Económico	Características económicas	Ocupación		Negativos Compatibles y Positivo	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Expectativas de empleo		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Actividades económicas principales y uso del suelo		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Retribución económica		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	
		Oferta de productos y servicios		No evaluado	No evaluado	No se esperan impactos.	No se esperan impactos.	

Elaborado por: INSIDEO

Anexo 5.5.1

Curvas de transformación

5.5.1 Aire

5.5.1.1 Etapa de construcción

Calidad de aire

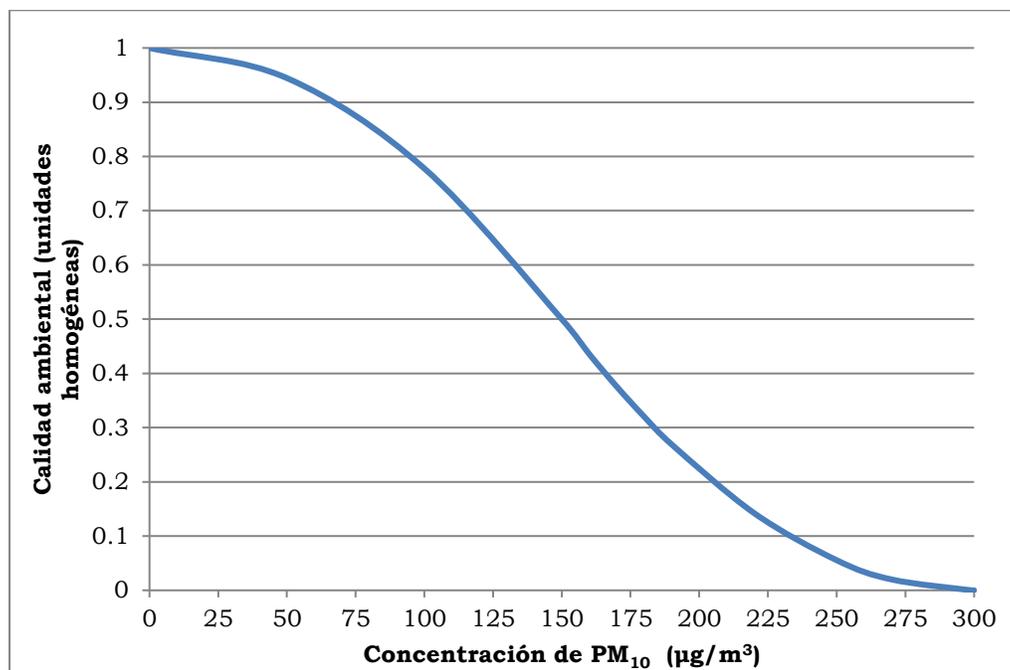
De acuerdo a estudios previos y a la literatura especializada, las curvas de transformación para impactos sobre la calidad del aire dan mucha importancia a las variaciones en la parte central de la variación del aspecto, es decir se magnifica en los valores intermedios y se ralentiza en los extremos.

La calidad ambiental varía entre 0 y 1, en donde «0» representa una calidad ambiental sub-estándar y «1» identifica a la mejor calidad ambiental potencial.

En el caso del material particulado menor a $10\ \mu\text{m}$, se considera que la mejor calidad ambiental potencial se da cuando la concentración es $0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en unidades homogéneas tiene el valor de 1). El Estándar de Calidad Ambiental para PM_{10} (equivalente a $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas) se expresa en una calidad ambiental media (es decir, 0,5 unidades homogéneas). En el caso de una calidad ambiental sub-estándar (en unidades homogéneas, 0), se consideró $300\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 1

Curva de transformación para la evaluación de impactos sobre la calidad del aire – PM_{10}



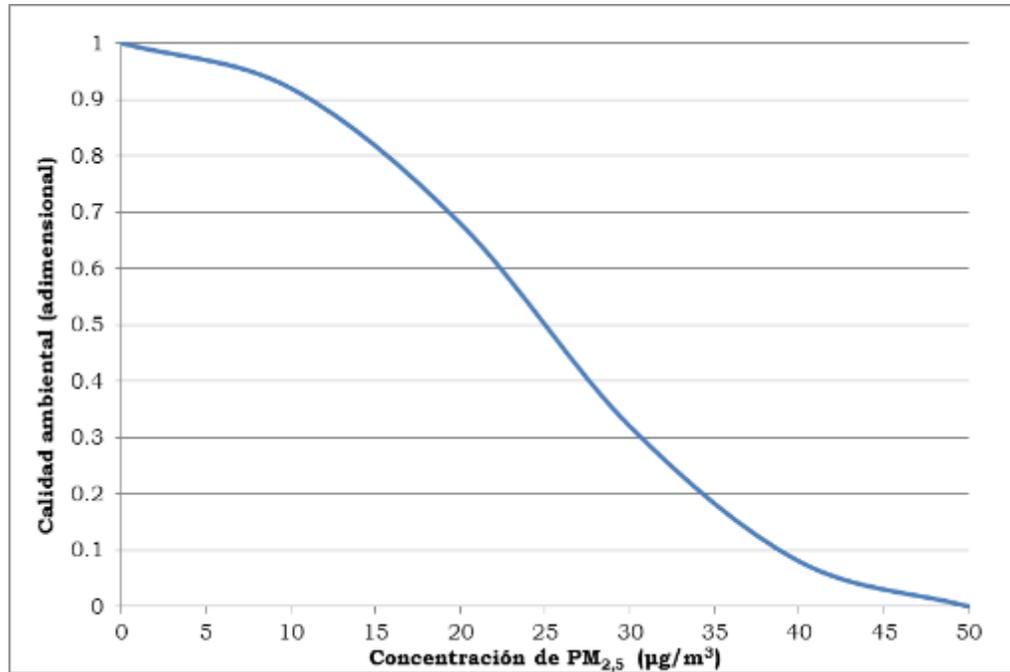
Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010).
Modificado por: INSIDEO.

Para el caso del material particulado menor a $2,5\ \mu\text{m}$, se considera que la mejor calidad ambiental potencial se da cuando la concentración de material particulado $\text{PM}_{2,5}$ es $0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$

(en unidades homogéneas, tiene el valor de 1). El Estándar de Calidad Ambiental de material particulado $PM_{2,5}$ (equivalente a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se expresa en una calidad ambiental media (es decir, 0,5 unidades homogéneas). En el caso de una calidad ambiental subestándar (en unidades homogéneas, 0), se consideró una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 2

Curva de transformación para la evaluación de impactos sobre la calidad del aire – $PM_{2,5}$



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010).
Modificado por: INSIDEO.

5.5.1.2 Etapa de abandono

Calidad de aire

Para las curvas de transformación para calidad del aire en la etapa de abandono, aplican las mismas utilizadas para la etapa de construcción.

5.5.2 Ruido

5.5.2.1 Etapa de construcción

Nivel de ruido

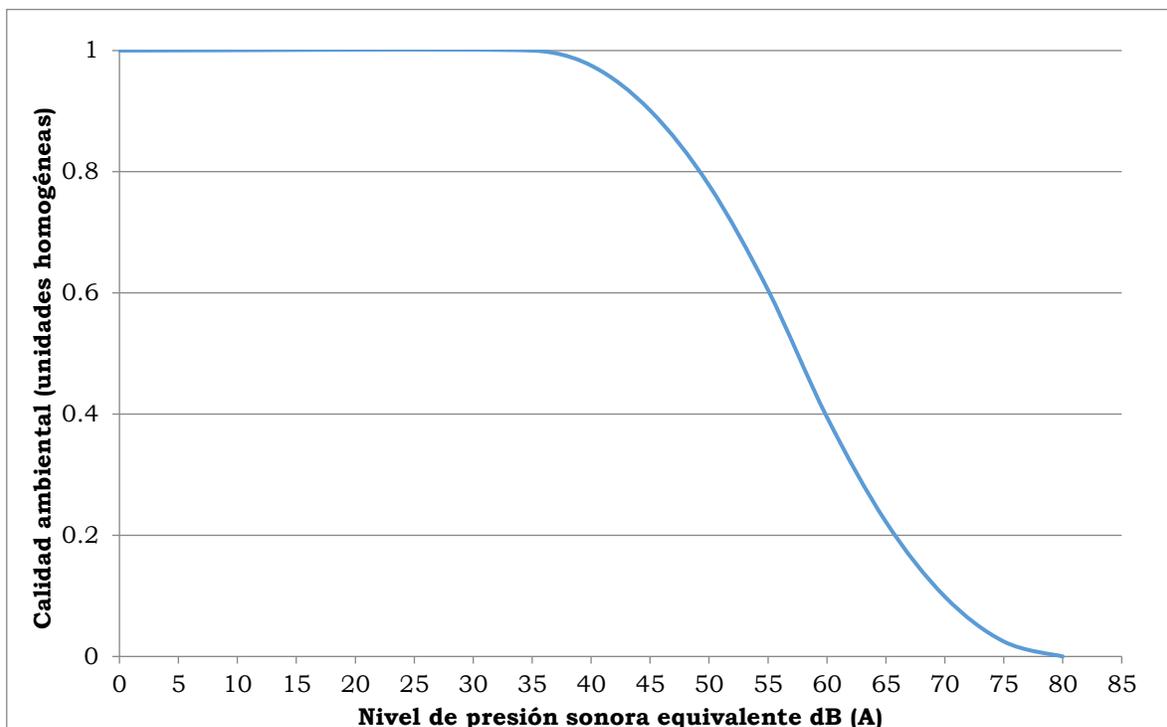
De acuerdo a estudios previos y la literatura especializada, las funciones de transformación para impactos sobre los niveles de ruido dan mucha importancia a las variaciones en la parte central de la variación del aspecto, es decir se magnifica en los valores intermedios y se ralentiza en los extremos.

Esto es similar a la curva de transformación para impactos sobre la calidad del aire, debido a que las características de los impactos son similares. Sin embargo, es importante mencionar que, para los niveles de ruido, la calidad ambiental igual «1» permanece constante hasta cierto nivel de dB(A), el cual denominaremos «umbral». Esto se debe a que por debajo del «umbral» no se estima una alteración sobre el entorno. En el caso específico del periodo diurno se consideró un valor de 35 dB(A), el cual representa el valor mínimo para molestias moderadas durante el día en el interior (OMS, 1999).

Por otro lado, con el objetivo de definir los valores máximos aceptables, es decir valores límites superiores para la situación inadmisibles, se tomaron los valores del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido que establece el D.S. N° 085-2003-PCM como punto medio o situaciones donde la calidad ambiental es media. La zona de aplicación del Estándar es la zona industrial, por lo que los puntos medios corresponden a los ECA para periodo diurno y, según la función de transformación para los impactos sobre el nivel de ruido, el valor máximo para el periodo diurno es de 80 dB(A). De lo mencionado anteriormente, a continuación, se presenta la función de transformación para el impacto sobre el nivel de ruido tanto para el periodo diurno.

Gráfico 3

Curva de transformación para la evaluación de impactos sobre los niveles de ruido – periodo diurno



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010).
Modificado por: INSIDEO.

Como se aprecia en el anterior gráfico, la calidad ambiental varía entre 0 y 1, en donde «0» representa una calidad ambiental sub-estándar y «1» identifica a la mejor calidad ambiental potencial. En el ejemplo, estar por encima del ECA de ruido en zona industrial para periodo diurno (80 dB(A)) representa una situación sub-estándar, por lo que la calidad ambiental tiende a «0», mientras que valores menores al «umbral» (35 dB(A) para periodo diurno) representan la mejor calidad ambiental posible y por lo tanto corresponde a «1».

5.5.2.2 Etapa de operación

Nivel de ruido

Para las curvas de transformación para niveles de ruido en la etapa de operación, aplican las mismas utilizadas para la etapa de construcción.

5.5.2.3 Etapa de abandono

Nivel de ruido

Para las curvas de transformación para niveles de ruido en la etapa de abandono, aplican las mismas utilizadas para la etapa de construcción.

5.5.3 Suelos

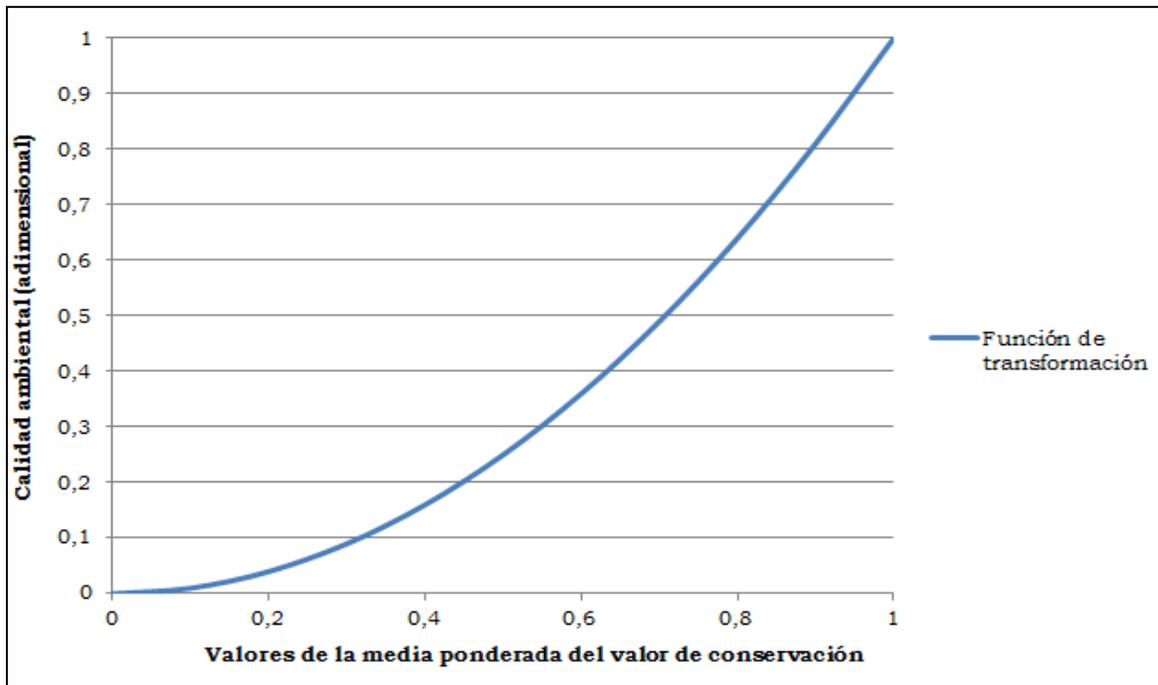
5.5.3.1 Etapa de construcción

Capacidad agrológica del suelo

Se elaboró la curva de transformación de valores para la evaluación del impacto sobre suelos, la misma que corresponde a una parábola creciente II. El suelo es un recurso natural que da soporte al desarrollo de otros aspectos ambientales, por ejemplo, sirve de sustrato para el desarrollo de vegetación, la cual a su vez tiene la función de proveer hábitat a la fauna. En tal sentido, una curva parabólica creciente representa que la pérdida de una unidad de suelos en un ambiente sin intervención y con una calidad agrológica alta (i.e. calidad ambiental igual a 1) representa inicialmente una mayor pérdida a entorno puesto que se pierden recursos que cumplen funciones más allá del aspecto ambiental de suelos *per se*.

Gráfico 4

Curva de transformación típica para la evaluación de impactos sobre la capacidad agrológica del suelo



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010)
Modificado por: INSIDEO

5.5.4 Flora y vegetación

5.5.4.1 Etapa de construcción

Cobertura vegetal

De acuerdo a estudios y evaluaciones ambientales¹, en curvas de transformación para impactos producidos sobre formaciones vegetales, la calidad ambiental crece menos que proporcionalmente a la magnitud del factor cuando ésta es escasa y más que proporcionalmente cuando está próxima a su límite superior.

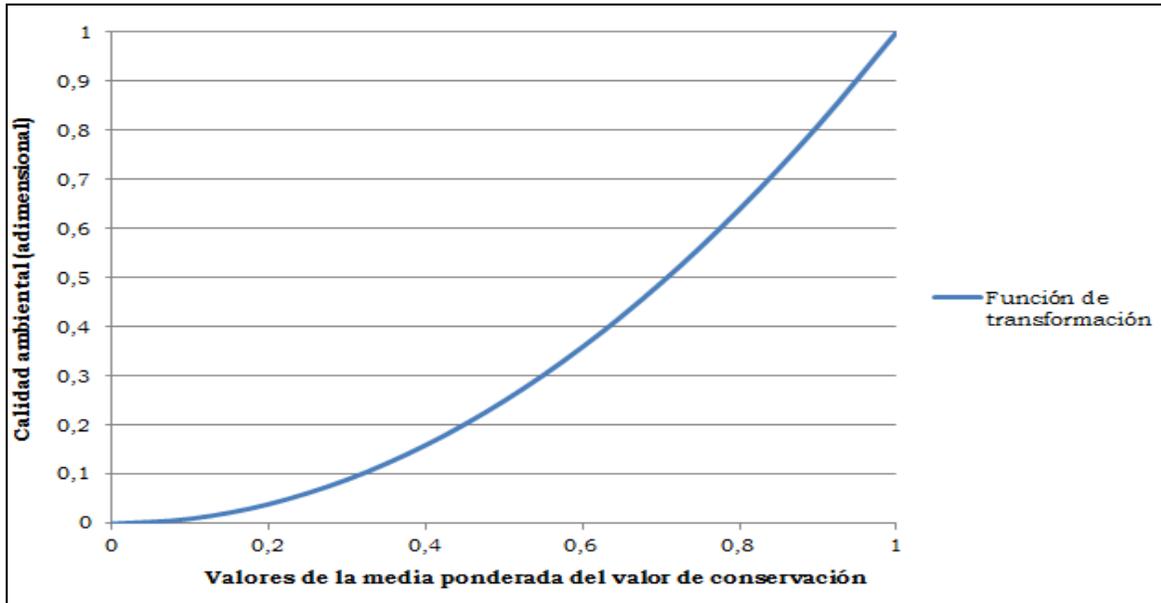
Se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas, la cual se presenta en el gráfico a continuación, correspondiente a una parábola creciente II. Tal como se puede observar en dicho gráfico, la calidad ambiental varía entre 0 y 1, en donde “0” representa una calidad ambiental inaceptable y “1” identifica a la mejor calidad ambiental potencial. Mientras más altos son los valores de la media

¹ Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010); Los Instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa (Conesa Fernández-Vitora, 1996).

ponderada del valor de las distintas unidades de conservación, mayor es la calidad ambiental del área, y mayor es el incremento de la misma.

Gráfico 5

Curva de transformación para la evaluación del impacto sobre la cobertura vegetal



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010).
Elaborado por: INSIDEO.

5.5.5 Fauna

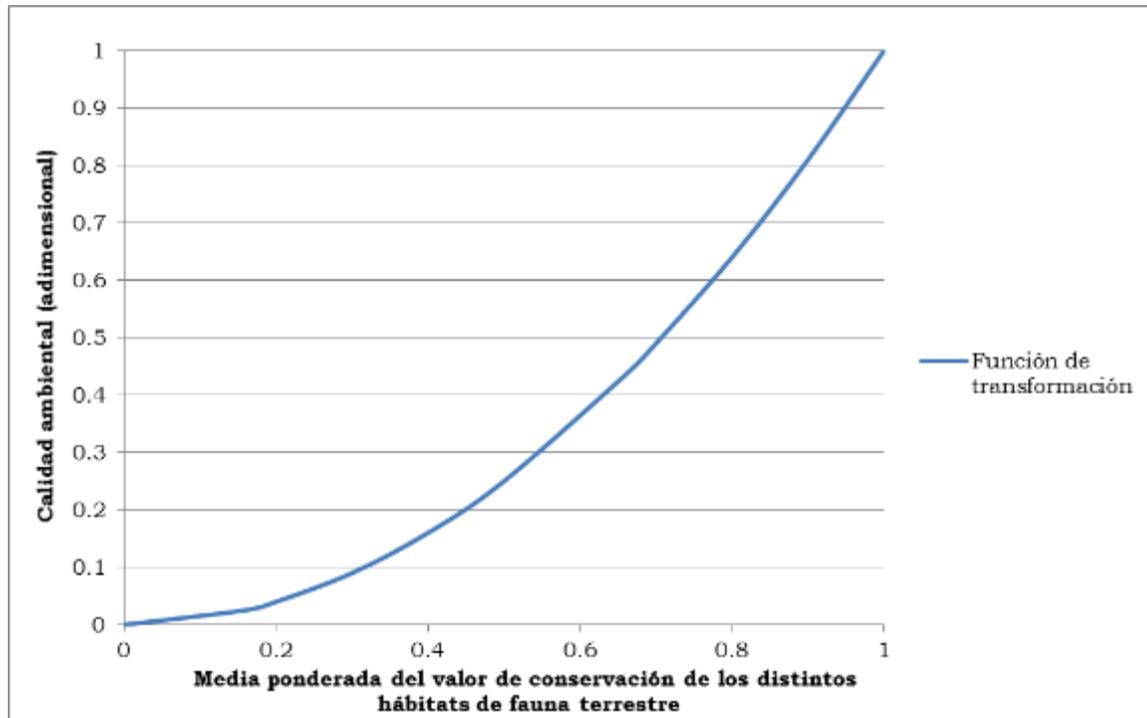
5.5.5.1 Etapa de construcción

Hábitat de especies de fauna

Se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas, la cual se presenta en el gráfico a continuación, correspondiente a una parábola creciente II. Se representa la relación calidad ambiental vs. disponibilidad de hábitat bajo una curva parabólica creciente debido a que esta representa que una pérdida inicial de una unidad de hábitat genera un efecto mayor sobre un hábitat prístino que sobre un hábitat ya intervenido. Esto es debido a que, en un hábitat sin intervención alguna, la disminución de hábitat genera una presión no antes experimentada sobre la fauna. La intervención de una misma extensión sobre un entorno ya intervenido genera un menor efecto puesto que la capacidad de provisión de hábitat de esa unidad en sí ya se vio afectada.

Gráfico 6

Curva de transformación para la evaluación del impacto sobre especies de fauna terrestre y sus hábitats



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010)
Elaborado por: INSIDEO

5.5.6 Paisaje

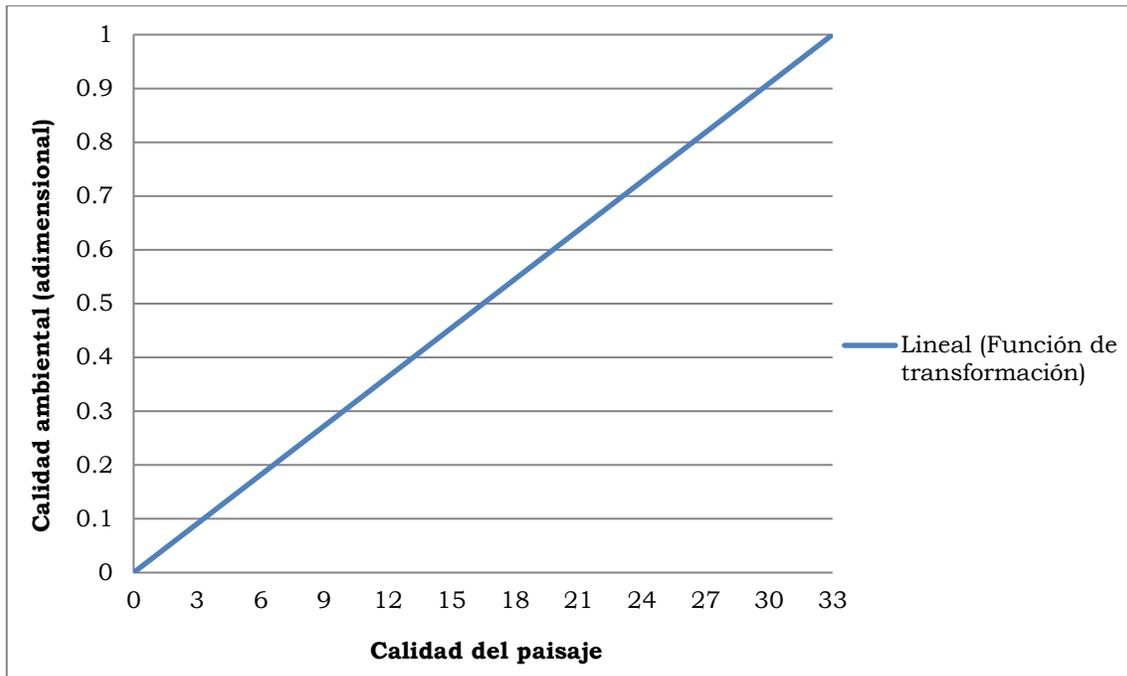
5.5.6.1 Etapa de construcción

Calidad del paisaje

Se definió la función de transformación con la finalidad de obtener valores en unidades homogéneas. Se elaboró la curva de transformación de valores para la evaluación del impacto sobre la calidad del paisaje, la misma que corresponde a una ecuación lineal.

Gráfico 7

Curva de transformación para la evaluación del impacto sobre la calidad del paisaje



Fuente: Evaluación de Impacto Ambiental (Gómez Orea, 2010)
Modificado por: INSIDEO

Tal como se puede observar en el gráfico anterior, la calidad ambiental varía entre 0 y 1, en donde «0» representa una calidad ambiental inaceptable y «1» identifica a la mejor calidad ambiental potencial. Mientras más altos son los valores de la calidad porcentual del paisaje, mayor es la calidad ambiental del área, de manera proporcional.

Anexo 5.5.2

Inventario de emisiones y Modelamiento de dispersión atmosférica



**INVENTARIO DE EMISIONES Y
MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN
ATMOSFÉRICA**

INFORME FINAL

**MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO
AMBIENTAL DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I
PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN**

Junio, 2019

Número de proyecto: 051-02-005

Preparado para:



**Enel Green Power Perú S.A.
Calle Martín de Murúa 150 Of. 403
San Miguel, Lima – Perú
Teléfono: (051-1) 215-6345**

INVENTARIO DE EMISIONES Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

INFORME FINAL

TABLA DE CONTENIDO

1.0	Introducción	1
2.0	Objetivos	3
3.0	Descripción del proyecto	4
4.0	Inventario de emisiones.....	5
4.1	Etapa de construcción de la Modificación del EIA-d.....	6
4.1.1	Emisiones de material particulado	6
5.0	Modelamiento de dispersión	18
5.1	Selección del modelo	18
5.2	Información considerada	18
5.2.1	Inventario de emisiones	18
5.2.2	Ubicación e información topográfica.....	19
5.2.3	Información meteorológica	20
5.2.4	Receptores	20
6.0	Resultados.....	21
7.0	Conclusiones	24
8.0	Bibliografía	25

CUADROS

Cuadro	Nombre
Cuadro 4.1	Fuentes de emisión de material particulado – Etapa de construcción
Cuadro 4.2	Emisiones de material particulado por actividades de carguío – Etapa de construcción
Cuadro 4.3	Emisiones de material particulado por actividades de descarga – Etapa de construcción
Cuadro 4.4	Emisiones de material particulado por actividades de movimiento de tierras – Etapa de construcción
Cuadro 4.5	Distancia recorrida por actividades de acarreo de material – Etapa de construcción
Cuadro 4.6	Emisiones de material particulado por actividades de acarreo de material - Etapa de construcción
Cuadro 4.7	Resumen de las emisiones de material particulado - Etapa de construcción
Cuadro 5.1	Clasificación de fuentes de emisión
Cuadro 5.2	Receptor discreto
Cuadro 6.1	Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario sin medidas de control
Cuadro 6.2	Magnitud del impacto de contaminantes - Escenario sin medidas de control
Cuadro 6.3	Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario con medidas de control
Cuadro 6.4	Magnitud del impacto de contaminantes - Escenario sin medidas de control

DETALLES

Detalle	Nombre
Detalle 5.1	Relieve 3D

FIGURAS

Figura	Nombre
Figura 1.1	Ubicación del proyecto
Figura 3.1	Componentes propuestos
Figura 5.1	Fuentes de emisión y receptores
Figura 6.1	Contribución PM ₁₀ en promedio anual – escenario con medidas de control
Figura 6.2	Contribución de PM ₁₀ en 24 horas – escenario con medidas de control
Figura 6.3	Contribución PM _{2,5} en promedio anual – escenario con medidas de control
Figura 6.4	Contribución de PM _{2,5} en 24 horas – escenario con medidas de control

INVENTARIO DE EMISIONES Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

INFORME FINAL

1.0 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al inventario de emisiones de material particulado y modelamiento de dispersión atmosférica desarrollado en el marco de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado de la Central Eólica Wayra I para el Proyecto Wayra Extensión (también MEIA en este documento), perteneciente a la empresa ENEL Green Power Perú S.A. (en adelante EGP).

La Central Eólica Wayra I y el Proyecto Wayra Extensión se encuentran políticamente en el distrito de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. El área de la central eólica se caracteriza por terrenos llanos y colinas y lomadas desérticas. Es preciso indicar que ningún nuevo componente propuesto en la MEIA se traslapa con la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando (RNSF), ni con cuerpos de agua.

En el presente documento se detallan los cálculos realizados para la estimación de emisiones de material particulado producto de las actividades relacionadas a lo propuesto en la MEIA en la etapa de construcción. Cabe mencionar que no se contempló el inventario de emisiones y modelamiento de dispersión de las actividades asociadas a las etapas de operación, mantenimiento y abandono, pues sus actividades no ameritan tal ejercicio a diferencia de la etapa de construcción donde se tienen previstas actividades de carga, descarga y acarreo de materiales así como movimiento de tierras.

Para mayor detalle de lo anterior, en las etapas de operación y mantenimiento se describen la propia operación de los aerogeneradores, actividades de inspección de aerogeneradores, revisión de caminos, mantenimiento de equipos varios, etc. Mientras que en abandono, se tendrán el corte de energía, actividades de cierre y desmantelamiento de equipos e instalaciones, desmontaje de componentes electromecánicos, restituciones de área, entre otros. Por tanto, la etapa de operación y mantenimiento no se contemplan actividades de importancia para la emisión de material particulado. Y en el caso de la etapa de abandono podría considerarse un escenario similar pero en menor grado al de la etapa de construcción, por lo que se considera un análisis conservador.

Por otro lado, es necesario añadir que, como parte del análisis realizado en el presente documento en relación a las emisiones de material particulado, se modelaron dos escenarios: *sin medidas de control* y *con medidas de control*, de tal manera que se pueda evaluar el efecto de las medidas de control planteadas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la MEIA sobre las emisiones producto de las actividades relacionadas a la etapa de construcción. Tales medidas de control propuestas comprenden el uso de sustancias higroscópicas (como la Bischofita) para eliminar la necesidad de aplicación de agua o reducir su empleo al mínimo necesario, así como el humedecimiento de los suelos a ser removidos u otro material fino a ser transportado (en la medida de lo posible y en caso sea requerido), entre otros.

El modelamiento resulta de la interacción de los componentes físicos (topografía y meteorología) y las emisiones producto de la construcción de lo propuesto en la MEIA. La finalidad del modelamiento es entender el comportamiento de las emisiones y su distribución espacial, dando especial énfasis en los aportes al receptor discreto, que por cercanía y por el comportamiento de las emisiones, podrían verse potencialmente afectado por un deterioro de la calidad del aire.

Las estimaciones de aportes se realizan sobre la base del inventario de emisiones y haciendo uso del modelo de dispersión de contaminantes AERMOD. En el inventario de emisiones se presentan las emisiones de las fuentes identificadas, cuyos valores numéricos han sido calculados con base en guías internacionales de protección ambiental, tales como la AP-42, elaborada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés); la Guía de Inventarios de Emisiones para industrias de manejo y procesamiento de (*Emissions Inventory Guidance – Mineral Handling and Processing Industries*) elaborada por *Mojave Desert Air Quality Management District* (MDAQMD) del Estado de California; y el Inventario Nacional de Contaminantes (NPI, por sus siglas en inglés) del Gobierno Australiano.

2.0 OBJETIVOS

El presente documento tiene los siguientes objetivos principales:

- Estimar las emisiones de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ debido al desarrollo exclusivo de lo propuesto en la Modificación del EIA-d durante su etapa de construcción.
- Estimar las contribuciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ debido al desarrollo de lo propuesto en la Modificación del EIA-d durante su etapa de construcción.

Asimismo, cabe reiterar que, para ciertas actividades consideradas como potenciales fuentes de emisión de material particulado, se realizaron los inventarios de emisiones y modelamiento de dispersión teniendo en cuenta dos escenarios: escenario sin medidas de control de las emisiones y escenario con medidas de control de las emisiones. El primer escenario refleja consideraciones conservadoras, tal que lo ingresado al modelamiento de dispersión representa las máximas contribuciones de dichas actividades (i.e. una condición potencial pero que no sucederá en la realidad), mientras que el segundo escenario refleja condiciones más realistas, considerando la aplicación de las medidas de control de las emisiones de material particulado propuestas en el PMA de la Modificación del EIA-d.

3.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente modelamiento se ha realizado en el marco de la Modificación del EIA-d para el Proyecto Wayra Extensión. En tal sentido, este modelamiento buscó evaluar las contribuciones de material particulado producto del desarrollo de lo propuesto en dicho estudio.

Lo propuesto por la Modificación del EIA-d es lo siguiente básicamente:

- Construcción de 30 aerogeneradores.
- Desarrollo de componentes y actividades auxiliares necesarios para la construcción de 30 aerogeneradores, entre obras temporales y permanentes.

Estos componentes se describen a detalle en el **Capítulo 2** de la Modificación del EIA-d (Descripción del Proyecto). Asimismo, en la **Figura 3.1** se presenta la distribución espacial de dichos componentes.

4.0 INVENTARIO DE EMISIONES

La estimación de las emisiones potenciales de ambos escenarios modelados se realizó utilizando métodos reconocidos y aprobados por la normativa nacional vigente, así como por agencias ambientales internacionales como la USEPA y el NPi. El inventario elaborado para el presente estudio considera las emisiones generadas por las actividades dentro del área efectiva (frentes de trabajo) del proyecto y en los caminos dentro del mismo. Dentro del análisis de las emisiones se han considerado las de material particulado menor o igual a 10 micrómetros (PM₁₀) y material particulado menor o igual a 2,5 micrómetros (PM_{2,5}).

Para la elaboración del inventario de emisiones se consideraron las actividades de carguío, descarga, movimiento de tierras y acarreo asociada a los aerogeneradores, planta de concreto, sub estación elevadora Flamenco, componentes temporales, vías de acceso y la canalización de media tensión.

Las actividades que se realizarán como parte del proyecto, identificadas como fuentes potenciales de emisión de material particulado correspondientes a la etapa de construcción se presentan en el **Cuadro 4.1**.

Cuadro 4.1
Fuentes de emisión de material particulado – Etapa de construcción

N°	Actividad
1	Carguío de material
2	Descarga de material
3	Movimiento de tierras
4	Acarreo de material

Fuente: INSIDEO.
Elaborado por: INSIDEO.

Por otro lado, el cálculo de las emisiones de cada actividad considerada, se realizó empleando los factores de emisión¹ según la Guía de Inventarios de Emisiones para industrias de manejo y procesamiento de minerales (*Emissions Inventory Guidance – Mineral Handling and Processing Industries*) elaborada por MDAQMD; la Compilación de los Factores de Emisión de Contaminantes de la guía AP-42 (*Compilation of Pollutant Emission Factors*) elaborado por la USEPA; y el Manual de Técnicas de Estimación de Emisiones para Minería (*Emission estimation technique manual for Mining*) elaborado por el NPi. Se seleccionaron los capítulos y secciones pertinentes de cada uno de estos documentos, relacionados a las actividades a realizarse durante la etapa de construcción del proyecto, a fin de seguir los pasos propuestos en los mismos para estimar la cantidad de material particulado que dichas actividades emiten al entorno.

¹ Relación entre la cantidad de material particulado o gas emitido a la atmósfera y una unidad de actividad.

Para estimar las emisiones específicas de cada actividad, se consideraron parámetros representativos del ámbito de ubicación del proyecto, como la velocidad promedio del viento y el número promedio de días con precipitación al año, entre otros. Asimismo, se ha considerado la información pertinente acerca de los distintos procesos y equipos empleados, las cantidades de material manejado, así como las especificaciones técnicas de los equipos y las actividades desarrolladas. La información relevante empleada al realizar la estimación de emisiones se presenta previamente a los resultados de cada estimación por actividad.

Como se indicó anteriormente, en relación a las emisiones de material particulado se consideró, adicionalmente, un factor de control que deriva de la aplicación de las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la Modificación del EIA-d (**Capítulo 6, Sección 6.1.1.1**) para reducir las emisiones de material particulado de ciertas actividades, las cuales son especificadas en la **Sección 4.1.1** del presente documento. En la referida sección se presentan los resultados de emisiones de material particulado (i.e. PM_{10} y $PM_{2,5}$) para los dos escenarios evaluados: sin medidas de control y con medidas de control, de tal manera que se pueda observar y evaluar el efecto de las medidas de control del PMA en las actividades de construcción.

4.1 Etapa de construcción de la Modificación del EIA-d

Como se mencionó en la **Sección 3.0** del presente documento, las actividades de Construcción involucra las labores asociadas a las siguientes instalaciones, áreas, rutas: aerogeneradores, planta de concreto, subestación elevadora Flamenco, componentes temporales, accesos y canalización de media tensión.

4.1.1 Emisiones de material particulado

Las actividades identificadas como potenciales fuentes de emisión de material particulado durante la etapa de construcción fueron identificadas en el **Cuadro 4.1**, e incluyen el movimiento de tierras, el carguío y descarga de material así como el acarreo de material. De estas, a las emisiones de material particulado provenientes de las actividades descritas se les aplicó un factor de control adicional como resultado de la aplicación de las medidas de control propuestas en el PMA de la Modificación del EIA-d. De manera general, se puede mencionar que se consideró un factor de control de las emisiones de material particulado igual a 75% en las actividades donde se aplicó la medida de control directamente, mientras que en las actividades sucesivas se ha empleado un factor del 70%, teniendo en cuenta que la eficiencia de la medida disminuye en un 5% respecto del factor de control original. Este factor de control se debe entender como una reducción de la eficiencia de control de emisiones de material particulado en 5 puntos porcentuales, como consecuencia de la aplicación de la medida de control en un momento previo. Cabe mencionar que el cálculo de las emisiones de las actividades de tránsito de vehículos y acarreo de material incluye por sí un factor de control de las emisiones, cuyo cálculo se especifica en las secciones respectivas, sin embargo, estas actividades seguirán siendo incluidas en un escenario sin medidas de control, dado que el humedecimiento de suelos a ser removidos o materiales

finos a ser transportados que se aplica para reducir las emisiones se considera como una de las medidas típicas para reducir las emisiones de material particulado.

A continuación, se detallan los cálculos de las emisiones de material particulado PM₁₀ y material particulado PM_{2,5} producto de las actividades antes mencionadas.

4.1.1.1 Carguío y descarga de material

El carguío de los camiones de acarreo se realiza por medio de cargadores frontales en el área de trabajo y asociado a los aerogeneradores, sub estación elevadora Flamenco, componentes temporales, accesos y canalización de media tensión. Asimismo, la descarga de material se realiza mediante descarga directa en el mismo espacio de donde se recogió el material, esto es para la construcción de los aerogeneradores. También se descarga en las áreas de disposición del material excedente.

Las emisiones por el carguío y descarga de material se basaron en la guía AP-42 de la USEPA. Cabe resaltar que para la estimación las emisiones de ambas actividades, se utiliza la misma ecuación:

$$E = k \times 0,0016 \times \frac{(U/2,2)^{1,3}}{(M/2)^{1,4}} \times Q$$

Donde:

- E: ratio de emisión de material particulado (kg/año)
- k: factor aerodinámico de la partícula
- U: velocidad promedio del viento (m/s)
- M: contenido de humedad promedio del material (%)
- Q: cantidad de material cargado o descargado por año (t/año)

De manera similar al cálculo de emisiones por movimiento de tierras, se considera un contenido de humedad variable según las instalaciones, así como una velocidad promedio del viento de 2,5 m/s de acuerdo con la información meteorológica particular del sitio. Asimismo, el factor aerodinámico de partícula equivale a 0,35 y 0,053 para PM₁₀ y PM_{2,5}, respectivamente.

En relación a la actividad de carguío se ha trabajado con un factor de control equivalente al 75%, considerando que, según lo señalado en el PMA de la Modificación del EIA-d, como parte de las medidas de control de las emisiones de material particulado se aplicará el humedecimiento en las áreas donde se realizará el movimiento de tierras (antes del carguío), mientras que en la actividad de descarga se considera un factor de control de las emisiones igual al 70%, teniendo en cuenta una pérdida de la eficiencia de la medida de control que se aplicó en la actividad previa (i.e. carguío). Los resultados de las emisiones de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} debido al carguío y descarga de materiales, tanto en

el escenario con medidas de control y sin medidas de control, se presentan en el **Cuadro 4.2** y **Cuadro 4.3**, respectivamente.

Cuadro 4.2
Emisiones de material particulado por actividades de carguío – Etapa de construcción

Instalación	Velocidad del viento (m/s)	Humedad (%)	Escenario sin medidas de control		Control (%)	Escenario con medidas de control	
			Emisiones de PM ₁₀ (g/s)	Emisiones de PM _{2.5} (g/s)		Emisiones de PM ₁₀ (g/s)	Emisiones de PM _{2.5} (g/s)
Aerogeneradores	7,1	1,8	1,25E-02	1,89E-03	75	3,12E-03	4,73E-04
S.E. Flamenco			8,01E-05	1,21E-05		2,00E-05	3,03E-06
Componentes temporales			2,02E-03	3,07E-04		5,06E-04	7,66E-05
Accesos			1,35E-02	2,04E-03		3,37E-03	5,11E-04
Canalización de media tensión			4,90E-03	7,42E-04		1,23E-03	1,86E-04
Total			3,30E-02	4,99E-03	--	8,24E-03	1,25E-03

Fuente: INSIDEO / EGP / USEPA.

Elaborado por: INSIDEO.

Cuadro 4.3
Emisiones de material particulado por actividades de descarga – Etapa de construcción

Área de descarga	Instalación/Área de procedencia	Velocidad del viento (m/s)	Humedad (%)	Escenario sin medidas de control		Factor de control (%)	Escenario con medidas de control	
				Emisiones de PM ₁₀ (g/s)	Emisiones de PM _{2.5} (g/s)		Emisiones de PM ₁₀ (g/s)	Emisiones de PM _{2.5} (g/s)
Depósito de Material Excedente	Aerogeneradores	2,5	1,80	7,872E-04	1,192E-04	70,0	2,36E-04	3,58E-05
Aerogeneradores	Planta de Concreto		50,00	2,972E-05	4,500E-06	--	2,97E-05	4,50E-06
Total				8,17E-04	1,24E-04	--	2,66E-04	4,03E-05

Fuente: INSIDEO / EGP / USEPA.

Elaborado por: INSIDEO.

4.1.1.2 Movimiento de tierras

El cálculo de las emisiones de material particulado por movimiento de tierras considera a aquellas actividades que producen emisiones debido al acopio y ordenamiento de material. La maquinaria asociada a este tipo de actividad corresponde a maquinaria pesada, tales como cargador frontal y motoniveladoras, entre otras. Las emisiones por el movimiento de tierras se basaron en la guía *AP-42 Compilation of Pollutant Emission Factors*, elaborada por la USEPA.

$$E = E_f \times T$$

$$E_{PM_{10}} = k \times 0,45 \times \frac{S^{1,5}}{M^{1,4}} \times T$$

$$E_{PM_{2.5}} = k \times 2,6 \times \frac{S^{1,2}}{M^{1,3}} \times T$$

Donde:

- E: ratio de emisión de material particulado (kg/año)
- k: factor aerodinámico de la partícula
- s: promedio de concentración de finos (%)
- M: promedio de concentración de humedad del material (%)
- T: horas de actividad por año (hora)

Con respecto a los factores aerodinámicos, se utilizaron valores de 0,75 y 0,105 para PM_{10} y $PM_{2.5}$ respectivamente, sugeridos en la Sección 11.9 “*Western Surface Coal Mining*” de la guía AP-42 de la USEPA. En consecuencia, las emisiones quedan solo en función del promedio de concentración de finos, de las horas de actividad y de la humedad. Cabe indicarse que la información de finos y humedad corresponde a estudios realizados en el área del proyecto.

Por otro lado, se ha considerado como parte del cálculo final de las emisiones generadas durante la etapa de construcción, el uso de un factor de control de las mismas que deriva de la aplicación de las medidas propuestas en el PMA de la Modificación del EIA-d. Es decir que, se realizará el humedecimiento racionalizado en los frentes de trabajo donde se realizarán los movimientos de tierra y en las áreas de maniobra, lo cual ayudará a reducir la cantidad de material particulado liberado hacia la atmósfera. De este modo, se estima que la aplicación de estas medidas permitirá reducir la emisión de material particulado en, aproximadamente 75%. Los resultados hallados para ambas situaciones (i.e. sin medidas de control y con medidas de control) se presentan en el **Cuadro 4.4**.

Cuadro 4.4
Emisiones de material particulado por actividades de movimiento de tierras – Etapa de construcción

Instalación / Área	Número de horas (T)	Contenido de finos (%)	Humedad de material (%)	Escenario sin medidas de control		Control (%)	Escenario con medidas de control	
				Emisiones de PM ₁₀ (g/s)	Emisiones de PM _{2,5} (g/s)		Emisiones de PM ₁₀ (g/s)	Emisiones de PM _{2,5} (g/s)
Aerogeneradores	725,5	15,1	1,80	0,200	0,076	75	5,00E-02	1,90E-02
S.E. Flamenco	4,4	15,1	1,80	0,001	0,000		3,02E-04	1,15E-04
Componentes temporales	281,2	15,1	1,80	0,078	0,029		1,94E-02	7,37E-03
Accesos	737,1	15,1	1,80	0,203	0,077		5,08E-02	1,93E-02
Canalización de media tensión	267,8	15,1	1,80	0,074	0,028		1,85E-02	7,02E-03
Total				0,556	0,211	--	1,39E-01	5,28E-02

Nota: los factores aerodinámicos fueron 0,750 y 0,105 para k - PM₁₀ y k - PM_{2,5} respectivamente.

Fuente: INSIDEO / EGP / USEPA.

Elaborado por: INSIDEO.

4.1.1.3 Acarreo de material

Se considera que las emisiones de material particulado producidas por el acarreo de material corresponden a la erosión de los caminos de acarreo sin pavimentar debido al tránsito de camiones al interior del área de proyecto. En tal sentido, se ha considerado las rutas entre las áreas de carga de material y áreas de descarga del mismo, que corresponden a lo presentado en el **Cuadro 4.2** y **Cuadro 4.3**, respectivamente.

Las emisiones de material particulado por el acarreo de material sobre dichas rutas consideradas se basaron en el Sección 13.2.2, *Unpaved Roads discussion*, de la guía AP-42 elaborado por la USEPA. En la guía se sugieren valores del factor aerodinámico “k” de 1,5 y 0,15 para PM₁₀ y PM_{2.5}, respectivamente. Asimismo, los valores de las constantes empíricas “a” y “b” corresponden a 0,9 y 0,45 respectivamente, por pertenecer a la categoría de caminos industriales no pavimentados.

$$E = E_f \times V$$

$$E_f = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^b \times \frac{281,9}{1000} \times \left(\frac{365 - P}{365}\right)$$

Donde:

- E: ratio de emisión de material particulado (kg/año)
- E_f: factor de emisión no controlado (t/km recorrido)
- k: factor aerodinámico de la partícula
- s: contenido de limo del camino (%)
- W: peso promedio de los vehículos (t)
- P: días al año con por lo menos 0,254 mm de precipitación
- V: kilómetros recorridos por año

Debido a que todos los caminos de acarreo presentarán características similares, primero se calculará el factor de emisión no controlado (E_f), tomando en cuenta un 4,8% como contenido de limo de la capa superficial de los caminos de acuerdo con recomendaciones de la guía elaborada por MDAQMD, que el peso de los camiones de acarreo sería en promedio 30 y 14 t para camiones tolva y camiones mixer respectivamente, y 0 días de lluvia anuales de por lo menos 0,254 mm. Con base en la cantidad de material a ser transportado, la capacidad de los camiones tolva y mixer (20 y 8 t respectivamente) y la longitud de las rutas consideradas, se estimó la distancia recorrida por los camiones en cada ruta, expresada en km, correspondientes a la etapa de construcción (**Cuadro 4.5**).

Cuadro 4.5
Distancia recorrida por actividades de acarreo de material – Etapa de construcción

Instalación/Área de destino	Instalación/Área de procedencia	Material total transportado (t)	Capacidad del camión (t)	Nº de viajes	Longitud de camino (km)	Distancia recorrida (km)
Área de disposición de material excedente 1	Aerogenerador	7'789,06	20	779	18,16	14'146,6
Área de disposición de material excedente 2	Aerogenerador	6'414,52	20	641	22,2	14'249,4
Aerogenerador	Planta de concreto	33'120,00	8	8'280	40,0	331'365,6
Total		47'323,58	---	9'700	---	359'761,67

Fuente: INSIDEO / EGP
 Elaborado por: INSIDEO

Asimismo, como medida de mitigación en los caminos de acarreo se contempla el riego con agua mediante el empleo de camiones cisterna, con lo cual la eficiencia de control está dada por la siguiente expresión, de acuerdo con MDAQMD:

$$C_f = 100 - \left(0,000214 \times \frac{A \times D \times T}{I} \right)$$

Donde:

- C_f : eficiencia de control por riego del camino
- A : nivel de evaporación anual (mm)
- D : tránsito promedio de vehículos por hora
- T : tiempo entre riego del camino (horas)
- I : intensidad de riego (L/m²)

Finalmente, la estimación de las emisiones, considerando la eficiencia de control, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$E_c = E \times \left(1 - \frac{C_f}{100} \right)$$

Donde:

- E_c : emisiones controladas de material particulado
- E : emisiones sin controlar de material particulado

Se consideró que el nivel de evaporación promedio es 533,8 mm anuales. El valor de intensidad de riego será de aproximadamente 0,1 L/m², con lo cual se obtiene un valor de la eficiencia del control para cada ruta que seguirán los camiones, el cual quedará únicamente en función al tiempo entre riego del camino “T” (12 horas) y al tránsito de vehículos promedio por hora (“D”).

De manera similar a la presentación de estimaciones de emisión para actividades descritas líneas arriba, los resultados de las emisiones de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} debido al acarreo de material se presentan en el **Cuadro 4.6**, en donde los resultados se indican de manera directa las emisiones aplicando el factor de control.

Cuadro 4.6
Emisiones de material particulado por actividades de acarreo de material - Etapa de construcción

Instalación / Área de Destino	Instalación / Área de Procedencia	Distancia recorrida (km)	Vehículos por hora (D)	Cf (%)	Ef PM ₁₀ (kg/km)	Ef PM _{2.5} (kg/km)	Escenario sin medidas de control		Escenario con medidas de control		
							E PM ₁₀ (g/s)	E PM _{2.5} (g/s)	Ec PM ₁₀ (g/s)	Ec PM _{2.5} (g/s)	
Área de disposición de material excedente 1	Aerogenerador	14146,64	0,09	98,8	0,522	0,052	0,2344	0,0234	0,0029	0,0003	
Área de disposición de material excedente 2	Aerogenerador	14249,43	0,07	99,0	0,522	0,052	0,2361	0,0236	0,0024	0,0002	
Aerogenerador	Planta de concreto	331365,6	0,95	87,0	0,371	0,037	3,8958	0,3896	0,5048	0,0505	
Total								4,3662	0,4366	0,5100	0,0510

Fuente: INSIDEO / EGP
 Elaborado por: INSIDEO.

4.1.1.4 Resumen de las emisiones de material particulado

En el **Cuadro 4.7** se presenta el resumen de las emisiones de material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ producidas durante la etapa de construcción, especificando las emisiones estimadas por instalación y por actividad. Dicho cuadro presenta los resultados estimados bajo el escenario sin medidas de control y con medidas de control.

Cuadro 4.7
Resumen de las emisiones de material particulado - Etapa de construcción

Instalación	Actividad	Escenario sin medidas de control		Factor de control (%)	Escenario con medidas de control	
		Emisiones (g/s)			Emisiones (g/s)	
		PM ₁₀	PM _{2.5}		PM ₁₀	PM _{2.5}
Aerogeneradores	Carguío	1,25E-02	1,89E-03	75	3,12E-03	4,73E-04
	Descarga	7,87E-04	1,19E-04	70	2,36E-04	3,58E-05
	Movimiento de tierras	2,00E-01	7,60E-02	75	5,00E-02	1,90E-02
	Acarreo	4,70E-01	4,70E-02	98,9	5,22E-03	5,22E-04
Planta de concreto	Descarga	2,97E-05	4,50E-06	--	2,97E-05	4,50E-06
	Acarreo	3,90E+00	3,90E-01	87	5,05E-01	5,05E-02
S.E. Flamenco	Carguío	8,01E-05	1,21E-05	75	2,00E-05	3,03E-06
	Movimiento de tierras	1,21E-03	4,59E-04	75	3,02E-04	1,15E-04
Componentes temporales	Carguío	2,02E-03	3,07E-04	75	5,06E-04	7,66E-05
	Movimiento de tierras	7,75E-02	2,95E-02	75	1,94E-02	7,37E-03
Accesos	Carguío	1,35E-02	2,04E-03	75	3,37E-03	5,11E-04
	Movimiento de tierras	2,03E-01	7,72E-02	75	5,08E-02	1,93E-02
Canalización de media tensión	Carguío	4,90E-03	7,42E-04	75	1,23E-03	1,86E-04
	Movimiento de tierras	7,39E-02	2,81E-02	75	1,85E-02	7,02E-03
Total		4,96E+00	6,53E-01	--	6,57E-01	1,05E-01

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

5.0 MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN

La utilización de modelos de dispersión es ampliamente practicada por agencias de protección ambiental en países como Estados Unidos, Canadá y Australia con el fin de controlar la contaminación ambiental, mediante la identificación de fuentes contaminantes específicas que afectan la calidad de aire; y como herramienta de consulta en el diseño de estrategias para reducir las emisiones. A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente (2018) y el Ministerio de Energía y Minas (2007) recomiendan el uso de modelamientos de dispersión para evaluar el impacto potencial de las emisiones de las actividades del proyecto en el entorno del área de estudio correspondiente.

El modelo utilizado AERMOD está diseñado para simular la dispersión de los contaminantes en el aire y su asentamiento; para el presente caso se modeló la dispersión del material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$. Asimismo, el modelo se basó en información meteorológica y topográfica, las cuales funcionaron como datos de entrada para el mismo, además de información sobre las fuentes de emisión.

Es así que, el modelamiento de dispersión realizado en el presente estudio fue desarrollado para evaluar de forma cuantitativa los efectos que tendrán las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, por ser parámetros representativos del desarrollo de los componentes y actividades adicionales propuestas en la Modificación del EIA-d. Ello, como se indicó anteriormente, considerando dos (02) escenarios: situación sin medidas de control y situación con medidas de control.

5.1 Selección del modelo

En cuanto al modelo empleado se seleccionó el AERMOD debido a que presenta una serie de ventajas comparativas dadas las condiciones del proyecto (fuentes de emisión, topografía, meteorología, etc.) y más aún, es recomendado por la USEPA. Además, tiene la capacidad de simular la dispersión de gases o partículas desde varias fuentes simultáneamente, las cuales pueden tener niveles de emisión variable según la hora, día, mes o temporada.

Por las razones mencionadas, se considera que el modelo AERMOD es idóneo para realizar el modelamiento de dispersión atmosférica bajo las condiciones del proyecto.

5.2 Información considerada

El modelo AERMOD requiere como datos de entrada los valores de emisión de las fuentes consideradas, información meteorológica horaria representativa de la zona y la ubicación de los principales receptores.

5.2.1 Inventario de emisiones

Para ingresar la información requerida por el modelo se deben tener en cuenta las diferentes fuentes de emisión de la zona de estudio, las cuales varían en relación a su forma, altura, magnitud y periodicidad de emisión. La representación de las fuentes de

emisión consideradas se realiza clasificando las fuentes de emisión por su forma, ya sea de tipo punto, línea, área y/o volumen.

Las fuentes tipo punto o puntuales se definen en términos de su tamaño y su relación con el área total de estudio, por lo que una fuente puntual clásica sería una chimenea, dado a su área pequeña de emisión en relación a la magnitud de toda la zona estudiada. Las fuentes tipo línea más frecuentes son los caminos y carreteras sobre las cuales existe un flujo vehicular definido. Asimismo, existen otras fuentes de tipo línea que están constituidas por fuentes puntuales ubicadas con un arreglo lineal. Por otro lado las fuentes tipo área y volumen generalmente son una compilación de fuentes de emisión más pequeñas, por lo que no resulta práctico considerar como varias fuentes de emisión puntuales o lineales.

En el **Cuadro 5.1** se presentan las diferentes zonas de emisión identificadas y las aproximaciones realizadas, habiéndose considerado solo fuentes tipo área y línea.

Cuadro 5.1
Clasificación de fuentes de emisión

Fuente de emisión	Tipo
Instalación de aerogeneradores	Área
Instalación de torre de medición	Área
Construcción de planta de concreto	Área
Construcción de S.E. Flamenco	Área
Construcción de componentes temporales	Área
Accesos y canalización de media tensión	Línea

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Cada fuente de emisión identificada y representada de acuerdo con la clasificación propuesta en el **Cuadro 5.1**, es ubicada en un plano digital tomando como referencia sus coordenadas UTM y orientación reales. De esta forma, el modelo de dispersión de material particulado no solamente toma en consideración los niveles de emisión de cada una de las fuentes, sino también su posición en el espacio. La ubicación de las fuentes de emisión consideradas para el modelamiento de dispersión de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} se puede apreciar en la **Figura 5.1**, la cual corresponde a la etapa de construcción de lo propuesto en la MEIA.

El cálculo de las emisiones de las actividades involucradas en el proyecto fue presentado en la **Sección 4.0** del presente documento.

5.2.2 Ubicación e información topográfica

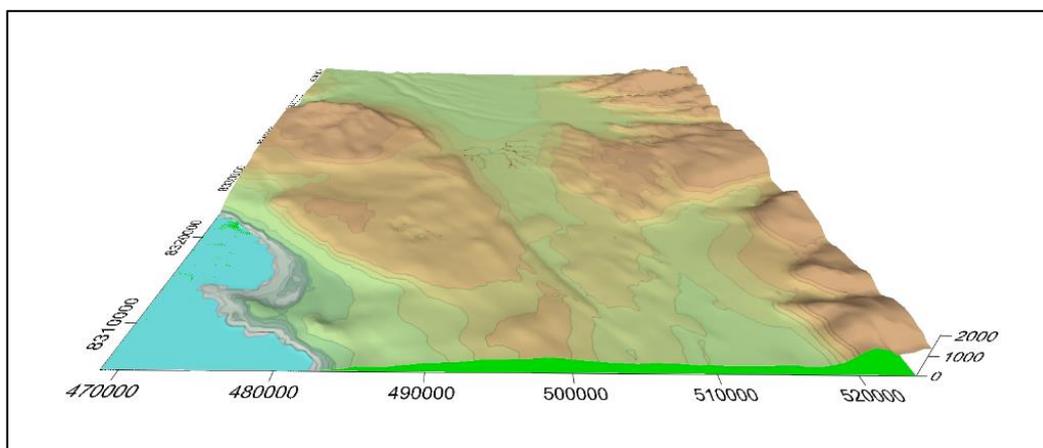
Se utilizaron planos topográficos digitales del área de estudio. La información topográfica empleada estuvo conformada por un rectángulo de 53 km por 54 km, con una distancia de 90 m entre líneas de nivel.

Las coordenadas UTM (Datum WGS84, zona 18S) que limitan el área de estudio son:

- Vértice suroeste: 476 722,89 E (m), 8 319 370,92 N (m)
- Vértice noroeste: 476 722,89 E (m), 8 352 643,12 N (m)
- Vértice sureste: 515 261,09 E (m), 8 319 370,92 N (m)
- Vértice noreste: 515 261,09 E (m), 8 352 643,12 N (m)

En el **Detalle 5.1** se observa el relieve en tres dimensiones (3D) del terreno empleado en el modelamiento.

Detalle 5.1
Relieve 3D del área modelada



Fuente: INSIDEO.
Elaborado por: INSIDEO.

5.2.3 Información meteorológica

Para el modelo de dispersión, se contó con información meteorológica horaria entre el 01.05.2018 y el 31.05.2019 proveniente de la torre meteorológica de la Central Eólica Wayra I. Los parámetros requeridos por el modelo fueron precipitación, radiación, temperatura promedio, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, así como presión atmosférica.

5.2.4 Receptores

Se denominan receptores a los puntos en donde el modelo calcula los niveles de concentración de las emisiones producto de las actividades consideradas por el estudio.

En el modelamiento de dispersión realizado se utilizó 01 receptor discreto ubicado en la zona sur del área de proyecto, entre la Asociación Justo Pastor y las fuentes de emisión, y es presentado en el **Cuadro 5.2**.

Cuadro 5.2
Receptor discreto

Código	Coordenadas UTM - WGS84 Zona 18S		Ubicación
	Este (m)	Norte (m)	
R-1	498 349	8 331 232	Zona sureste del área de proyecto

Fuente: INSIDEO.
Elaborado por: INSIDEO.

6.0 RESULTADOS

Se ejecutó el modelo AERMOD y se generaron los archivos de salida. Se modelaron los dos escenarios considerados en el inventario de emisiones de material particulado: escenario sin medidas de control (escenario extremadamente conservador) y con medidas de control (escenario más realista), de tal manera que se puedan evaluar el efecto de las medidas de control de las emisiones de material particulado propuestas en el PMA de la Modificación del EIA-d.

En el **Cuadro 6.1** se presentan los resultados de la contribución de material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ para periodos anual y 24 horas (el octavo mayor valor), sobre el receptor seleccionado y considerando un escenario extremadamente conservador en el que no se aplican la medidas de control consideradas.

Cuadro 6.1

Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario sin medidas de control

Receptor discreto	Aportes en el receptor discreto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	PM_{10} - periodo anual	PM_{10} - periodo 24 horas	$PM_{2,5}$ - periodo anual	$PM_{2,5}$ - periodo 24 horas
R-1	0,14	1,52	0,37	4,19

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Las bajas concentraciones reportadas se explican en base a las relativas bajas contribuciones de las fuentes de emisiones comentadas en el **Capítulo 4**, así como la dirección sur del viento que predomina en la zona favoreciendo así la dispersión en dirección norte.

Bajo este escenario conservador (sin medidas de control), se reportaron concentraciones de material particulado por debajo de la normativa ambiental aplicable, esto corresponde a los Estándares de Calidad Ambiental para Aire aprobados con D.S. N° 003-2017-MINAM (ver **Cuadro 6.2**). Más aún, estos resultados representan valores porcentuales menores al 10% con respecto a los valores de los ECA. Por lo cual se consideran impactos con magnitud insignificante de acuerdo con la Guía para la Evaluación en la Calidad del Aire por Actividades Minero Metalúrgicas (MINEM, 2007).

Cuadro 6.2**Magnitud del impacto de contaminantes - Escenario sin medidas de control**

	Material particulado			
	PM ₁₀ - periodo anual	PM ₁₀ - periodo 24 horas	PM _{2,5} - periodo anual	PM _{2,5} - periodo 24 horas
Valor ECA Aire (µg/m ³)	50	100	25	50
Relación resultado - valor ECA Aire (%)	0,7	4,2	0,6	3,0
Magnitud del impacto	insignificante	insignificante	insignificante	insignificante

Nota: La relación resultado - valor ECA Aire se refiere a la relación entre la concentración pronosticada y el valor del ECA Aire expresado en términos porcentuales.

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

En el **Cuadro 6.3** se presentan los resultados de la contribución de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} para periodos anual y 24 horas, sobre el receptor seleccionado y considerando un escenario realista donde se aplican la medidas de control consideradas.

Cuadro 6.3**Aportes de contaminantes en el receptor - Escenario con medidas de control**

Receptor discreto	Aportes en el receptor discreto (µg/m ³)			
	PM ₁₀ - periodo anual	PM ₁₀ - periodo 24 horas	PM _{2,5} - periodo anual	PM _{2,5} - periodo 24 horas
R-1	0,05	0,53	0,03	0,33

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Como era de esperarse, en este escenario realista también se reportaron concentraciones de material particulado por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire aprobados con D.S. N° 003-2017-MINAM (ver **Cuadro 6.4**) y cuyos valores porcentuales fueron menores al 10% con respecto a los valores de los ECA. Así como en el escenario conservador, en el escenario realista han de considerarse impactos con magnitud insignificante según la Guía para la Evaluación en la Calidad del Aire por Actividades Minero Metalúrgicas, en forma referencial (MINEM, 2007).

Cuadro 6.4**Magnitud del impacto de contaminantes - Escenario sin medidas de control**

	Material particulado			
	PM ₁₀ - periodo anual	PM ₁₀ - periodo 24 horas	PM _{2,5} - periodo anual	PM _{2,5} - periodo 24 horas
Valor ECA Aire (µg/m ³)	50	100	25	50
Relación resultado - valor ECA Aire (%)	0,1	0,5	0,1	0,7
Magnitud del impacto	insignificante	insignificante	insignificante	insignificante

Nota: La relación resultado - valor ECA Aire se refiere a la relación entre la concentración pronosticada y el valor del ECA Aire expresado en términos porcentuales.

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

Comparando los resultados de ambos escenarios (ver **Cuadro 6.1** y **Cuadro 6.3**) se puede observar una reducción significativa en las concentraciones determinadas para el escenario conservador mostrando así la efectividad de las medidas de control aplicados en el escenario realista. Las reducciones comentadas se encuentran cercanas al 87% y 78% para el material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ respectivamente.

Adicionalmente, se generaron las representaciones gráficas de la dispersión de material particulado sobre el área de estudio (**Figura 6.1** a **6.4**). En general, se observan relativas bajas contribuciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ sobre el área de estudio y por debajo de los valores ECA Aire. También se observa una mayor acumulación de isolíneas de concentración de material particulado (aunque con valores relativamente bajos) en las zonas este y oeste del área de estudio debido a las elevaciones presentes en la topografía local (ver **Detalle 5.1**).

7.0 CONCLUSIONES

Las emisiones de material particulado fueron estimadas para las actividades de carguío, descarga, movimiento de tierras y acarreo de materiales en la etapa de construcción del proyecto y asociado a los aerogeneradores, planta de concreto, subestación elevadora Flamenco, componentes temporales, accesos y canalización de media tensión, bajo escenarios sin medidas de control y con medidas de control.

En cuanto a las contribuciones de material particulado en la etapa de construcción del proyecto, se estimaron valores menores al 10% de los valores ECA Aire para el receptor discreto ubicado en la zona sur del área de proyecto población bajo los escenarios sin medidas de control y con medidas de control. Entre los factores que determinaron estas contribuciones se tienen las relativas bajas concentraciones de las fuentes de emisión así como la dirección del viento en la zona.

Comparando las contribuciones de ambos escenarios se observó que las concentraciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ reportadas sobre el receptor se reducen de manera significativa en un escenario en el que se aplican las medidas de control para estas emisiones. Las reducciones comentadas se encuentran cercanas al 87% y 78% para el material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ respectivamente.

8.0 BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)

2017 Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Lima, 06 de junio del 2017.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)

2018 Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales, en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA. Lima, Perú.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MINEM)

2007 Guía para la Evaluación de Impactos en la Calidad del Aire por Actividades Minero Metalúrgicas. Lima, Perú.

MOJAVE DESERT AIR QUALITY MANAGEMENT DISTRICT (MDAQMD)

2000 Emissions Inventory Guidance – Mineral Handling and Processing Industries.

NATIONAL POLLUTANT INVENTORY (NPI)

2012 Emission Estimation Technique Manual for Mining.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)

1982 AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Section 11.24 Metallic mineral processing.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)

1998 AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Section 11.9 Western surface coal mining.

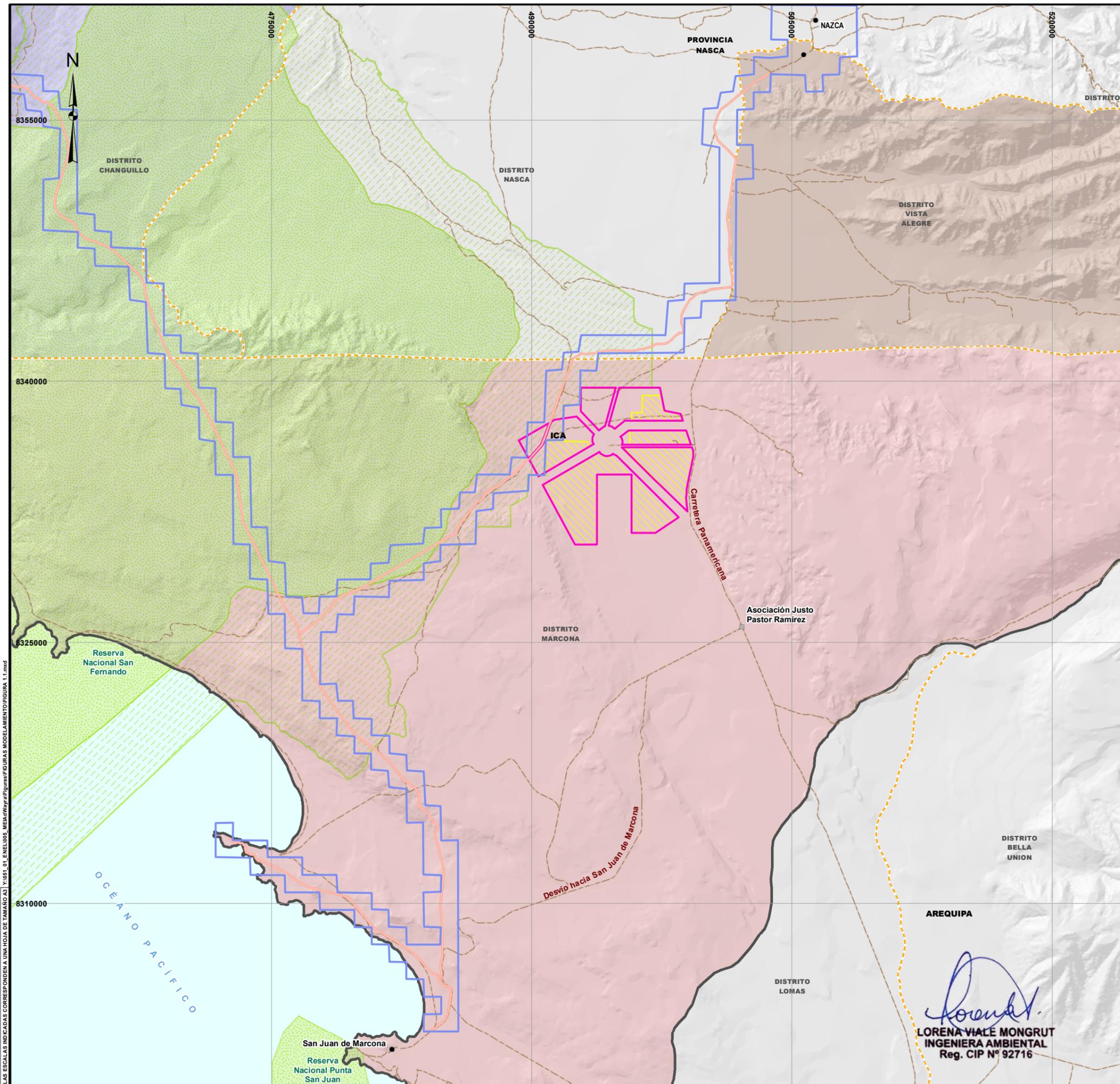
UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)

2006 AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Section 13.2.2 Unpaved roads.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)

2011 AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Section 13.2.1 Paved roads.

FIGURAS



LEYENDA

■	Centro poblado	▭	Área del proyecto
○	Capital provincial	▨	Área de modificación
●	Capital distrital	▭	Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
▭	Límite departamental	▨	Reserva Nacional
▭	Límite provincial	▨	Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
▭	Límite distrital		
▭	Gasoducto		

4,000 0 4,000 8,000 Metros
ESCALA: 1 / 220,000

CLIENTE: **ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.**

PROYECTO: **INVENTARIO DE EMISIONES Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA - MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN**

TÍTULO: **UBICACIÓN DEL PROYECTO**

INSIDE	FECHA: NOV 2019	DATUM: WGS 84-18S	FIGURA 1.1
	DISEÑADO POR: KO	DIBUJADO POR: GIS/CAD	REVISADO POR: OQ REV. 0

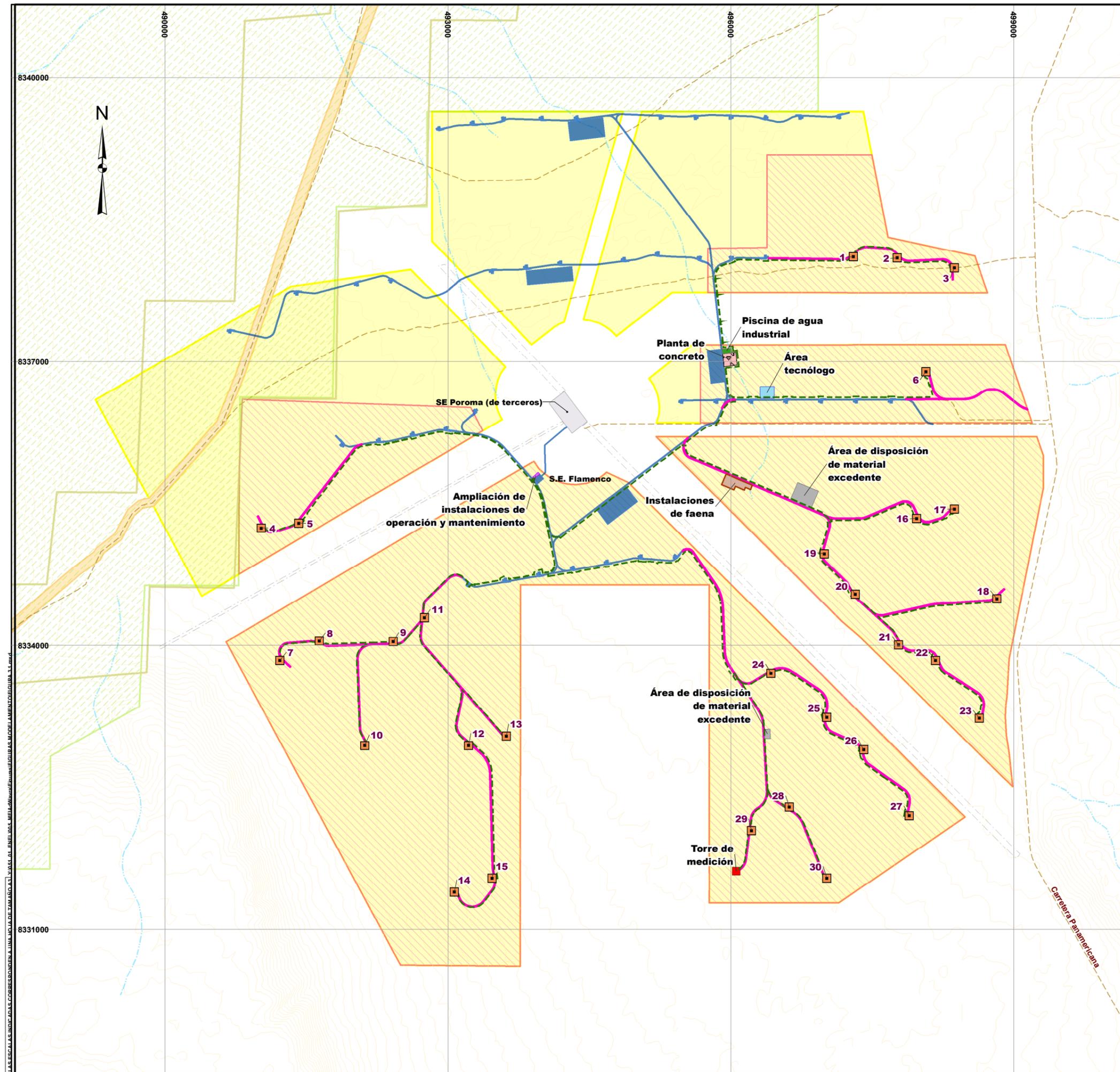
LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL005_MEA01WayraFigurasFIGURAS MODELAMIENTOFIGURA 1.1.mxd

LEYENDA

- Curvas de nivel
- Quebrada seca
- Red vial
- Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
- Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
- S.E. Poroma (existente)
- Línea de transmisión (existente)

Componentes del Proyecto

- Área de la Central Eólica Wayra 1
- Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
- Componentes existentes Central Eólica Wayra I
- Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
- Instalaciones de faena
- Piscina de agua industrial
- Planta de concreto
- Área de disposición de material excedente
- Área tecnológico
- Aerogeneradores de Wayra Extensión
- Nuevos caminos internos
- Líneas subterráneas de media tensión
- Torre de medición



Lozada
LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716



CLIENTE:	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO:	INVENTARIO DE EMISIONES Y MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA - MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO:	COMPONENTES PROPUESTOS			
	FECHA: NOV 2019	DATUM: WGS 84-18S	FIGURA 3.1	
	DISEÑADO POR: KO	DIBUJADO POR: GIS/CAD	REVISADO POR: OQ	REV. 0

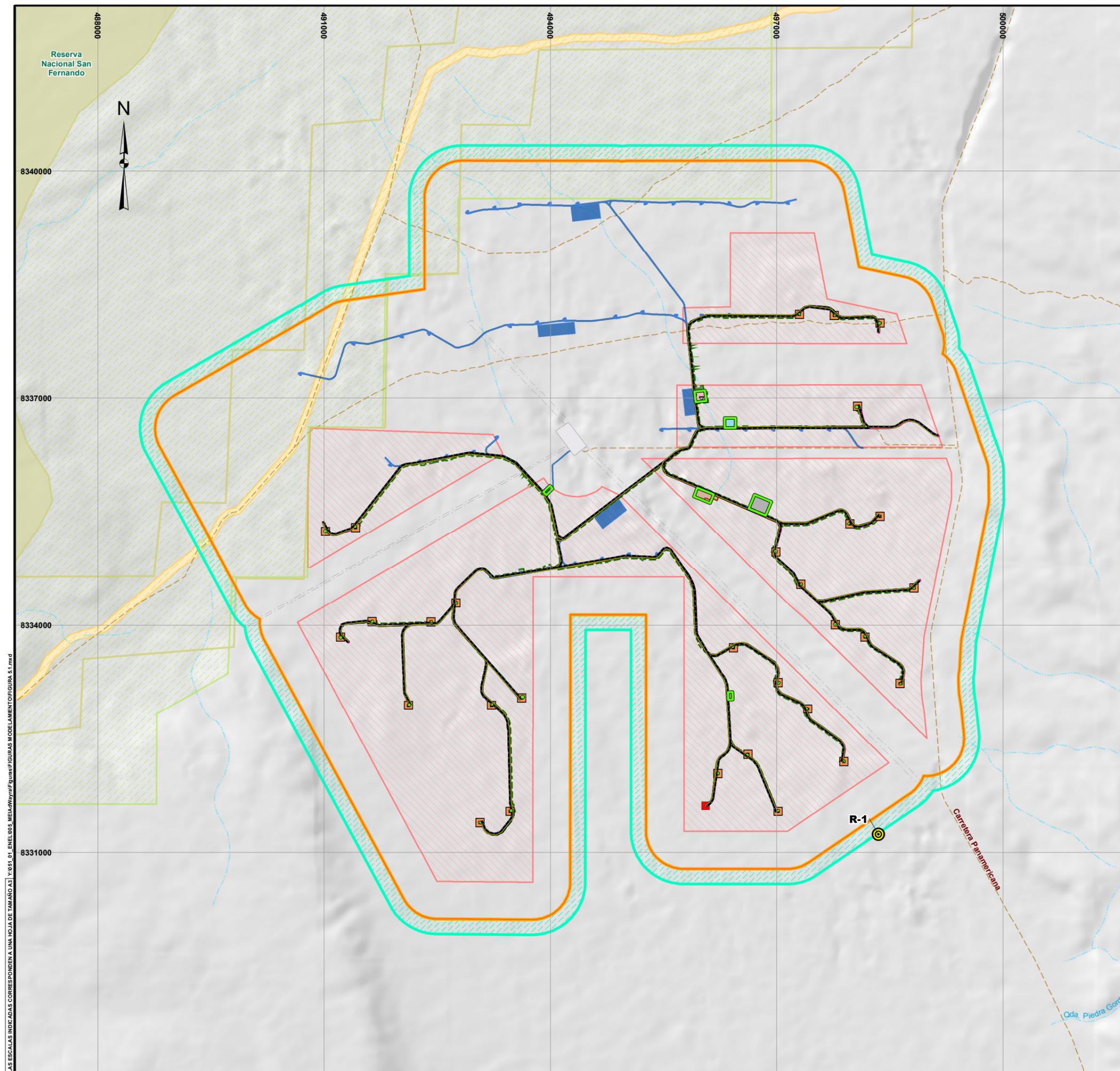
LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3. VÁLIDA AL ENLACE MEJORA/MEJORA/INGENIERIAS/MODELAMIENTO/CUBA_11.mxd

LEYENDA

- Quebrada seca
- Red vial
- Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
- Reserva Nacional
- Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
- S.E. Poroma (existente)
- Línea de transmisión (existente)
- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta
- Fuente de Emisión - tipo área
- Fuente de Emisión - tipo lineal
- Receptor

Componentes del Proyecto

- Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
- Componentes existentes Central Eólica Wayra I
- Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
- Instalaciones de faena
- Piscina de agua industrial
- Planta de concreto
- Área de disposición de material excedente
- Área tecnológico
- Aerogeneradores de Wayra Extensión
- Nuevos caminos internos
- Líneas subterráneas de media tensión
- Torre de medición



Loanda
LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716



CLIENTE:	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO:	MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO:	FUENTES DE EMISIÓN Y RECEPTORES			
	FECHA	DATUM:	FIGURA 5.1	
	NOV 2019	WGS 84-18S	DISEÑADO POR:	REV.
	KO	GIS/CAD	REVISADO POR:	0
			OQ	

LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL005_MEA/Wayra/Figuras/FIGURAS MODELO DE IMPACTO AMBIENTAL/FIGURA 5.1.mxd

LEYENDA

- Quebrada seca
- Red vial
- Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
- Reserva Nacional
- Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
- S.E. Poroma (existente)
- Línea de transmisión (existente)
- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta
- Fuente de Emisión - tipo área
- Fuente de Emisión - tipo lineal
- Receptor

Componentes del Proyecto

- Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
- Componentes existentes Central Eólica Wayra I
- Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
- Instalaciones de faena
- Piscina de agua industrial
- Planta de concreto
- Área de disposición de material excedente
- Área tecnólogo
- Aerogeneradores de Wayra Extensión
- Nuevos caminos internos
- Líneas subterráneas de media tensión
- Torre de medición

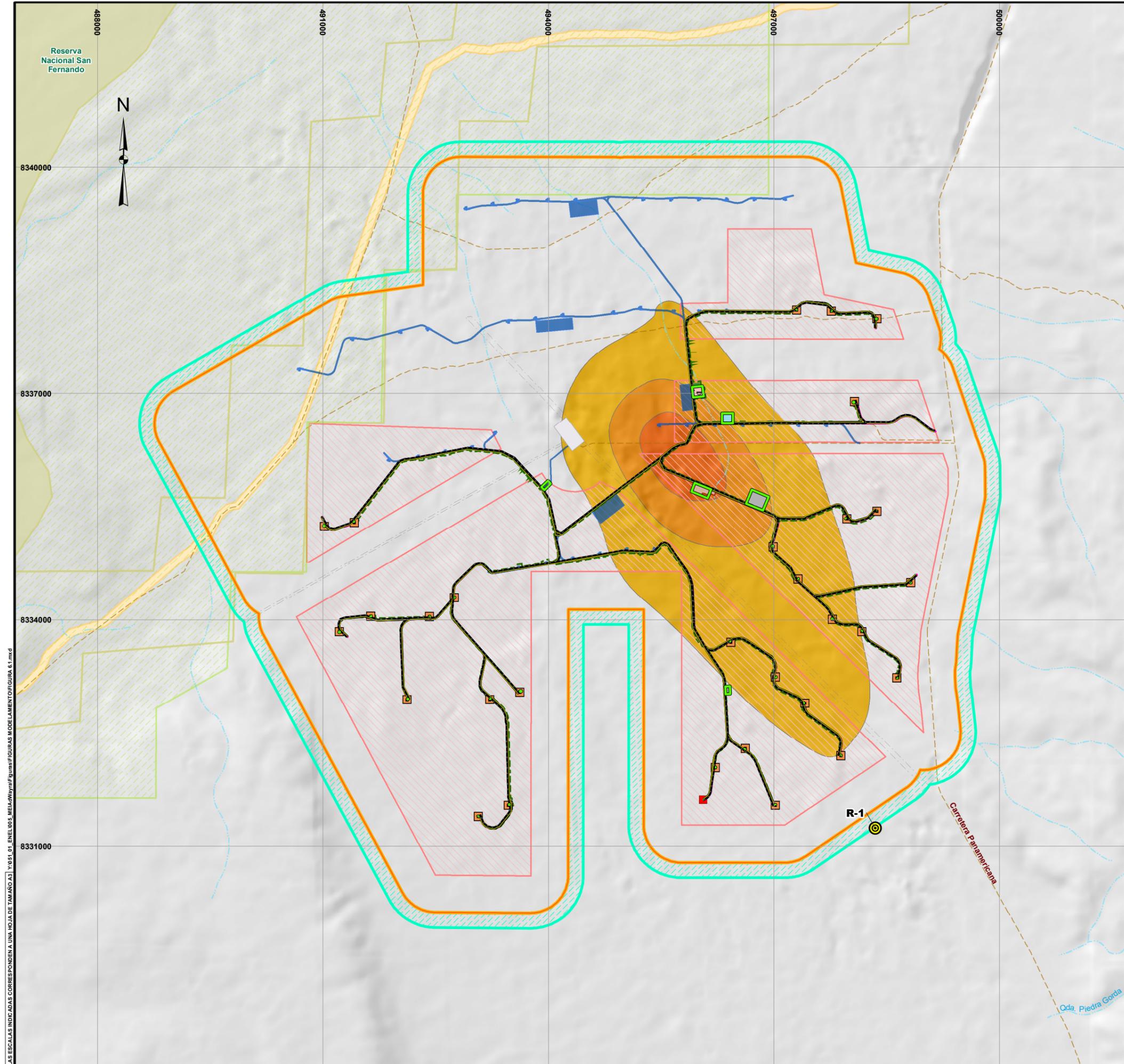
Contribución de PM10 en promedio anual (µg/m3)

- 0.5 - 0.8
- 0.8 - 1
- 1 - 1.23
- 1.23

LORENA VIALE MONGRUT
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 92716



CLIENTE:	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO:	MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO:	CONTRIBUCIÓN DE PM10 EN PROMEDIO ANUAL - ESCENARIO CON MEDIDAS DE CONTROL			
	FECHA	DATUM:	FIGURA 6.1	
	NOV 2019	WGS 84-18S		
	DISEÑADO POR:	DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	REV.
	KO	GIS/CAD	OQ	0



LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 951_01_ENEL005_MEA/Wayra/Figuras/Figuras MODELO DE IMPACTO AMBIENTAL 6.1.mxd

LEYENDA

-  Quebrada seca
-  Red vial
-  Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
-  Reserva Nacional
-  Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
-  S.E. Poroma (existente)
-  Línea de transmisión (existente)
-  Área de influencia directa
-  Área de influencia indirecta
-  Fuente de Emisión - tipo área
-  Fuente de Emisión - tipo lineal
-  Receptor

Componentes del Proyecto

-  Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
-  Componentes existentes Central Eólica Wayra I
-  Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
-  Instalaciones de faena
-  Piscina de agua industrial
-  Planta de concreto
-  Área de disposición de material excedente
-  Área tecnológico
-  Aerogeneradores de Wayra Extensión
-  Nuevos caminos internos
-  Líneas subterráneas de media tensión
-  Torre de medición

Contribución de PM10 en 24 horas (µg/m3)

-  3 - 5
-  5 - 8
-  8 - 10
-  10 - 11.42
-  11.42

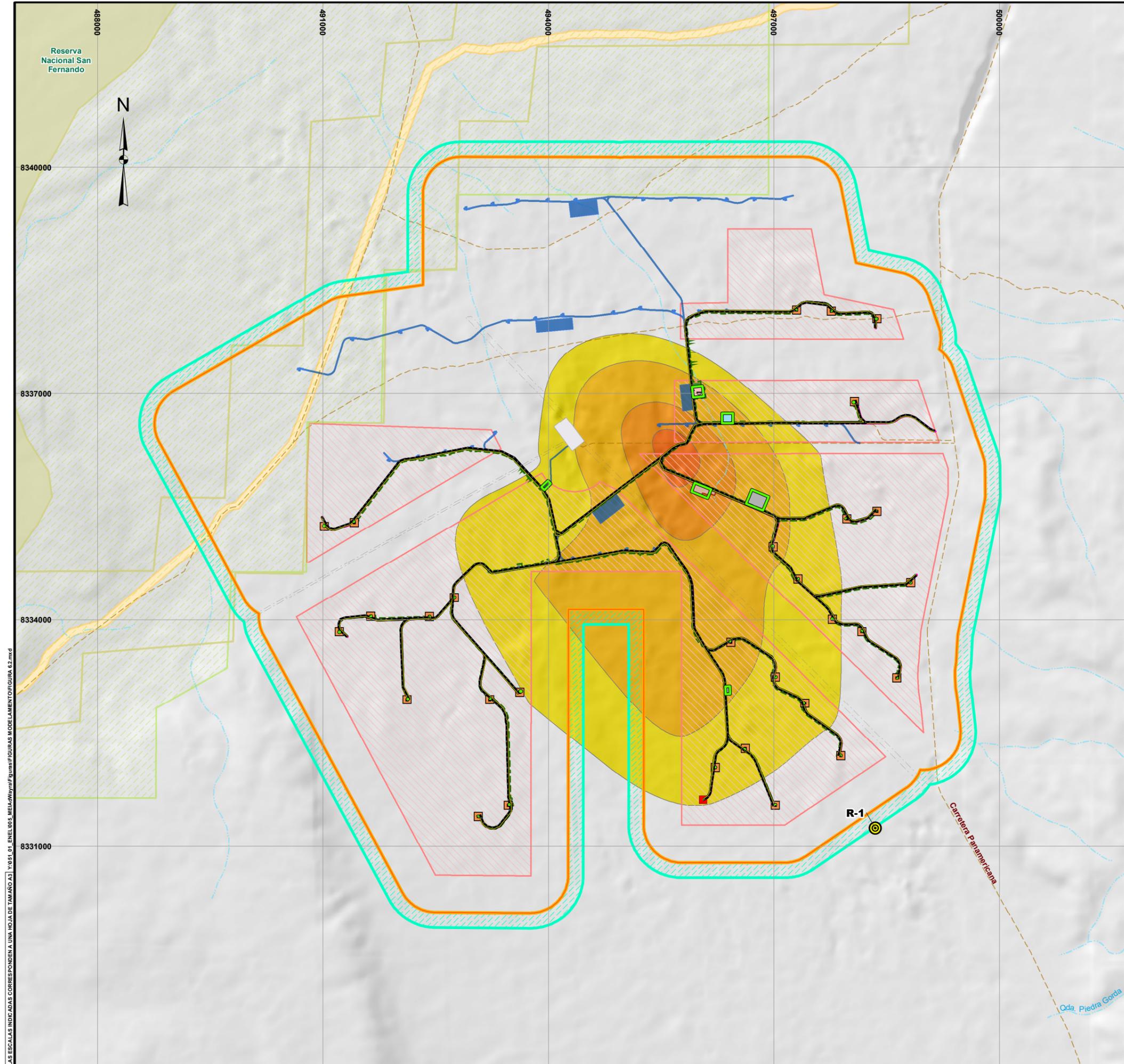


LORENA VIALE MONGRUT
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 92716



ESCALA: 1 / 50,000

CLIENTE: ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO: MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO: CONTRIBUCIÓN DE PM10 EN PROMEDIO 24 HORAS - ESCENARIO CON MEDIDAS DE CONTROL			
	FECHA NOV 2019	DATUM: WGS 84-18S	FIGURA 6.2
	DISEÑADO POR: KO	DIBUJADO POR: GIS/CAD	REVISADO POR: OQ
			REV. 0



LEYENDA

- Quebrada seca
- Red vial
- Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
- Reserva Nacional
- Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
- S.E. Poroma (existente)
- Línea de transmisión (existente)
- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta
- Fuente de Emisión - tipo área
- Fuente de Emisión - tipo lineal
- Receptor

Componentes del Proyecto

- Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
- Componentes existentes Central Eólica Wayra I
- Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
- Instalaciones de faena
- Piscina de agua industrial
- Planta de concreto
- Área de disposición de material excedente
- Área tecnológico
- Aerogeneradores de Wayra Extensión
- Nuevos caminos internos
- Líneas subterráneas de media tensión
- Torre de medición

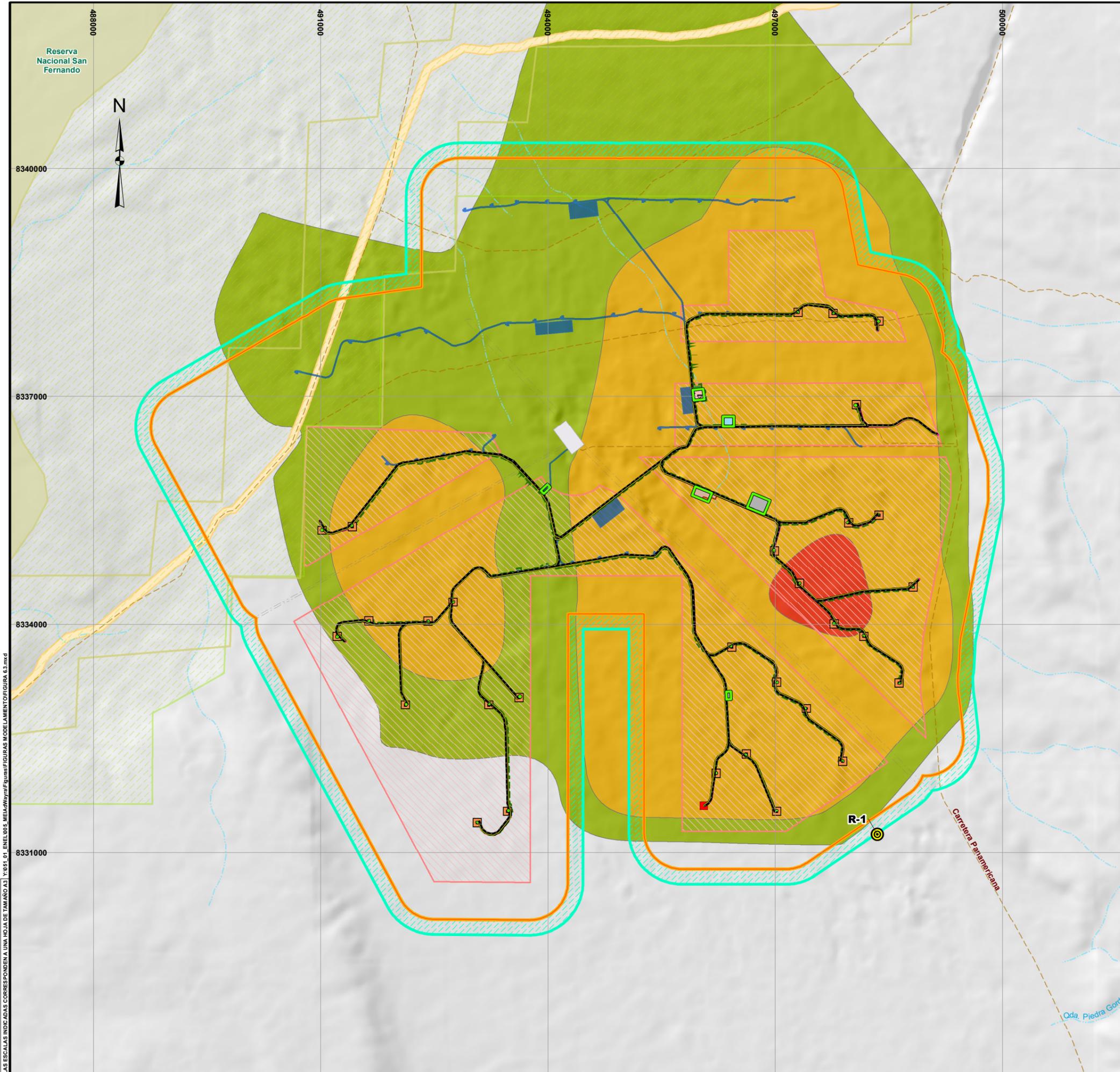
Contribución de PM2.5 en promedio anual (µg/m3)

- 0.05, 0.1
- 0.1, 0.3
- 0.3, 0.5

LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716



CLIENTE:	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO:	MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO:	CONTRIBUCIÓN DE PM2.5 EN PROMEDIO ANUAL - ESCENARIO CON MEDIDAS DE CONTROL			
	FECHA	DATUM:	FIGURA 6.3	
	NOV 2019	WGS 84-18S		
DISEÑADO POR:	DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	REV.	
KO	GIS/CAD	OQ		0



LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL005_MEA/Wayra/Figuras/FIGURAS MODELO DE IMPACTO AMBIENTAL/FIGURA 6.3.mxd

LEYENDA

-  Quebrada seca
-  Red vial
-  Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
-  Reserva Nacional
-  Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
-  S.E. Poroma (existente)
-  Línea de transmisión (existente)
-  Área de influencia directa
-  Área de influencia indirecta
-  Fuente de Emisión - tipo área
-  Fuente de Emisión - tipo lineal
-  Receptor

Componentes del Proyecto

-  Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
-  Componentes existentes Central Eólica Wayra I
-  Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
-  Instalaciones de faena
-  Piscina de agua industrial
-  Planta de concreto
-  Área de disposición de material excedente
-  Área tecnológico
-  Aerogeneradores de Wayra Extensión
-  Nuevos caminos internos
-  Líneas subterráneas de media tensión
-  Torre de medición

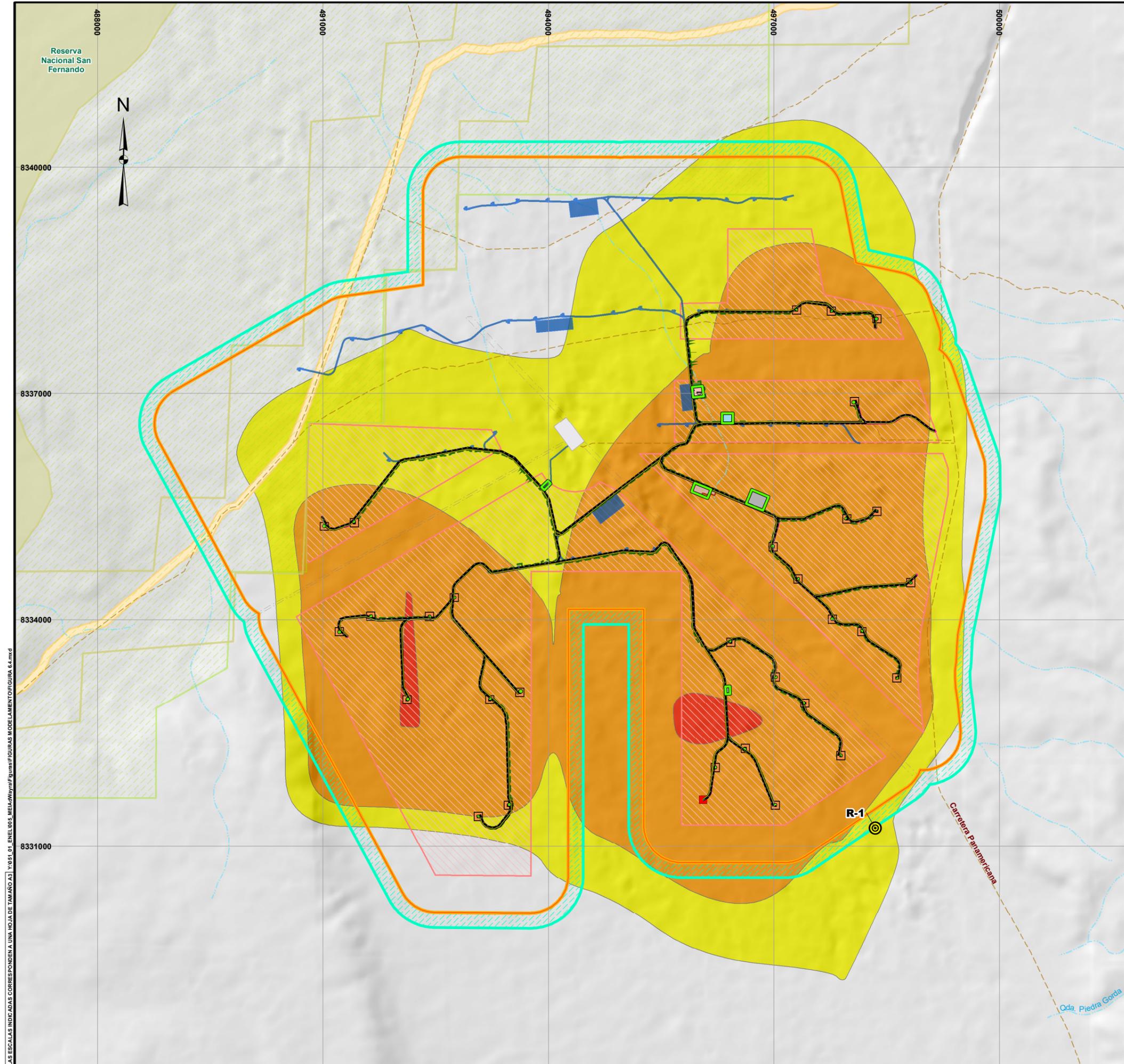
Contribución de PM2.5 en 24 horas (µg/m3)

-  0.5 - 1
-  1 - 3
-  3 - 5


LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716



CLIENTE: ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO: MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO: CONTRIBUCIÓN DE PM2.5 EN PROMEDIO 24 HORAS - ESCENARIO CON MEDIDAS DE CONTROL			
	FECHA NOV 2019	DATUM: WGS 84-18S	FIGURA 6.4
	DISEÑADO POR: KO	DIBUJADO POR: GIS/CAD	REVISADO POR: OQ
			REV. 0



LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL305_MEA/Wayra/Figuras/Modelamiento/Figura 6.4.mxd

Anexo 5.5.3

Modelo de propagación de ruido



MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

Junio, 2019

Número de Proyecto: 051-02-005

Preparado para:



**Enel Green Power Perú S.A.
Calle Martín de Murúa 150 Of. 403
San Miguel, Lima – Perú
Teléfono: (051-1) 215-6345**

**MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL
PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN**

MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO

TABLA DE CONTENIDO

1.0	Introducción.....	3
2.0	Objetivo.....	4
3.0	Marco legal.....	5
3.1	Ruido ambiental.....	5
4.0	Metodología.....	6
4.1	Ruido ambiental.....	6
4.1.1	Fuentes puntuales.....	7
4.1.2	Fuentes lineales.....	7
5.0	Inventario de fuentes sonoras.....	7
5.1	Actividades de propagación de ruido ambiental.....	7
5.1.1	Maquinaria pesada – Fuentes puntuales.....	8
5.1.2	Tránsito de vehículos – Fuentes lineales.....	9
6.0	Modelamiento.....	10
6.1	Identificación del punto receptor.....	10
7.0	Resultados del modelamiento.....	12
7.1	Ruido ambiental.....	12
8.0	Conclusiones.....	14
9.0	Bibliografía.....	15

CUADROS

Cuadro	Nombre
Cuadro 3.1	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido
Cuadro 5.1	Emisiones de ruido por maquinaria pesada y componente por frente de trabajo Fuentes puntuales
Cuadro 5.2	Emisiones de ruido por el tránsito de vehículos – Fuentes lineales
Cuadro 6.1	Receptores sensibles identificados
Cuadro 7.1	Aportes de ruido por el desarrollo del proyecto en el punto receptor R-01
Cuadro 7.2	Nivel de ruido total en el punto receptor R-01

FIGURAS

Figura	Nombre
Figura 6.1	Ubicación de fuentes de emisión de ruido
Figura 7.1	Resultados del modelo de propagación de ruido – Escenario 1: Construcción
Figura 7.2	Resultados del modelo de propagación de ruido – Escenario 2: Operación

MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN

MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO

1.0 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al modelo de propagación de ruido de las actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto propuesto en la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado de la Central Eólica Wayra I para el Proyecto Wayra Extensión (también MEIA en este documento), de titularidad de la empresa ENEL Green Power Perú S.A. (en adelante EGP).

En este documento se presenta la metodología y los resultados del modelamiento de ruido para la etapa de construcción y operación, presentando escenarios, tanto en forma de mapas de ruido como en aportes a un punto receptor. Es preciso mencionar que se analizaron dos (02) escenarios de desarrollo del proyecto, dado que uno de ellos estará comprendido bajo la etapa de construcción y emplazamiento de los aerogeneradores y otro corresponderá a la etapa de operación de la Central Eólica Wayra I.

Para el escenario de evaluación de la construcción, se incluyó como fuentes sonoras puntuales a la maquinaria pesada operando en los frentes de trabajo (los cuales comprendieron el emplazamiento de la infraestructura de los aerogeneradores y de la torre de medición) y las fuentes lineales constituidas por las vías de tránsito de acarreo y transporte de material; mientras que, para la etapa operativa, se consideró el funcionamiento de la totalidad de los aerogeneradores que funcionarán en la Central Eólica Wayra (existentes y proyectados). Este enfoque refleja escenarios conservadores, considerando el desarrollo de las actividades de construcción y operación, de tal manera que se puedan estimar los efectos reales en el punto receptor para el proyecto. De esta manera, para hallar el efecto global de los cambios propuestos en la presente MEIA sobre los niveles de ruido ambiental, se realizó una superposición de la huella individual que se obtuvo en cada escenario de evaluación, de modo que el análisis sea desde una perspectiva conservadora.

Los resultados del modelamiento tienen la finalidad de identificar posibles zonas impactadas, al ser comparados con valores de guías o normas nacionales como los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para ruido, que establecen valores a partir de los cuales, al estar expuesto de manera continua, se podrían ver efectos en la salud de las personas y para lo cual se tendría que proponer medidas de mitigación como parte del plan de manejo ambiental.



2.0 OBJETIVO

El objetivo del presente documento es estimar los máximos aportes de ruido en cada escenario de evaluación propuesto, como producto del desarrollo de las actividades para la etapa de construcción y operación del proyecto, bajo el alcance de la MEIA de la Central Eólica Wayra I, y analizar la significancia (relevancia) de estos, para que luego sean utilizados como insumo en el análisis de impactos ambientales bajo un escenario conservador.

3.0 MARCO LEGAL

3.1 Ruido ambiental

Los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido han sido establecidos mediante el Decreto Supremo (D.S. N° 085-2003-PCM), en donde se definen los criterios mostrados en el **Cuadro 3.1**. En ellos se considera al horario diurno entre las 07:01 horas y las 22:00 horas; y nocturno entre las 22:01 horas y las 07:00 horas.

Cuadro 3.1
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en L_{aeqT} en dB(A)	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).
Elaborado por: INSIDEO.

Para el presente estudio, en cuanto no existen poblaciones ni receptores sensibles en el área circundante, se ha considerado un punto receptor (R-01), el cual corresponde al punto de medición de ruido ambiental realizada en la línea base ambiental, en el marco de la presente MEIA (mayo, 2019), y que se encuentra a, aproximadamente, 1 km del aerogenerador proyectado más cercano.

Bajo dichos criterios expuestos, no resulta aplicable la comparación de los resultados del modelamiento con los ECA establecidos, ya que el punto receptor se encuentra a gran distancia del proyecto y no existen receptores sensibles en el área circundante. Sin embargo, a forma de ejercicio y solo de manera, meramente referencial, se considerará el ECA aplicable para una zona industrial.

Cabe precisar que no se consideró el modelamiento durante el periodo nocturno, ya que durante ese horario no se prevén actividades de construcción asociadas al proyecto, mientras que, durante la etapa de operación, el ruido generado por el funcionamiento de los aerogeneradores será constante a lo largo del día.

4.0 METODOLOGÍA

En esta sección se presentan los métodos de estimación de los niveles de ruido de fuentes puntuales y lineales; las primeras asociadas a la operación de maquinaria pesada, y las segundas asociadas al tránsito vehicular en vías de transporte de material.

4.1 Ruido ambiental

Para el modelamiento de ruido ambiental se utilizó el *software* SoundPLAN 7.3, el cual emplea como datos de entrada (*inputs*) la topografía del área de modelamiento y las características de las fuentes sonoras (emisión y ubicación), cuya metodología de cálculo se presenta en esta sección.

Para este aspecto ambiental, se consideraron como focos de emisión tanto fuentes puntuales como lineales. Se evaluaron dos (02) escenarios, teniendo en cuenta el hecho de que las maquinarias operarían de manera simultánea en cada frente de trabajo, siendo éstos los aerogeneradores y área de la torre de medición proyectados (31 en total), es decir, que las fuentes puntuales de ruido por cada escenario evaluado serían un aerogenerador (donde operarán las maquinarias para el emplazamiento de la estructura) y la torre de medición (en la cual también se realizarán actividades de construcción y operación de maquinarias). Si bien la ejecución del modelamiento podría haberse realizado bajo condiciones reales de trabajo, donde se considere que la maquinaria realizaría actividades por cada frente de trabajo y, culminadas éstas, se dirigirían al siguiente punto, de manera sucesiva, hasta el cumplimiento de la etapa de construcción, esto hubiera significado la ejecución de 31 escenarios diferentes por cada fuente puntual propuesta. En dicho sentido, se planteó realizar un único escenario, estimando y considerando la ejecución de las actividades de construcción de manera simultánea en cada frente de trabajo, bajo condiciones de operación de toda la maquinaria pesada al mismo tiempo. Por ello, si bien se realizó un modelamiento sobreestimado a la realidad de las actividades de construcción del proyecto, éste sirvió para obtener resultados realmente muy conservadores para la propagación del ruido durante dicha etapa.

Por otro lado, las fuentes lineales que se consideraron para cada escenario incluyen: vías de transporte y acarreo de material desde los frentes de trabajo (aerogeneradores y torre de medición) a las áreas de disposición de material excedente. Asimismo, también se consideraron características bastante conservadoras, en cuanto a la operación de las fuentes móviles de manera simultánea y realizando el recorrido por todos los caminos de acceso a cada uno de los frentes de trabajo. La explicación detallada de las fuentes lineales se presenta en la **Sección 5.1.2**.

A continuación, se listan los escenarios tomados en cuenta para realizar el modelo de ruido, asignándoles, de manera referencial, el nombre de la etapa del proyecto a la que corresponden:

- Escenario 1: Etapa de construcción

- Escenario 2: Etapa de operación

4.1.1 Fuentes puntuales

En el modelamiento de ruido ambiental se consideran a las instalaciones y componentes como fuentes puntuales. Para el escenario 1 de desarrollo del proyecto que se mencionó en la sección anterior, se ha considerado que en cada frente de trabajo (i.e. aerogeneradores y torre de medición) todas las máquinas trabajarán y operarán de forma simultánea (escenario conservador). Mientras que para el escenario 2, se consideró el funcionamiento de la totalidad de los aerogeneradores de la central eólica (72 en total) de manera constante a lo largo del día.

Para el cálculo de los niveles de potencia acústica correspondientes a fuentes puntuales se realiza una suma logarítmica entre todas las máquinas que operen en una determinada instalación o componente, tal como se muestra a continuación:

$$Leq (dB) = 10 * \log(10^{\frac{L1}{10}} + 10^{\frac{L2}{10}} + \dots + 10^{\frac{Ln}{10}})$$

Donde:

- **Leq:** nivel de presión sonora equivalente en un punto, como producto de niveles de ruido en la misma ubicación (dB)
- **Li:** nivel de potencia acústica en un punto (dB)

4.1.2 Fuentes lineales

Para la estimación de la emisión de ruido por fuentes lineales (tránsito de vehículos) se tomó como base la *Guide du bruit* (Francia), en donde se establece que el nivel de potencia acústica equivalente para una vía depende de la velocidad, de la potencia acústica y de la frecuencia de tránsito de vehículos, tal como se muestra a continuación:

$$E = Lw - 10 * \log V - 50 + 10 * \log Q$$

Donde:

- **E:** nivel de presión sonora equivalente de la vía (dB)
- **Lw:** nivel de potencia acústica de los vehículos (dB)
- **V:** velocidad promedio de los vehículos (km/h)
- **Q:** frecuencia de tránsito de vehículos (vehículo/h)

5.0 INVENTARIO DE FUENTES SONORAS

5.1 Actividades de propagación de ruido ambiental

Las etapas analizadas y modeladas son las de construcción y de operación del proyecto, bajo el alcance de la MEIA del EIA-d, la cual corresponde 16 meses y 25 años de actividades, respectivamente. Para la primera etapa, las principales fuentes de emisión son

la maquinaria pesada y el tránsito de vehículos, mientras que, para la segunda, es el funcionamiento del total de aerogeneradores operativos en la Central Eólica Wayra.

5.1.1 Maquinaria pesada – Fuentes puntuales

La maquinaria pesada constituye la principal fuente puntual de ruido ambiental y la que será modelada. Tal como se mencionó en la **Sección 4.1**, se ha considerado que las maquinarias funcionarán de manera simultánea durante la etapa de construcción en todos los frentes de trabajo, es decir, que operarán en los 30 generadores y en la torre de medición, a la vez, constituyendo cada una un frente de trabajo independiente y, por lo tanto, una fuente puntual de ruido ambiental.

De esa manera, en relación a las fuentes puntuales, se conformaron los dos (02) escenarios de desarrollo del proyecto, tomando en cuenta como frentes de trabajo, los aerogeneradores y torre de medición en un determinado momento de la etapa de construcción y el funcionamiento de los aerogeneradores de la central eólica durante la etapa de operación.

En el **Cuadro 5.1** se presenta la maquinaria requerida para la etapa de construcción y el funcionamiento de los aerogeneradores durante la etapa de operación, así como los niveles de potencia acústica correspondientes y la estimación de los niveles de presión sonora por cada frente de trabajo en cada escenario de desarrollo del proyecto.

Cuadro 5.1
Emisiones de ruido por maquinaria pesada y componente por frente de trabajo
Fuentes puntuales

Maquinarias, equipos o componentes	Potencia (dB)	Escenarios	
		1	2
		Construcción	Operación
Excavadora	103,7	4	0
Minicargador	101	2	0
Motoniveladora	112	5	0
Rodillo	109	5	0
Cargador frontal	76	8	0
Cargador frontal telescópico	76	1	0
Bomba de concreto	107	2	0
Retroexcavadora	104	4	0
Camión grúa	112	5	0
Grúa	114	6	0
Camión rampa	122	11	0
Aerogenerador 3.15 MW (existentes)	108,4	0	1
Aerogenerador 3.6 MW (proyectados)	107,1	0	1
Nivel de presión sonora estimada db(A)		133,27	110,81 ⁽¹⁾

Nota: ⁽¹⁾ Si bien solo operará uno de los dos tipos de aerogeneradores por frente de trabajo, se estimó el nivel de presión sonora si ambos tipos de aerogenerador funcionarían en el mismo punto.

Fuente: EGP / INSIDEO / BSI British Standards.

Elaborado por: INSIDEO.

5.1.2 Tránsito de vehículos – Fuentes lineales

En el **Cuadro 5.2** se presenta el cálculo de las emisiones de ruido por el tránsito de vehículos, como consecuencia del transporte (acarreo) de materiales, en donde los caminos internos hacia cada aerogenerador y torre de medición representan las fuentes lineales de ruido que se consideran en el modelo. Para este caso, también se ha considerado un escenario bastante conservador, tomando en cuenta que los vehículos operarán al mismo tiempo por todas las vías de acceso, desde los frentes de trabajo (aerogeneradores y torre de medición) hacia las áreas de disposición de material excedente. En ese sentido, el modelamiento consideró el recorrido por la totalidad de los caminos internos y la movilización de 3 tipos de unidades en simultáneo.

La información de la frecuencia horaria del paso de vehículos corresponde al balance de masas de materiales de construcción, así como a la capacidad de los camiones de transportar dicho material. Cabe recalcar que se utilizó una velocidad promedio de 40 km/h, el cual corresponde al límite de velocidad actual en la central eólica.

Cuadro 5.2
Emisiones de ruido por el tránsito de vehículos – Fuentes lineales

Escenario	Vehículo	Ruta		Frecuencia horaria (viajes/h)	Potencia vehículo en dB(A)	Nivel de presión sonora estimada en dB(A)
		Origen	Destino			
Escenario 1	Camión mixer	Frente de trabajo (aerogeneradores y torre de medición)	Área de disposición de material excedente	2	112	48,99
	Camión cisterna			3	82	20,75
	Camión tolva			7	122	64,43
Nivel de presión sonora estimada en dB(A) total						64,5529

Elaborado por: INSIDEO.

Como se mencionó anteriormente, las únicas fuentes de emisión para la etapa de operación corresponden a los aerogeneradores en funcionamiento de toda la central eólica Wayra I, por lo que no se consideraron fuentes lineales de ruido. Si bien se realizarán recorridos esporádicos para trabajos de mantenimiento, esto no supone una variable constante en el tiempo ni con un grado de emisión de ruido considerable.

6.0 MODELAMIENTO

La fase previa al modelamiento consiste en el procesamiento de la topografía de la zona, que afectará en la propagación del ruido ambiental, la cual actúa como barrera que influye en la propagación de las ondas sonoras. El insumo utilizado para generar el modelo digital del terreno (DEM) fueron las curvas de nivel del área de modelamiento (que abarca tanto las fuentes como el punto receptor) cada 10 m, las cuales son procesadas por el *software* SoundPLAN 7.3 para generar el DEM. Asimismo, otros insumos son el punto receptor y las fuentes de ruido; todos ellos mostrados en la **Figura 6.1**.

Posteriormente, se ubicó el punto receptor y se definió el área de modelamiento, cuyo espaciamiento de grilla para el presente análisis fue cada 250 m.

Es preciso mencionar que para el levantamiento de información de línea base ambiental, en el marco de la presente MEIA, se realizó la medición ruido en una estación ubicada a 1 km, aproximadamente, del aerogenerador más cercano. Dicha estación (R-01) sirvió como punto de partida, en calidad de punto receptor, para la evaluación y análisis de la contribución de ruido del desarrollo del proyecto. En ese sentido, los resultados de medición de ruido obtenidos en la estación R-01, recogen los niveles generados actualmente por la operación de la central eólica Wayra, así como por otros factores externos (acción del viento, cercanía a la carretera Panamericana, entre otros). Por lo tanto, considerando que dichos niveles de línea base recogen los niveles de ruido generadas por el desarrollo de dichas actividades, se puede afirmar que se esperan niveles similares a los registrados en dicho rango. Sin embargo, como parte del presente análisis se realiza el ejercicio de estimar las contribuciones de niveles de ruido con el fin de evaluar estos niveles a la luz de los estándares correspondientes.

Como se ha mencionado anteriormente, en cuanto al modelamiento de la propagación de ruido, se han considerado dos (02) escenarios de desarrollo del proyecto, dado que este enfoque se acerca más a las condiciones reales de trabajo, de tal manera que se puedan estimar los efectos reales en el punto receptor para el proyecto en ambas etapas.

6.1 Identificación del punto receptor

En el **Cuadro 6.1** se presenta el punto receptor identificado para la estimación de aportes de ruido por el desarrollo del proyecto. Dicho sitio representa un punto discreto de evaluación para el modelamiento de ruido ambiental, por corresponder a la ubicación de la estación de medición de ruido ejecutada en el levantamiento de información de línea base, realizada en el marco de la MEIA.

Cuadro 6.1
Receptores sensibles identificados

Punto receptor	Coordenadas UTM (Datum WGS84, zona 18S)		Distancia al proyecto ⁽¹⁾ (km)
	Este (m)	Norte (m)	
R-01	498 349	8 331 232	1,00

Nota: ⁽¹⁾ Se considera como referencia de ubicación del proyecto al aerogenerador más cercano al punto receptor.

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO.

7.0 RESULTADOS DEL MODELAMIENTO

En esta sección se presentan los aportes de ruido ambiental para el punto receptor identificado, para verificar que las actividades propuestas para la etapa de construcción y operación del proyecto no representen contribuciones elevadas en comparación a los valores referenciales y/o normados para los parámetros correspondientes, tomando en cuenta los niveles basales y los estándares de calidad ambiental establecidos.

7.1 Ruido ambiental

En las **Figuras 7.1** y **Figura 7.2** se puede observar visualmente los resultados del modelo de propagación de ruido correspondiente a cada escenario de desarrollo del proyecto (i.e. 02 escenarios).

El modelamiento de ruido se hizo para la etapa de construcción, según lo propuesto en la MEIA del EIA-d del proyecto, dado que es la etapa en la que se generarían los mayores niveles de ruido ambiental debido al uso de las maquinarias pesadas en la zona del proyecto. En la referida figura (**Figura 7.1**) se muestra la distribución espacial de los niveles de presión sonora en la forma de curvas isofónicas. Como se puede observar, las mayores curvas isofónicas se generan alrededor de los aerogeneradores evaluados, tal como era de esperarse dado que dichos frentes de trabajo son las mayores fuentes aportantes de los niveles de presión sonora. Asimismo, para la etapa de operación el análisis de la **Figura 7.2** evidencia que los mayores aportes de ruido corresponden a los lugares donde se ubican cada uno de los aerogeneradores de la central eólica Wayra I (existentes y propuestos), producto del funcionamiento de las góndolas y la acción del viento sobre las aspas.

Los aportes de ruido en el punto receptor para cada escenario se presentan en el **Cuadro 7.1**. No se encuentra el origen de la referencia., mientras que en el **Cuadro 7.2**, se indica el nivel de presión sonora total que ejercerá el desarrollo del proyecto. Como se puede apreciar, los niveles de ruido en el punto receptor, para ambos escenarios evaluados, se encuentran por debajo de los 75 dB(A), siendo el máximo aporte esperado durante la etapa de construcción de 62,2 dB(A), alcanzando valores de 71,5378 dB(A). Por otro lado, para la etapa de operación se obtuvo un aporte de 36,2 dB(A), resultando en un nivel de ruido de 71,0014 dB(A) en el punto receptor.

Cuadro 7.1

Aportes de ruido por el desarrollo del proyecto en el punto receptor R-01

Receptor		Escenarios modelados		Resultados de línea base - periodo diurno dB(A)
		1	2	
		Construcción	Operación	
Punto discreto	R-01	62,2	36,2	71,0

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO

Cuadro 7.2
Nivel de ruido total en el punto receptor R-01

Receptor		Escenarios modelados	
		1	2
		Construcción	Operación
Punto discreto	R-01	71,5378	71,0014

Fuente: INSIDEO.

Elaborado por: INSIDEO

Como se esperaba, dada la distancia entre el aerogenerador proyectado más cercano y el punto receptor, el cuadro anterior indica que el lugar donde se ubica dicho punto discreto, presenta un aporte por actividades de construcción y operación menor a 1 dB(A) (en órdenes de décimas y milésimas, respectivamente), resultando niveles por debajo de los 75 dB(A). En tal sentido, no se espera que en dicho punto se perciba el ruido generado por las actividades de desarrollo objeto de la MEIA.

8.0 CONCLUSIONES

Los aportes estimados para niveles de ruido ambiental en un punto discreto representan contribuciones mínimas al ser contrastados con los valores guía o estándares correspondientes. Respecto a dicho modelamiento, para cada uno de los escenarios evaluados, se obtuvo que en ninguno de ellos se sobrepasa el aporte de 1 dB(A), llegando a los órdenes de décimas y milésimas, para la etapa de operación y construcción (escenario 1 y escenario 2), respectivamente. Estos resultados fueron obtenidos a pesar de estar considerando escenarios conservadores (i.e. todas las máquinas operando simultáneamente en cada escenario y en el mismo punto) en donde los efectos se hacen máximos y, además, considerando las distancias mínimas de las vías a los receptores.

9.0 BIBLIOGRAFÍA

PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS

2003 Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima, 24 de octubre del 2003.

HANSON, C., TOWERS, D. & MEISTER, L.

2006 *Transit Noise and Vibration Impact Assessment*. FTA. 261 p.

BSI BRITISH STANDARDS – BS 5228-1:2009

2008 Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise.

Le Guide du bruit (GdB 1980) Chapitre II: Estimation du bruit routier

FIGURAS

LEYENDA

-  Quebrada seca
-  Red vial
-  Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
-  Reserva Nacional
-  Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
-  S.E. Poroma (existente)
-  Línea de transmisión (existente)
-  Área de influencia directa
-  Área de influencia indirecta
-  Punto de medición de ruido de la línea base ambiental

Componentes del

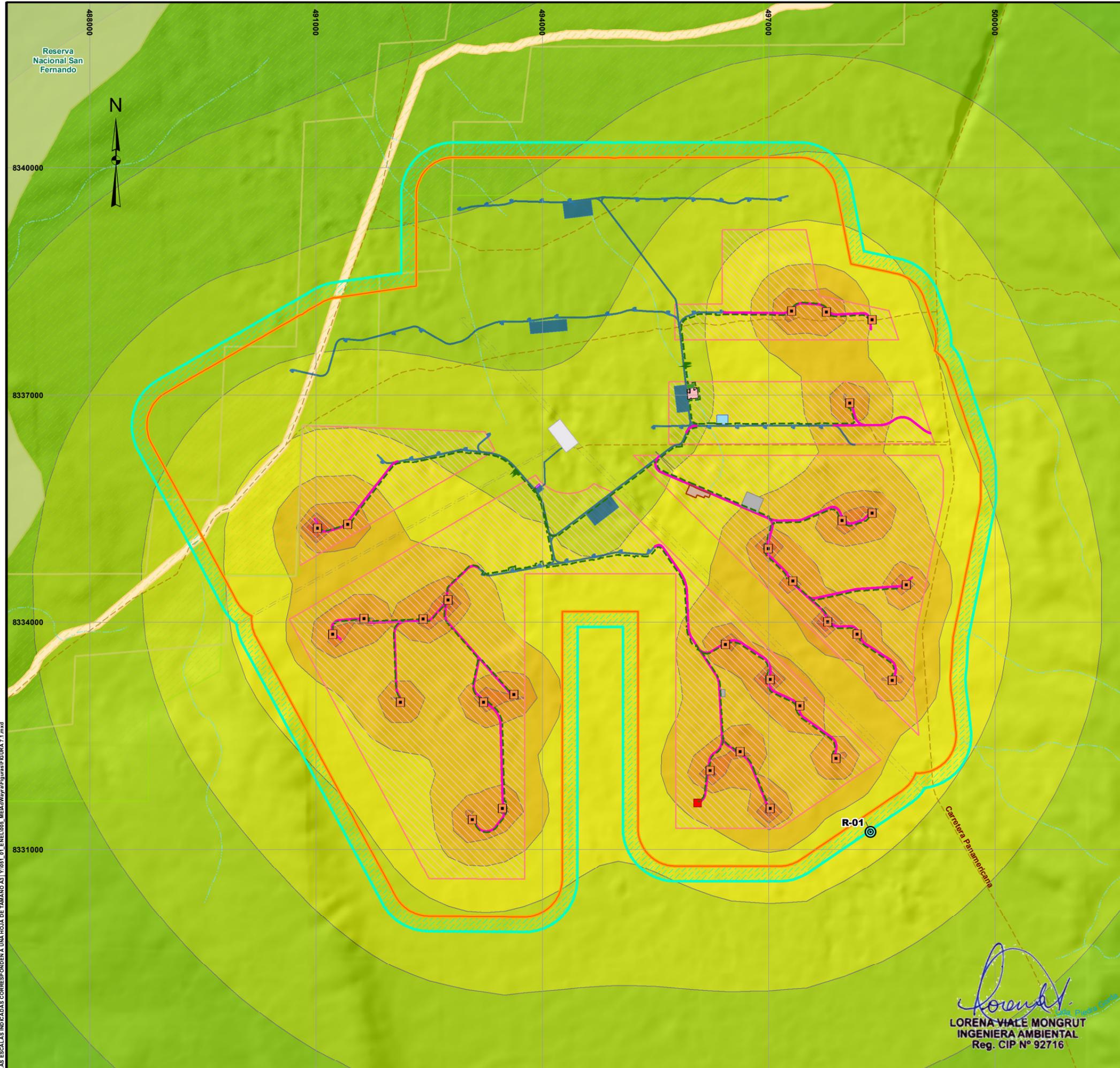
-  Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
-  Componentes existentes Central Eólica Wayra
-  Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
-  Instalaciones de faena
-  Piscina de agua industrial
-  Planta de concreto
-  Área de disposición de material
-  Área tecnólogo
-  Aerogeneradores de Wayra Extensión
-  Nuevos caminos internos
-  Líneas subterráneas de media tensión
-  Torre de medición

dB(A)

-  <30
-  30-36
-  36-42
-  42-48
-  48-54
-  54-60
-  60-66
-  66-72
-  72-78
-  78-84
-  84-90
-  90-96
-  >96



CLIENTE: ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO: MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO: RESULTADOS DEL MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO - ESCENARIO 1: CONSTRUCCIÓN			
	FECHA: NOV 2019	DATUM: WGS 84-18S	FIGURA 7.1
	DISEÑADO POR: KO	DIBUJADO POR: GIS/CAD	REVISADO POR: OQ
			REV. 0




LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716

LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL005_MEAWayraFigurasFIGURA 7.1.mxd

LEYENDA

-  Quebrada seca
-  Red vial
-  Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
-  Reserva Nacional
-  Zona restringida ANAP - Gasoducto Contugas
-  S.E. Poroma (existente)
-  Línea de transmisión (existente)
-  Área de influencia directa
-  Área de influencia indirecta
-  Punto de medición de ruido de la línea base ambiental

Componentes del Proyecto

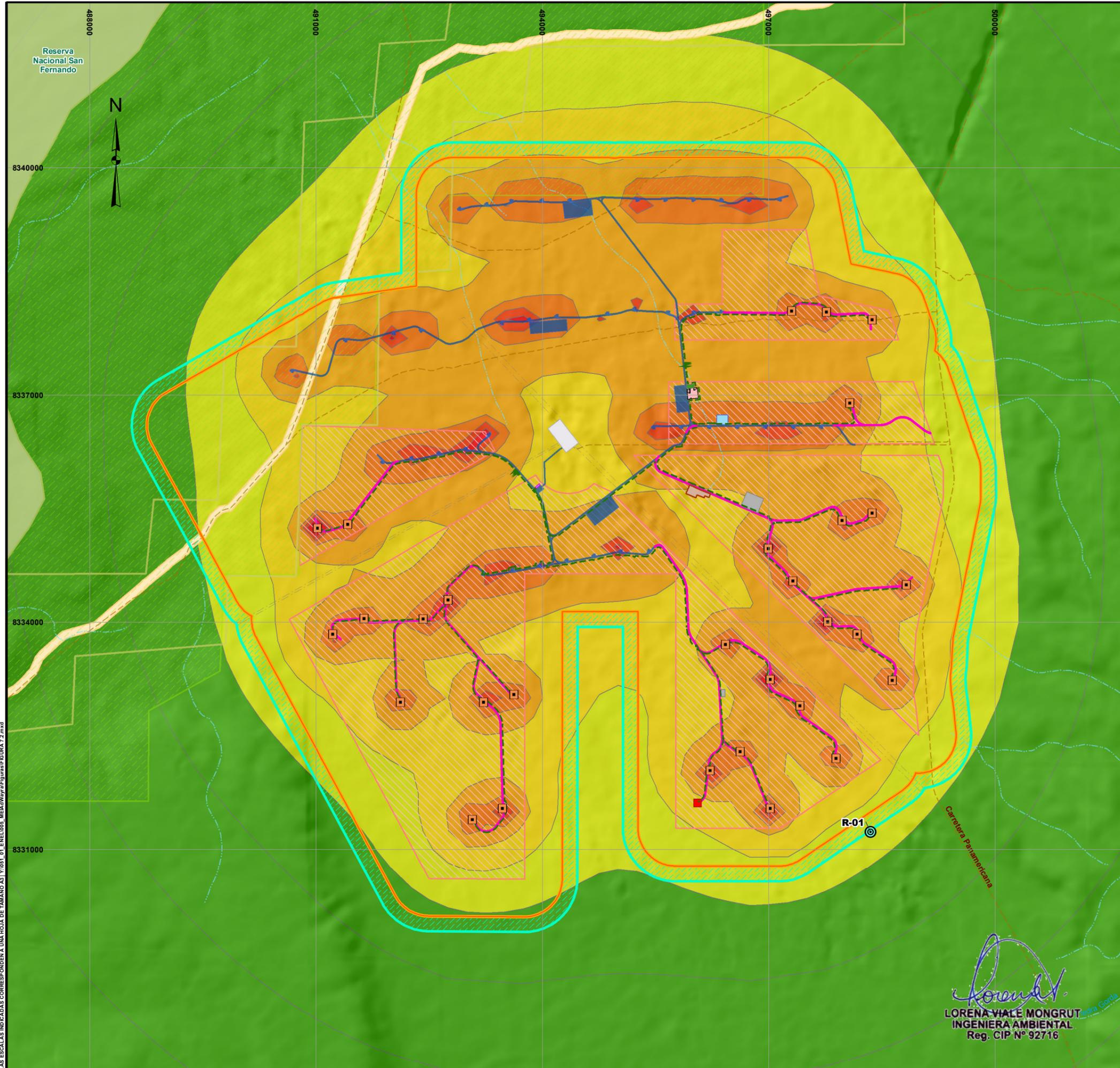
-  Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
-  Componentes existentes Central Eólica Wayra I
-  Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
-  Instalaciones de faena
-  Piscina de agua industrial
-  Planta de concreto
-  Área tecnólogo
-  Aerogeneradores de Wayra Extensión
-  Nuevos caminos internos
-  Líneas subterráneas de media tensión
-  Torre de medición

dB(A)

-  <29
-  34-39
-  39-44
-  44-49
-  49-54
-  54-59
-  >59



CLIENTE: ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO: MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO: RESULTADOS DEL MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO - ESCENARIO 2: OPERACIÓN			
	FECHA: NOV 2019	DATUM: WGS 84-18S	FIGURA 7.2
	DISEÑADO POR: KO	DIBUJADO POR: GIS/CAD	REVISADO POR: OQ
			REV. 0




LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716

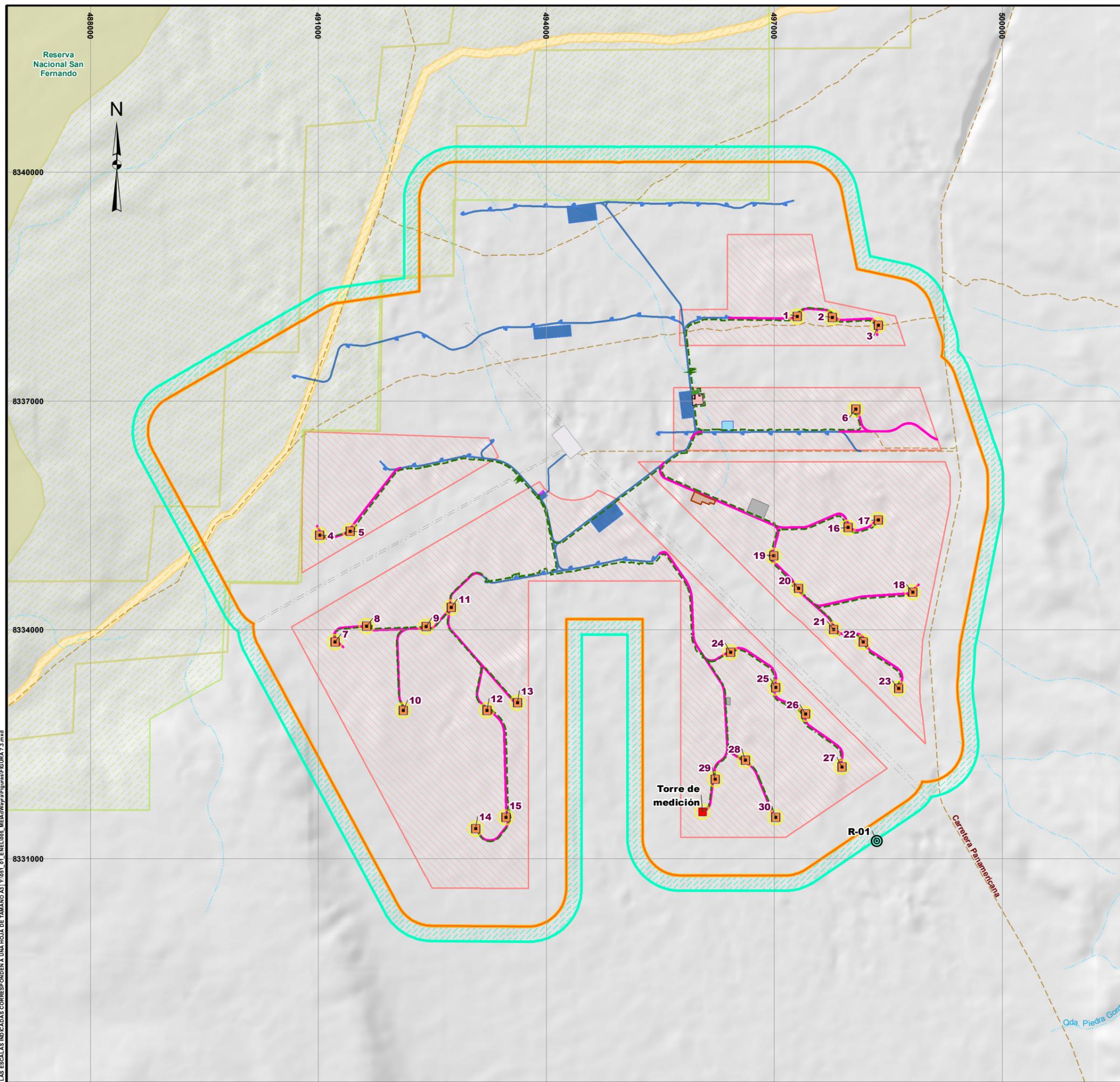
LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL005_MEAWayraFigurasFIGURA 7.2.mxd

LEYENDA

- Quebrada seca
- Red vial
- Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional San Fernando
- Reserva Nacional
- Zona restringida ANAP - Gasoducto
- S.E. Poroma
- Línea de transmisión
- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta
- Fuentes de emisión de ruido
- Receptor

Componentes del Proyecto

- Área del proyecto Wayra Extensión (área de modificación)
- Componentes existentes Central Eólica Wayra I
- Ampliación de instalaciones de operación y mantenimiento
- Instalaciones de faena
- Piscina de agua industrial
- Planta de concreto
- Área de disposición de material excedente
- Área tecnólogo
- Aerogeneradores de Wayra Extensión
- Nuevos caminos internos
- Líneas subterráneas de media tensión
- Torre de medición



Lozada
LORENA VIALE MONGRUT
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 92716



CLIENTE:	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.			
PROYECTO:	MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DE LA CENTRAL EÓLICA WAYRA I PARA EL PROYECTO WAYRA EXTENSIÓN			
TÍTULO:	UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE RUIDO Y RECEPTOR			
	FECHA:	DATUM:	FIGURA 7.3	
	NOV 2019	WGS 84-18S	DISEÑADO POR:	REV. 0
	KO	GIS/CAD	REVISADO POR:	OQ

LAS ESCALAS INDICADAS CORRESPONDEN A UNA HOJA DE TAMAÑO A3 Y: 051_01_ENEL005_MEAWayraFigurasFIGURA 7.3.mxd