



**EÓLICA DE COAHUILA, S. DE R.L. DE C.V.**  
**Modelación de Ruido durante la Operación del**  
**Proyecto “Parque Eólico de Coahuila” ubicado en**  
**el Municipio de General Cepeda en el Estado de**  
**Coahuila.**

Noviembre 2014

[www.erm.com](http://www.erm.com)

## **CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>UBICACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE RUIDO</b>	<b>7</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Normas Mexicanas de Regulación de Ruido</b>	<b>7</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Estándares de rendimiento del CFI</b>	<b>8</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Directrices de Seguridad, Salud y Medio ambiente de la CFI - Gestión de Ruido Ambiental</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>UBICACIÓN DE LOS RECEPTORES A EVALUAR</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>NIVELES DE RUIDO EXISTENTES</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>FUENTES QUE EMITEN RUIDO</b>	<b>13</b>
<b>4.4</b>	<b>SOFTWARE PARA EL MODELAJE DE RUIDO Y LOS MÉTODOS DE PREDICCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO</b>	<b>18</b>
<b>5.1</b>	<b>EVALUACIÓN DE ESCENARIOS</b>	<b>18</b>
<b>5.2</b>	<b>NIVELES DE RUIDO PREVISTOS</b>	<b>18</b>
<b>5.3</b>	<b>EFEKTOS POTENCIALES EN LOS NIVELES DE RUIDO DE FONDO</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>23</b>

**TABLAS**

<i>Tabla 3.1</i>	<i>Límites de Ruido permitidos según la NOM-81</i>	7
<i>Tabla 3.2</i>	<i>Las directrices de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de la CFI – Gestión del Ruido ambiental</i>	9
<i>Tabla 4.1</i>	<i>Receptores Sensibles al Ruido</i>	10
<i>Tabla 4.2</i>	<i>Ubicación de las Mediciones de Ruido</i>	11
<i>Tabla 4.3</i>	<i>Resultados de la evaluación de Ruido</i>	11
<i>Tabla 5.1</i>	<i>Parámetros de Cálculo</i>	18
<i>Tabla 5.2</i>	<i>Niveles de Ruido Previstos – Escenario de Viento Seleccionado</i>	19
<i>Tabla 5.3</i>	<i>Incremento previsto en los Niveles de Ruido de Fondo- Escenario de Viento Seleccionado</i>	21

**FIGURAS**

<i>Figura 2-1</i>	<i>Ubicación y Diseño General del Proyecto</i>	6
<i>Figura 4-1</i>	<i>Sitios para el Monitoreo de Ruido</i>	12
<i>Figura 4-2</i>	<i>En rojo los receptores potenciales Sensibles al Ruido</i>	14
<i>Figure 4-3</i>	<i>Receptores potenciales en Hipólito</i>	15
<i>Figure 4-4</i>	<i>Receptores potenciales alrededor de la presa el Tulillo</i>	16
<i>Figure 4-5</i>	<i>Receptores potenciales en la zona de la Carreta</i>	17
<i>Figura 5-1</i>	<i>Contornos de Ruido Previstos</i>	20

**ANEXOS**

Anexo A – Glosario de términos Acústicos.

Anexo B – Datos de diseño del Parque eólico

**1.1*****ANTECEDENTES***

Eólica de Coahuila propone desarrollar una granja eólica de 1800 MW en estado de Coahuila, al norte de México.

Este documento ha sido preparado por Environmental Resources Management (ERM) en nombre de Eólica de Coahuila para evaluar los posibles impactos del ruido ambiental asociados con el Proyecto del parque eólico de Coahuila (el Proyecto).

**1.2*****OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN***

El objetivo principal de la Evaluación de Impacto de Ruido (EIR) es llevar a una modelación predictiva de ruido del generador de la turbina de viento (aerogeneradores) para determinar el impacto potencial de ruido del parque eólico propuesto, considerando la NOM-081-SEMARNAT-1994, las Regulaciones Mexicanas y las Normas Internacionales, y recomendar mitigación para cumplir con estas normas si es necesario.

**2.1***UBICACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO*

El Proyecto se ubica al sureste del estado de Coahuila 57km al noroeste de Saltillo, cerca de las estribaciones de la Sierra Madre Oriental. El área del Proyecto consiste principalmente de una zona plana y un terreno más irregular y complejo en el norte. La elevación media del parque eólico es de 1,170m sobre el nivel del mar en un rango entre aproximadamente 1,125 m y 1295 m.

El paisaje circundante está libre de árboles u otros obstáculos que puedan influir en el flujo de viento local o causar sombras de viento en las turbinas. Hay áreas de baja altitud con vegetación desértica, la cual incluye cactus, arbustos y algunos árboles dispersos. El pueblo de Hipólito está situado al sureste del parque eólico.

La ubicación y el diseño del Proyecto se muestran en la Figura 2-1.

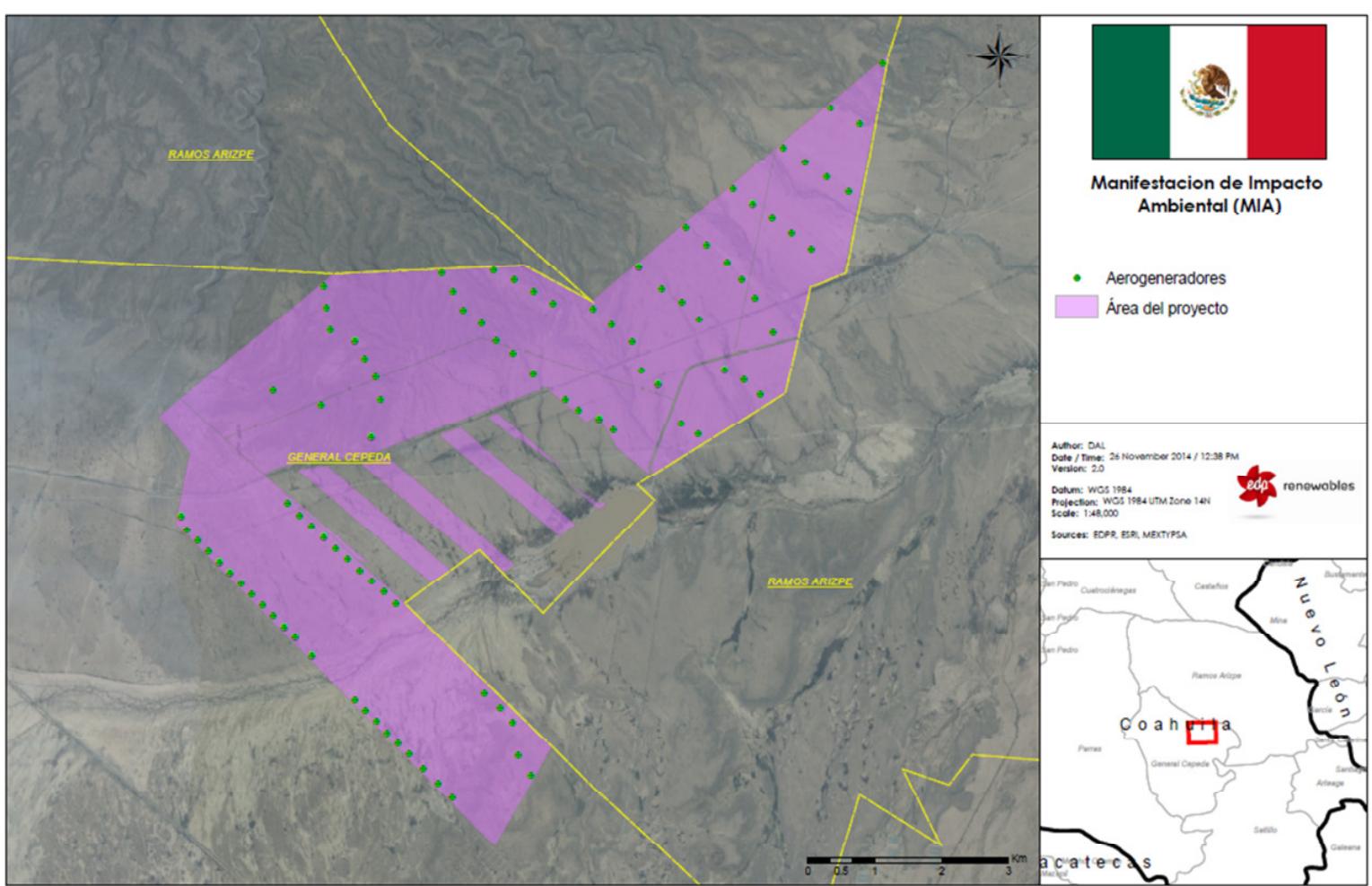


Figura 2-1 Ubicación y Diseño General del Proyecto

**3.1****DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE RUIDO****3.1.1*****Introducción***

Hay varios documentos de orientación para la evaluación de ruido que pueden ser aplicados al Proyecto incluyendo documentos mexicanos, internacionales y orientación pertinente de otros países relacionada con el ruido de un parque eólico. Las regulaciones mexicanas, los estándares de rendimiento y los lineamientos de Salud, Seguridad y Medio ambiente de la Corporación Financiera Internacional (CFI) se resumen a continuación.

**3.1.2*****Normas Mexicanas de Regulación de Ruido***

La “*Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994*,” emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, regula los niveles de ruido.

La norma mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 que regula los niveles de ruido, fija los límites máximos permitidos de acuerdo con la *Tabla 3.1*.

**Tabla 3.1*****Límites de Ruido permitidos según la NOM-081-SEMARNAT-1994***

ZONA	HORAS	LÍMITE MAXIMO PERMITIDO dB(A)
Residencial <sup>1</sup> (afuera)	6:00 to 22:00	55
	22:00 to 6:00	50
Industrial y Comercial	6:00 to 22:00	68
	22:00 to 6:00	65
Escuelas (patios)	Durante actividades externas	55
Ceremonias, festivales, y actividades de entretenimiento.	4 hr	100

Para esta EIR, el criterio de ruido más relevante es el de cumplir con los límites de ruido residenciales de 55 dBA y 50 dBA para los períodos diurnos y nocturnos respectivamente, y se entiende que el límite de ruido industrial y comercial de 65 dBA y se mide en los límites del predio o de la instalación industrial o comercial.

### **3.1.3**

### *Estándares de rendimiento del CFI*

#### *Estandar 1*

Este documento es principalmente prescriptivo (con referencia a otras directrices cuantitativas) e incluye objetivos que son relevantes para este Proyecto, tales como:

- Identificar los impactos adversos y beneficiosos;
- Evitar, minimizar, mitigar o compensar los impactos adversos;
- Compromiso adecuado de la comunidad en temas que podrían afectarlos; y
- Promover un mejor desempeño social y ambiental a través del uso eficaz de los sistemas de gestión.

#### *Estandar 3*

Este es principalmente un documento prescriptivo que incluye dos objetivos:

- Evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente al evitar o reducir al mínimo la contaminación procedente de las actividades del Proyecto; y
- Promover la reducción de las emisiones que contribuyen al cambio climático

### **3.1.4**

### *Directrices de Seguridad, Salud y Medio ambiente de la CFI - Gestión de Ruido Ambiental*

La sección 1.7 de estas directrices generales proporciona las pautas de nivel de ruido para la evaluación del ruido industrial. En esta se menciona que los impactos de ruido no deben exceder los niveles que se presentan en la Tabla 3.2 o dar lugar a un aumento máximo en los niveles de fondo de 3 dB en el receptor más cercano.

Sin embargo, debido a la naturaleza del ruido de un parque eólico (aumento de niveles de ruido de aerogeneradores con el aumento de la velocidad del viento, generando un aumento en el ruido de fondo) la aplicación de estas directrices es más compleja. Por ejemplo, los criterios de nivel de ruido pueden ser sobrepasados por el ruido de fondo a velocidades de viento mayores antes de ser superado por el ruido de un parque eólico.

Las directrices de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de la CFI para la energía eólica, reconoce esta característica y la aplicación de los valores de referencia de ruido por lo que la evaluación de los niveles de base, deben tomar en cuenta estos factores.

**Tabla 3.2 Las directrices de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de la CFI – Gestión del Ruido ambiental**

Tipo de Receptor	Criterios de evaluación de Ruido según CFI LAeq dB(A), 1hora <sup>2</sup>	
	Día <sup>1</sup>	Noche <sup>1</sup>
Residencial; Institucional; Educación	55	45
Industrial; Comercial	70	70

1. Día: de las 7am a las 10 pm; noche: de 10pm a 7am; y  
 2. dB re  $2 \times 10^{-5}$  Pa.

Cuando se determinan los niveles de ruido de fondo, hay ruido altamente intrusivo como el paso de los aviones, el tráfico o paso de los trenes, el cual no debe ser tomado en cuenta. Para tal fin, el fondo y el ruido ambiental es aquel que existe en la ausencia de las fuentes de ruido Proyecto.

Por lo tanto, en lugar de la orientación adicional de la CFI sobre emisiones de ruido para parques eólicos, los criterios principales de ruido de 55 dB LAeq1 hr (durante el día) y 45 dB LAeq, hr (por la noche) se han adoptado para esta evaluación.

## METODOLOGÍA

### 4.1

#### *UBICACIÓN DE LOS RECEPTORES A EVALUAR*

Un total de 41 potenciales receptores sensibles al ruido (RSR) fueron identificados en zonas adyacentes al área del proyecto

Hay numerosas viviendas en la localidad de Hipólito y varios receptores al sur del parque eólico. No es práctico llevar a cabo una evaluación para cada vivienda, por lo tanto se han seleccionado ubicaciones que se consideran representativas de los receptores más cercanos y / o potencialmente más afectados en el Pueblo de Hipólito. Los RSR representativos para Hipólito y para las zonas próximas al Proyecto se presentan en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1** *Receptores Sensibles al Ruido*

ID	Descripción	Este	Norte
RH0	Centro - Hipólito	258654	2844538
RH1	Hipólito 1 (SW)	258348	2844235
RH2	Hipólito 2 (SW)	258395	2844431
RH3	Hipólito 3 (NW)	258442	2844736
RH4	Hipólito 4 (N)	258735	2844842
RH5	Hipólito 5 (NE)	259076	2844968
R02	Nr Lago 2	255158	2841541
R03	Nr Lago 3	255113	2841576
R04	Nr Lago 4	254915	2841539
R05	Nr Lago 5	254752	2841569
R06	Nr Lago 6	254570	2841598
R07	Nr Carretera (N)	252766	2841667
R08	Nr Carretera (S)	252617	2841563
R09	Receptores en el sur	252931	2836271
R15	Receptores en el sur	252711	2835450
R18	Receptores en el sur	253205	2835454
R19	Receptores en el sur	253486	2835481
R22	Receptores en el sur	253436	2835330

### 4.2

#### *NIVELES DE RUIDO EXISTENTES*

ERM coordinó y supervisó el estudio de línea de base de ruido realizado por Intertek Testing Services de México SA de CV, un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Se llevaron a cabo mediciones de ruido en cuatro lugares, como se muestra en la Tabla 4.2 y la Figura 4-1. Un resumen de los resultados del Informe de Línea base (Anexo 5.2) se presentan en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.2** *Ubicación de las Mediciones de Ruido*

Ref	Receptor Potencial	Coordenadas UTM		Ubicación de los puntos de muestreo
		X	Y	
1	Ruido 1 Hipólito	0258322	2844691	Al noreste de Hipólito
2	Ruido 2 La Carreta	0253199	2836026	Límite sur del Proyecto, "La Carreta"
3	Ruido A Tulillo	0254949	2941849	Camino al norte de las propiedades adyacentes a la presa El Tulillo, punto ubicado opuesto a la propiedad Sol y Luna
4	Ruido B Tulillo	0252683	2841598	Camino al norte de las propiedades adyacentes a la presa El Tulillo,

**Tabla 4.3** *Resultados de la evaluación de Ruido*

Ubicación de las mediciones	Parámetro de Medida, dBA, periodo			
	LAmax	LA10	LA90	LAmin
Todo el Día A	63	49	34	27
Todo el Día B	77	49	37	28
Todo el Día 1	75	48	37	32
Todo el Día 2	56	43	33	32
Toda la noche A	64	44	32	28
Toda la noche B	61	41	28	26
Toda la noche 1	65	39	33	32
Toda la noche 2	61	36	32	31

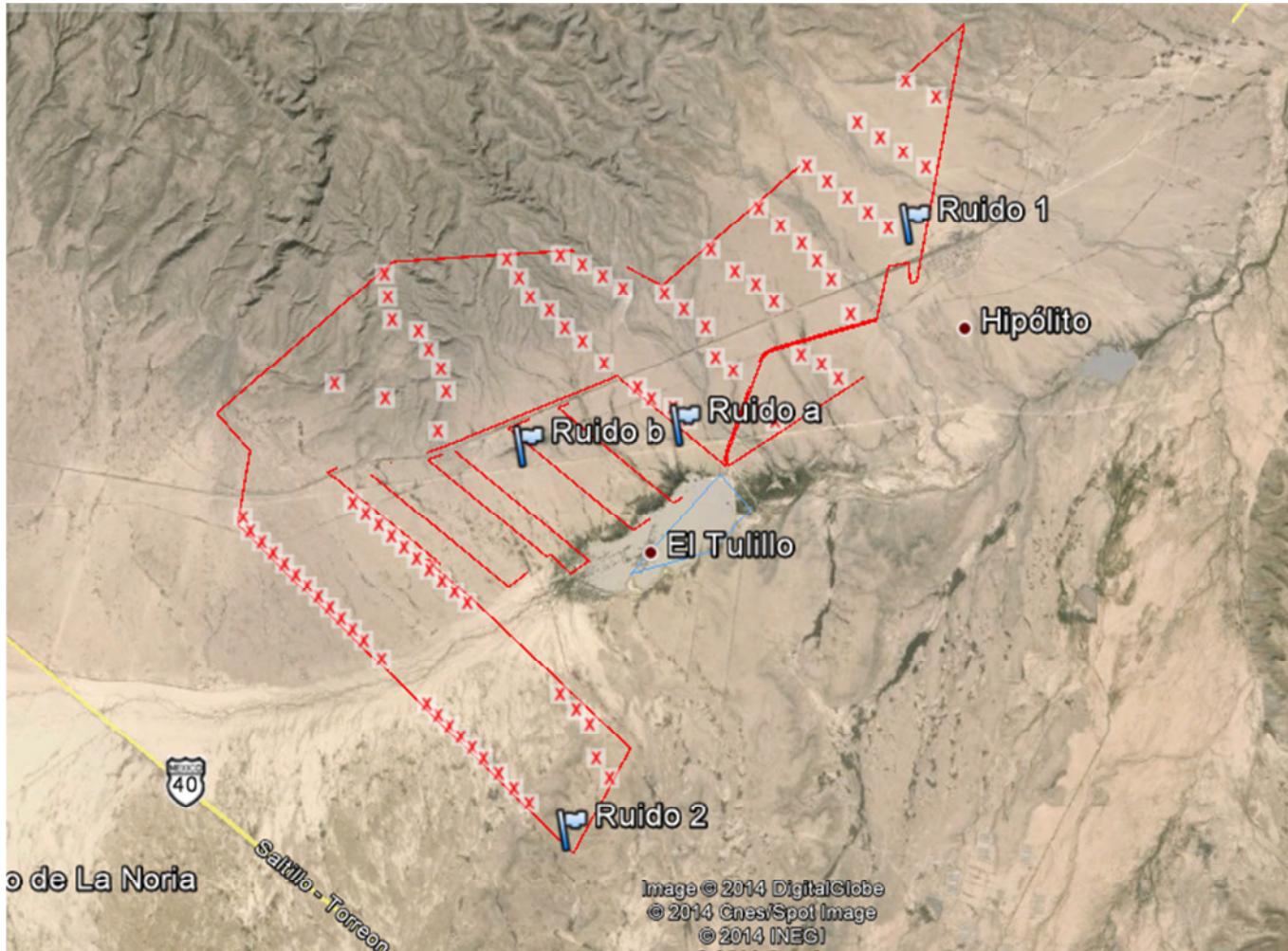


Figura 4-1 Sistos para el Monitoreo de Ruido

#### **4.3**

#### **FUENTES QUE EMITEN RUIDO**

Las únicas fuentes de emisión de ruido del Proyecto son los generadores de turbina eólica (aerogeneradores). La turbina eólica seleccionada fue Gamesa G114 2MW 50/60 Hz (consulte el *Anexo B*). El máximo nivel de potencia acústica (Lw) para este aerogenerador es de 106 dBA

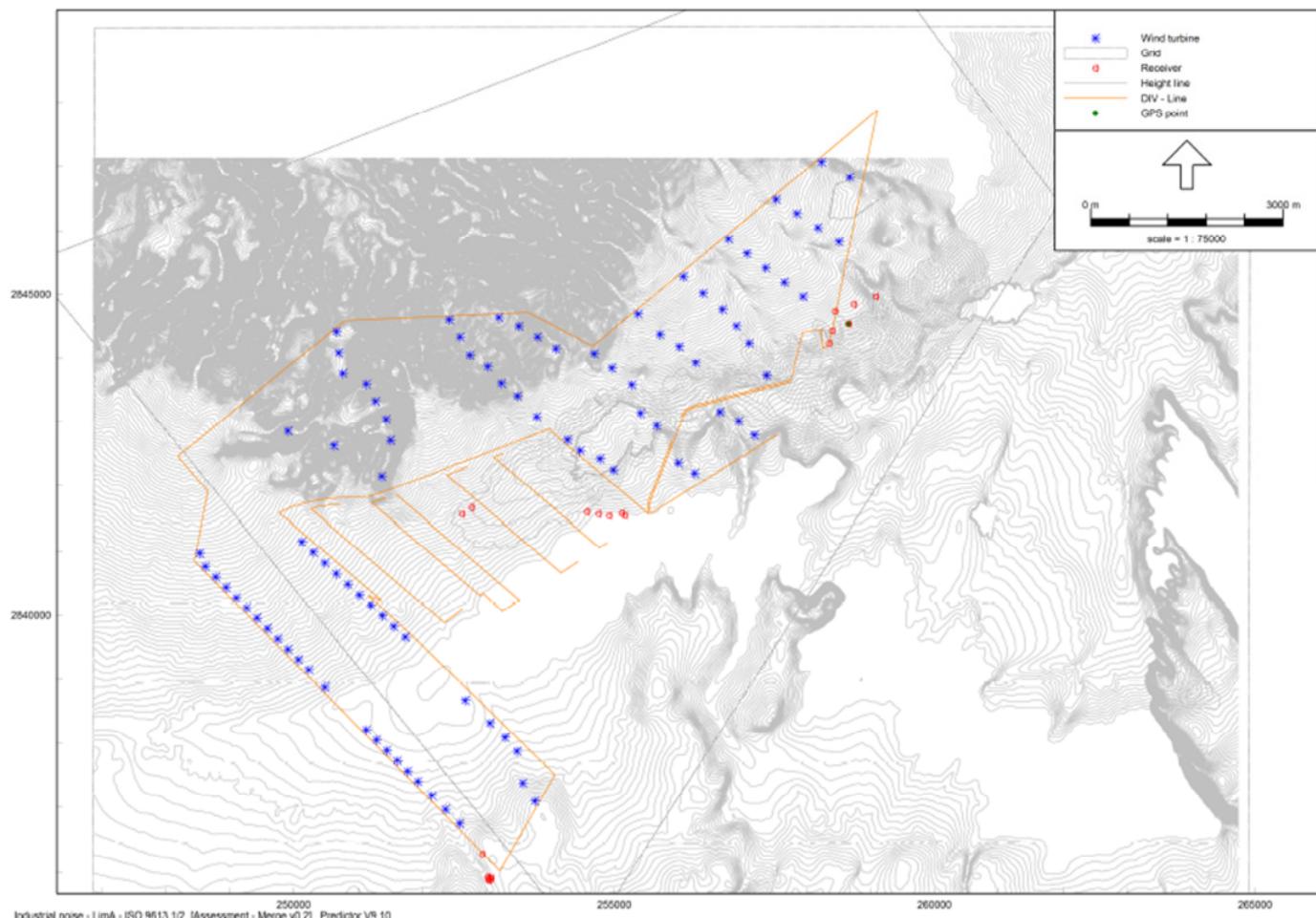
#### **4.4**

#### **SOFTWARE PARA EL MODELAJE DE RUIDO Y LOS MÉTODOS DE PREDICCIÓN**

El Software de modelado de ruido Brüel & Kjær Predictor-Lima 7810 (Versión 9.1) se utilizó para calcular los niveles de ruido a partir de los algoritmos de propagación de ruido ISO 9613.1 (para fines generales, método internacional, 1.1 octavas) para el Proyecto.

El paquete de Software Predictor permite integrar detalles topográficos con las regiones de tierra, el agua, la vegetación, las estructuras significativas de construcción, etc., y los lugares específicos de evaluación del Proyecto, para crear una representación detallada y precisa del lugar y sus alrededores. Las fuentes de emisión de ruido representativas para cada escenario se pueden ubicar en lugares dentro del área del Proyecto.

El modelo de ruido permite la cuantificación de los niveles de ruido a partir de múltiples fuentes, con base en presiones de sonido o niveles de potencia sonora emitidos por las fuentes de ruido importantes, tal como se definieron en el diseño del proyecto. El modelo calcula la propagación del ruido en la zona de influencia del proyecto y cuantifica específicamente decibelios ponderados A, dB (A) en el dominio computacional.



*Figura 4-2 En rojo los receptores potenciales Sensibles al Ruido*

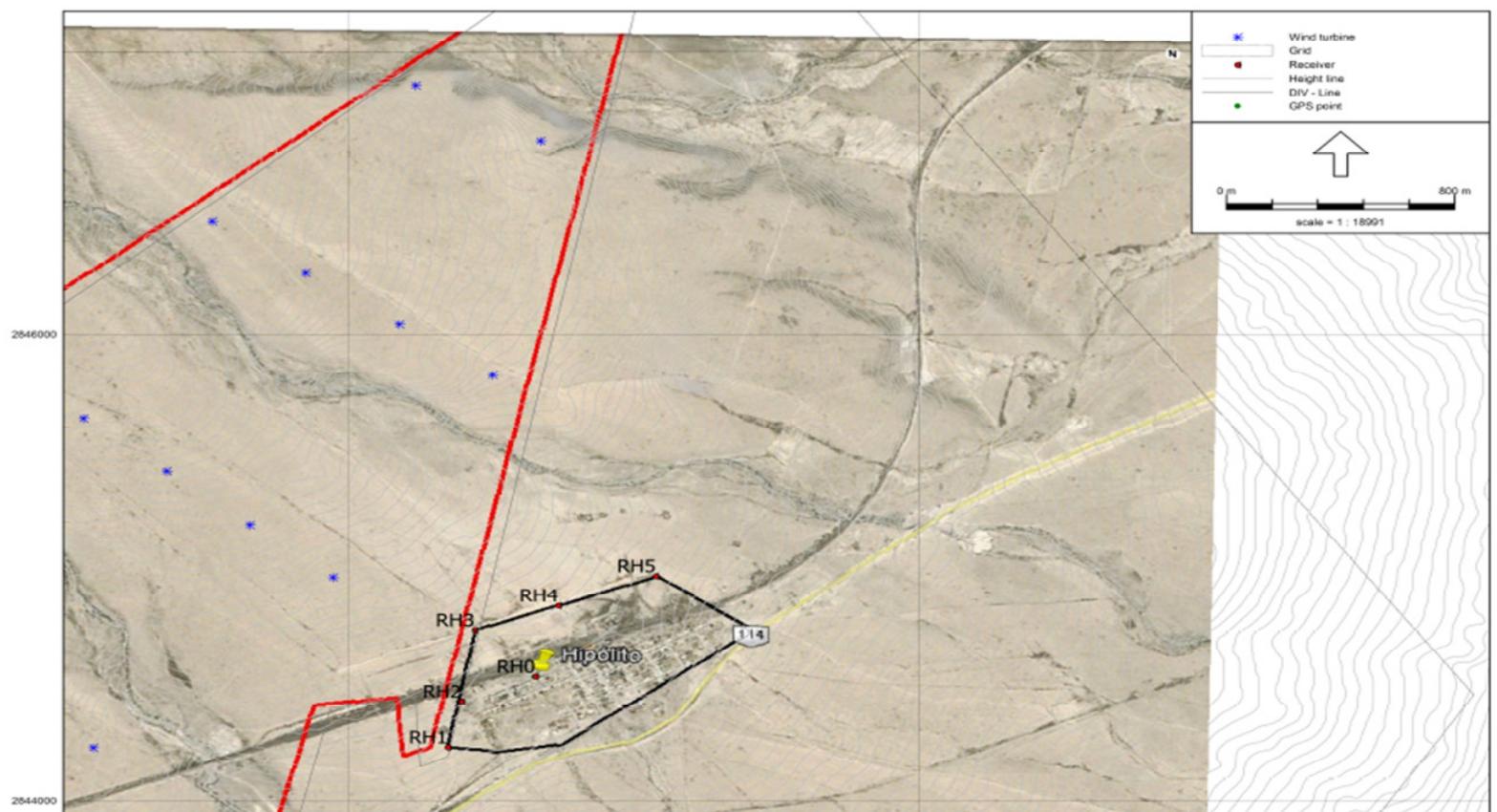


Figure 4-3 Receptores potenciales en Hipólito

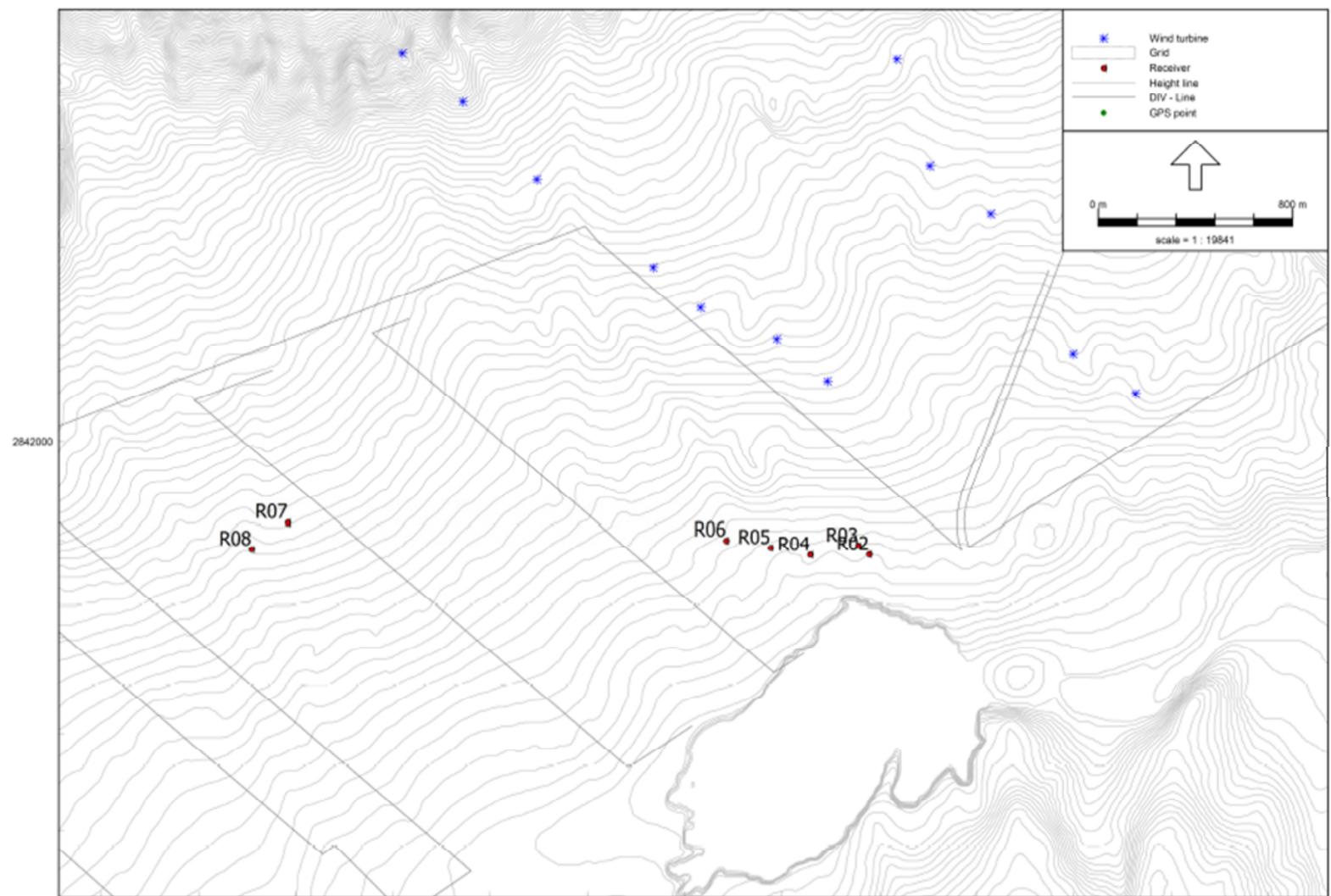


Figure 4-4 Receptores potenciales alrededor de la presa el Tulillo

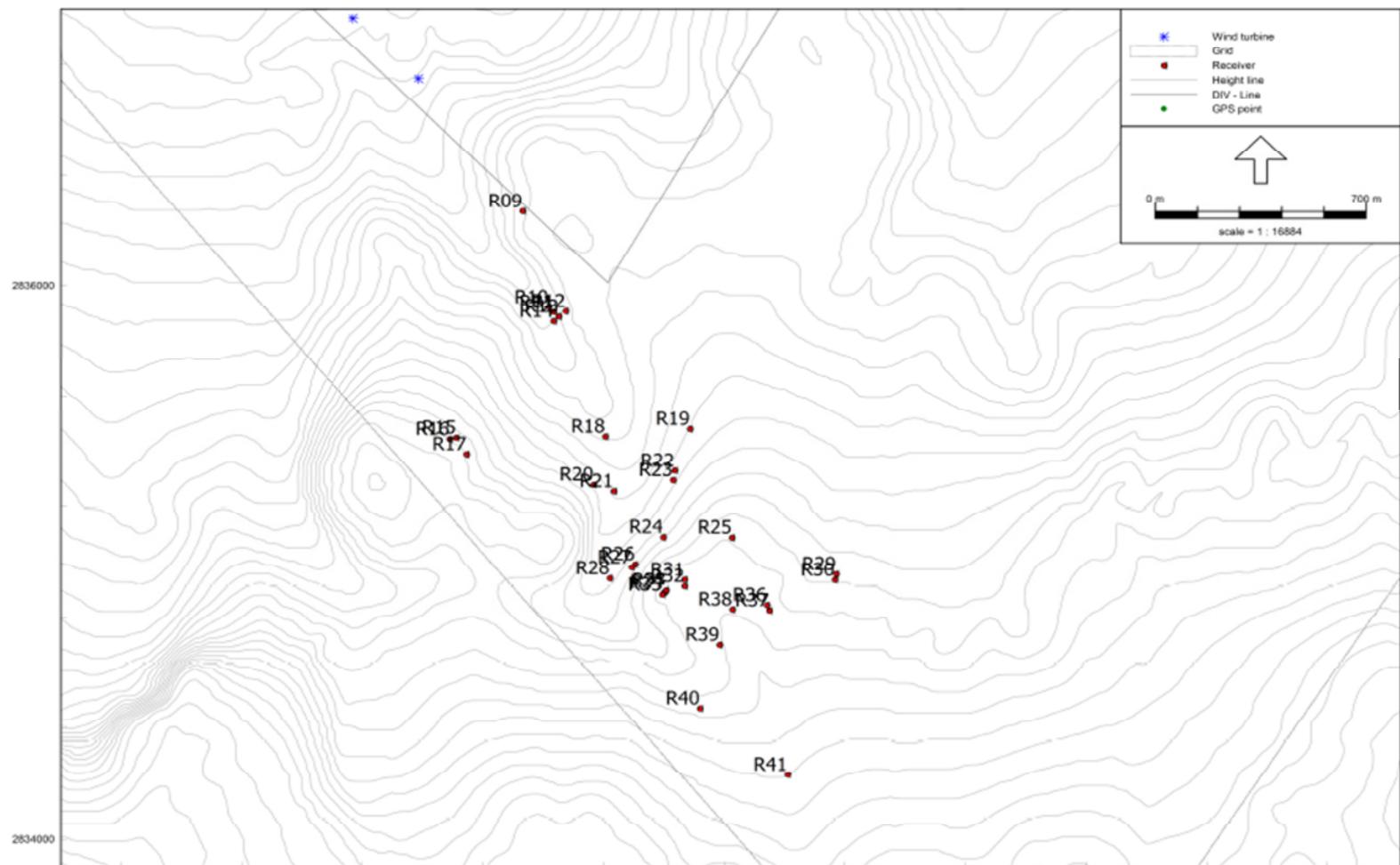


Figure 4-5 Receptores potenciales en la zona de la Carreta

**5.1****EVALUACIÓN DE ESCENARIOS**

El diseño del proyecto preferido consiste en 95 aerogeneradores Gamesa 114 2MW y ha sido evaluado para el escenario predominante del viento, viento de 9 m/s del NNE a dos alturas de buje - 93 metros (escenario 1) y 80 metros (Escenario 2) sobre el nivel del suelo. El aerogenerador genera máxima Lw a una velocidad del viento (altura de buje) de 8,6 m / s. Con base en dicha información, este escenario se considera que es representativo de las condiciones que aumentarían la propagación del ruido y que representa un nivel de ruido que se considera como un nivel previsto conservadoramente alto.

Los parámetros asumidos para la topografía, la fuente y las condiciones meteorológicas para los cálculos se muestran en la *Tabla 5.1*.

**Tabla 5.1****Parámetros de Cálculo**

Parámetro	Valor
Temperatura	298 K
Presión Atmosférica	101.3 kPa
Humedad	60 %
Velocidad del viento a la altura del buje	9 m/s
Dirección del viento	NNE (15 -45 grados norte)
Factor del suelo	0.2 (0 = duro, 1 = suave)
Factor de escabrosidad del suelo	0.030 m
Lw del aerogenerador	106 dBA
Altura sobre el nivel del suelo del aerogenerador	93 metres & 80 metres

**5.2****NIVELES DE RUIDO PREVISTOS**

Los resultados de la modelación de ruido se resumen en la *Tabla 5.1*, con 1 decimal, para mostrar las diferencias entre las dos alturas de buje; y se presentan como un conjunto de curvas de ruido en la *Figura 5.1*, ya que no es posible ilustrar tales diferencias en los niveles de ruido - es decir, en el orden de 0,1 dB.

Los niveles de ruido predichos cumplen con los más estrictos criterios de la CFI para ruido nocturno, de 45 dB LAeq,1 hr , y con los más estrictos criterios de la NOM-81 para ruido nocturno de 50 dBA en todos los receptores

sensibles al ruido. Las emisiones de ruido del Proyecto no superan los 65 dBA (NOM-81); y 70 dB LAeq,1 hr para el criterio de la CFI, de receptores industriales y comerciales (Ver Figura 5.1).

**Tabla 5.2 Niveles de Ruido Previstos – Escenario de Viento Seleccionado**

ID	Descripción	NOM-81 Criterio de Ruido dBA	Criterio de Ruido nocturno CFI dB LAeq,1hr	Niveles de Ruido Previstos	
				Sc1 93m	Sc2 80m
RH0	Centro del pueblo Hipólito	50	45	40.7	40.6
RH1	Hipólito 1 (SO)	50	45	41.4	41.3
RH2	Hipólito 2 (SO)	50	45	42.0	42.0
RH3	Hipólito 3 (NO)	50	45	43.4	43.4
RH4	Hipólito 4 (N)	50	45	41.2	41.2
RH5	Hipólito 5 (NE)	50	45	39.3	39.3
R02	Nr Lago 2	50	45	42.0	42.0
R03	Nr Lago 3	50	45	42.4	42.3
R04	Nr Lago 4	50	45	42.1	42.1
R05	Nr Lago 5	50	45	42.3	42.3
R06	Nr Lago 6	50	45	42.2	42.2
R07	Nr Carretera(N)	50	45	39.5	39.5
R08	Nr Carretera (S)	50	45	39.6	39.6
R09	Receptores al sur	50	45	42.4	42.4
R15	Receptores al sur	50	45	35.8	35.8
R18	Receptores al sur	50	45	35.2	35.2
R19	Receptores al sur	50	45	34.8	34.8
R22	Receptores al sur	50	45	34.0	34.0

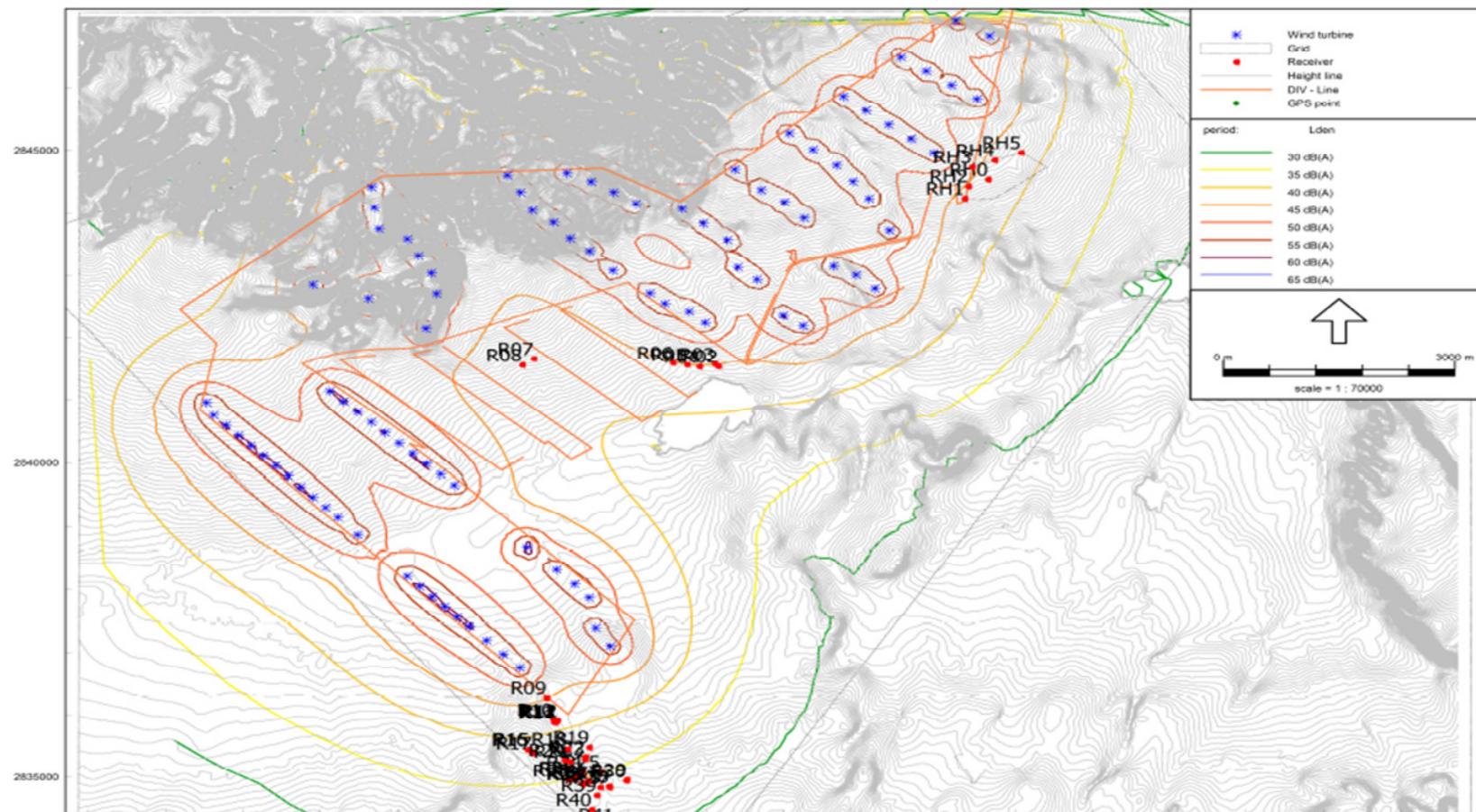


Figura 5-1 Contornos de Ruido Previstos

El estudio de línea base del ruido (Anexo 5.2) muestra que los niveles de ruido de fondo existentes son relativamente bajos, entre 28 y 33 dB LA90 en las áreas de los receptores más sensibles, durante el período nocturno.

El posible incremento en el ruido de fondo durante la noche se muestra en la Tabla 5.3.

**Tabla 5.3 Incremento previsto en los Niveles de Ruido de Fondo- Escenario de Viento Seleccionado**

ID	Descripción	Niveles de Ruido de Fondo LA90, noche	Nivel de Ruido Previsto. LAeq,1hr dBA		Incremento Potencial en el Nivel de ruido de Fondo
			Sc1 93m	Sc2 80m	
RH0	Centro del pueblo Hipólito	33	40.7	40.6	7
RH1	Hipólito 1 (SO)		41.4	41.3	8
RH2	Hipólito 2 (SO)		42.0	42.0	9
RH3	Hipólito 3 (NO)		43.4	43.4	10
RH4	Hipólito 4 (N)		41.2	41.2	9
RH5	Hipólito 5 (NE)		39.3	39.3	6
R02	Nr Lago 2	32	42.0	42.0	10
R03	Nr Lago 3		42.4	42.3	10
R04	Nr Lago 4		42.1	42.1	10
R05	Nr Lago 5		42.3	42.3	10
R06	Nr Lago 6		42.2	42.2	10
R07	Nr Carretera (N)	28	39.5	39.5	12
R08	Nr Carretera (S)		39.6	39.6	12
R09	Receptores al sur	32	42.4	42.4	10
R15	Receptores al sur		35.8	35.8	8
R18	Receptores al sur		35.2	35.2	3
R19	Receptores al sur		34.8	34.8	3
R22	Receptores al sur		34.0	34.0	2

Existe una clara posibilidad de que los niveles de ruido del parque eólico aumenten significativamente los niveles de ruido de fondo (10-12dB en

algunos lugares), a excepción de aquellos en el sur de la zona de receptores al sur (R18, R19, R22). El aumento de ruido durante el día será más bajo ya que los niveles de ruido de fondo resultaron 1-9dB sobre los nocturnos.

Por lo general, los niveles de ruido de línea de base aumentan a medida que aumenta la velocidad del viento. Los niveles de ruido de la turbina de viento también aumentan con la velocidad del viento. Así, es posible evaluar el impacto del ruido de los parques eólicos en un rango de velocidades de viento. En este caso el estudio de línea base de ruido se llevó a cabo durante períodos de velocidad del viento bastante bajo, es decir, bajos niveles de referencia. El modelado de ruido supone la máxima salida de ruido de la turbina eólica, es decir, en alta velocidad del viento. Este enfoque, por tanto, conduce a una sobre estimación del potencial de cambio en el ruido de referencia.

ERM preparó este informe para presentar los potenciales impactos del ruido ambiental asociados al Proyecto del Parque Eólico Hipólito en nombre de Eólica de Coahuila.

El objetivo principal de la EIR es llevar a cabo una Evaluación de Impacto de Ruido (EIR) a través de la modelación predictiva de ruido del generador de la turbina de viento (aerogeneradores) para determinar el impacto potencial del ruido del diseño del parque eólico propuesto, tomando como base la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1984.

Los niveles de ruido predichos para el escenario de viento dominante o predominante son compatibles con el límite de ruido nocturno más estricto en todas las ubicaciones de los receptores, de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 de regulación del ruido. Las emisiones de ruido del Proyecto no excederán el límite de 65 dBA para receptores industriales y comerciales.

El objetivo secundario de la EIR es determinar el impacto de ruido potencial del diseño del parque eólico propuesto con la consideración de las normas de la CFI sobre medio ambiente, en relación al ruido.

Con base en los estudios de línea base y las predicciones de ruido preliminares, es probable que las emisiones de ruido del parque eólico aumenten los niveles de ruido de fondo LA90, en la mayor parte de las áreas con receptores identificados. Aumentos significativos por la noche han sido previstos en el peor escenario evaluado, y puede ser que una evaluación a velocidades de viento específicas mostraría incrementos inferiores. Sin embargo, de acuerdo a los resultados, los niveles de ruido previstos para el escenario de viento dominante o predominante son compatibles con el límite de ruido nocturno más riguroso de la CFI, 45 dB LAeq1 hr, en todas las ubicaciones de los receptores.