

ANEXO 3

MODELACION DE NIVELES SONOROS EN LA CONSTRUCCIÓN



INDICE

1	INTRODUCCION	3
1.1	OBJETIVO	3
1.2	METODOLOGÍA	3
1.2.1	<i>Herramienta</i>	3
1.2.2	<i>Enfoque Conceptual</i>	4
2	FUENTES SONORAS.....	5
2.1	LÍNEA DE BASE DE NIVELES SONOROS	5
2.2	TRANSITO FUTURO	6
2.3	EQUIPAMIENTO	7
3	MODELACION.....	8
3.1	ESPIGON CENTRAL SUR	8
3.1.1	<i>Situación Sin Obras</i>	8
3.1.2	<i>Situación Durante la Obra</i>	10
3.2	ESPIGON CENTRAL NORTE	12
3.2.1	<i>Situación Sin Obras</i>	13
3.2.2	<i>Situación Durante la Obra</i>	14
4	CONCLUSIONES	17



1 INTRODUCCION

1.1 OBJETIVO

En este estudio se evalúa el impacto acústico a generarse a partir de la futura construcción de las obras del Proyecto de Obras de Protección contra la erosión en Playa Unión, compuestas por cuatro espigones perpendiculares a la playa y un espigón offshore, más un relleno de playa.

Se realizó un relevamiento de la situación actual y mediciones de niveles sonoros en dos campañas, para establecer la línea de base, en marzo y diciembre de 2014. Luego, en función de la memoria descriptiva del proyecto y los planos respectivos, se modelizó la situación futura, con el proyecto en construcción en función de los equipamientos previstos.

Para ello se aplicó el software SPM9613, un modelo de propagación de niveles sonoros basado en la norma ISO9613 Parte 1 y Parte 2, destinado al cálculo de niveles ambientales de ruido, generados por diversas fuentes sonoras, complementado con la base de datos del software RCNM (road construction noise model).

1.2 METODOLOGÍA

1.2.1 Herramienta

Para realizar las simulaciones de niveles sonoros se ha seleccionado el software SPM9613, desarrollado por PowerAcoustics Inc.

Se trata de un software para la simulación de la propagación de niveles sonoros basado en los estándares ISO 9613 Parte 1 e ISO 9613 Parte 2. El estándar ISO 9613 Parte 1 específicamente analiza la atenuación atmosférica en la propagación de las ondas sonoras mientras que el estándar ISO 9613 Parte 2 especifica un método ingenieril de cálculo de niveles sonoros ambientales generados por una variedad de fuentes. Este último estándar describe métodos para determinar los variados efectos de atenuación que se observan durante la propagación del sonido en ambientes exteriores.

Específicamente, el software tiene en cuenta:

- Divergencia geométrica de fuentes puntuales
- Absorción atmosférica
- Atenuación (o refuerzo) de la intensidad debido al tipo de superficie del suelo
- Atenuación por barreras
- Atenuación debido a sitios industriales o vegetación
- Reflexiones
- Directividad de las fuentes sonoras.

La ecuación básica que resuelve el programa es:

$$L_{p(\text{viento abajo})} = L_{wp} + D - A$$



donde:

$L_{p(\text{viento abajo})}$ = nivel sonoro de la fuente en dB
D = índice de directividad
A = Atenuación debida a varios efectos

Complementariamente se utilizó información de la base de datos del RCNM (road noise construction model) — un software empleado por la U.S. Federal Highway Administration para evaluar impactos sonoros durante la construcción de rutas —, para caracterizar las emisiones sonoras de los equipos.

Dado que no se cuenta con información espectral de todas las fuentes del proyecto, para el presente estudio, se hizo uso de la indicación establecida en la norma ISO 9613-2; cuando se cuenta solamente con el nivel sonoro de la fuente, el cálculo de la propagación y atenuación se realizó en base a las expresiones para la banda de 500 Hz, concentrando toda la energía en este ancho de frecuencia.

1.2.2 Enfoque Conceptual

El proyecto involucrará dos tipos básicos de fuentes sonoras: el tránsito pesado terrestre generado por el proyecto — los camiones que traigan las rocas/áridos —, y el equipamiento para el movimiento de suelos y construcción de espigones y relleno de playa. Dado que los camiones deberán circular por la avenida costanera, se ha decidido simular ambas fuentes simultáneamente.

El tránsito por la avenida costanera se simuló como una fuente lineal. En función de los relevamientos de niveles sonoros se estimó la actual potencia sonora de esa fuente. Para la situación futura se incrementó esa potencia en función del tránsito pesado estimado.

Se consideró la operación de dos equipos simultáneamente para la construcción de los espigones, más la presencia de un camión volcador. Estos equipos se definieron como fuentes puntuales. Se ubicaron en coordenadas en función de los planos recibidos.

Se escogió simular dos de los espigones y extender los resultados para toda la obra.



2 FUENTES SONORAS

2.1 LÍNEA DE BASE DE NIVELES SONOROS

CCyA Ingeniería realizó un relevamiento de niveles sonoros en distintas épocas, puntos y horarios en el área de estudio para caracterizar la línea de base. La metodología, equipamiento y resultados se resumen en el cuerpo principal del EIA y se presentan en el Anexo 2.

La Tabla 1 presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 1 Resultados del Monitoreo de Niveles Sonoros

Punto	Marzo 2014		Diciembre 2014	
	LAeq (dBA)	Lmax (dBA)	LAeq (dBA)	Lmax (dBA)
Estacion 1	61.2	73.8	58.7	69.4
Estacion 2	63.9	74.1	62.1	80.6
Estacion 3	62.7	79.4	62.6	80.1
Estacion 4	59.2	64.7	55.5	68.2

Las estaciones 2 y 3 son las que muestran mejor consistencia entre ambas mediciones, ya que están por debajo de los 2 dBA de diferencia. Esto hace que el promedio sea representativo, de acuerdo a los criterios usuales para mediciones de niveles sonoros de tránsito en carreteras (ICF Jones & Stokes, 2009). Se promediaron las mediciones de las estaciones 2 y 3 y se consideró representativo el promedio de ambas como nivel de base.

- Estación 2: 63 dBA
- Estación 3: 62,6 dBA

Estos niveles se han medido a aproximadamente 3 m de la calzada.

Para caracterizar la potencia sonora del tránsito se decidió aplicar la metodología británica “Calculation of Road Traffic Noise” (HMSO, 1988)¹, calibrando la misma con la situación actual. Esta metodología estima los niveles sonoros utilizando el descriptor LA₁₀ para una hora (nivel sonoro excedido un 10% de la hora). Para hacer compatible este indicador con el nivel sonoro equivalente, se utilizó la expresión indicada por Abbot and Nelson (2002)².

Utilizando la expresión escogida, los niveles LA₁₀ son 66,2 y 65,8 dBA respectivamente.

Para la situación actual representativa, estos valores se han medido a 3 m de la calzada. La metodología británica que se escogió para estimar los niveles sonoros en función del tránsito, entrega resultados a 10 m de la calzada. En consecuencia, para que los valores sean comparables se corregirán los valores medidos para llevarlos a unos 10 m. Para ello, y considerando que el camino es una fuente lineal, se hará uso de la siguiente expresión (Canter, 1996):

¹HMSO, 1988. Calculation of Road Traffic Noise. Department of Transport. Welsh Office. Her Majesty's Stationery Office. London.

²Abbot, P.G. and Nelson, P.M. 2002. Converting the UK Traffic Noise Index LA₁₀, 18h to EU Noise Indices for Noise Mapping. TRL Limited. Project Report PR/SE/451/02.



$$L(R2) = L(R1) - 10 \log (R2/R1)$$

Siendo:

R1 = distancia desde el punto 1 hasta la fuente en metros

R2 = distancia desde el punto 2 hasta la fuente en metros (R2 mayor que R1)

L = nivel de sonido evaluado en dBA

Dado que la calzada tiene unos 6,0 m en la zona del proyecto, y el eje se considera ubicado en el medio de la misma, la posición de medición se ubica a 6 m de la fuente. En consecuencia, se desea obtener los resultados a 13 m de la fuente.

La Tabla 2 presenta los valores corregidos.

Tabla 2 Niveles Sonoros corregidos a 10 m de la Calzada

	L_{A10} medido a 3 m	L_{A10} corregido a 10 m
Estación 2	66,2	62,8
Estación 3	65,8	62,4

Se ha empleado el método CRTN para obtener el volumen de tránsito equivalente para producir el nivel LA₁₀ calculado a 10 m de la calzada. Se utilizaron las siguientes hipótesis:

- 0% de vehículos pesados
- Calzada sin gradiente
- Calzada impermeable (pavimentada)
- Velocidad del tránsito: 40 km/h

Se obtuvo un tránsito de 215 veh/hora para la estación 2, y 195 veh/hora para la estación 3.

Para representar el tránsito se utilizaron fuentes lineales. El valor de nivel sonoro equivalente fue transformado a potencia sonora para representar adecuadamente la fuente lineal. Este valor se obtuvo mediante corridas de calibración con condiciones meteorológicas representativas de la situación local (13°C y humedad relativa 60%).

2.2 TRANSITO FUTURO

De acuerdo a lo estudiado, se estima un tránsito pesado de hasta 17 camiones por hora. Se adicionó esta cantidad de vehículos pesados a la predicción de niveles sonoros para representar la situación futura obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 Niveles Sonoros Futuros a 10 m de la Calzada

	Vehículos Totales	% Pesados	L_{A10} a 10 m	L_{Aeq} a 10 m
Estación 2	232	7,3	65,3	62,2
Estación 3	212	8,0	65,1	62,0



El valor de nivel sonoro equivalente fue transformado a potencia sonora para representar adecuadamente la fuente lineal. Se calculó la diferencia con la situación actual y se le adicionó una diferencia correspondiente al valor de potencia de la fuente emisora calibrada con la situación actual.

2.3 EQUIPAMIENTO

Se analizó la potencia sonora y el porcentaje de utilización de distintos equipos de construcción según la base de datos del RNCM. Entre los equipos usuales para estas obras se detectaron dos categorías que tienen una firma sonora máxima equivalente en sus especificaciones:

- Bulldozer (tractor), motoniveladora o excavadora: 85 dBA
- Retroexcavadora o cargadora: 80 dBA

Se decidió considerar la acción simultánea de un tractor y una cargadora. Los valores medidos a 15 m que aparecen en la base de datos del modelo son de 82 dBA para el tractor y 79 dBA para la cargadora.

Se adicionó la acción de un camión volcador, con un nivel de 76 dBA.

Esos equipos no funcionarán a plena potencia toda la hora. Las referencias estiman un factor de utilización de 40%. De esta manera se obtuvieron los siguientes niveles sonoros a 15 m:

- Bulldozer: 77,8 dBA
- Cargadora: 75,3 dBA
- Camión Volcador: 72,6 dBA

Como estos valores corresponden a niveles sonoros medidos a 15 m de la fuente, se convirtieron a potencia sonora (para ingresar al modelo) mediante la expresión indicada en la norma BS 5228-1:1997.

Los resultados de la simulación se presentan en la Figura 2. El gráfico incluye, a modo de referencia, la posición del futuro espigón. Se puede apreciar la variación típica esperable de una fuente lineal. Las primeras manzanas adyacentes a la Av. Rawson presentan niveles entre 50 y 60 dBA, consistentes con el nivel medido en la vereda del Boulevard.

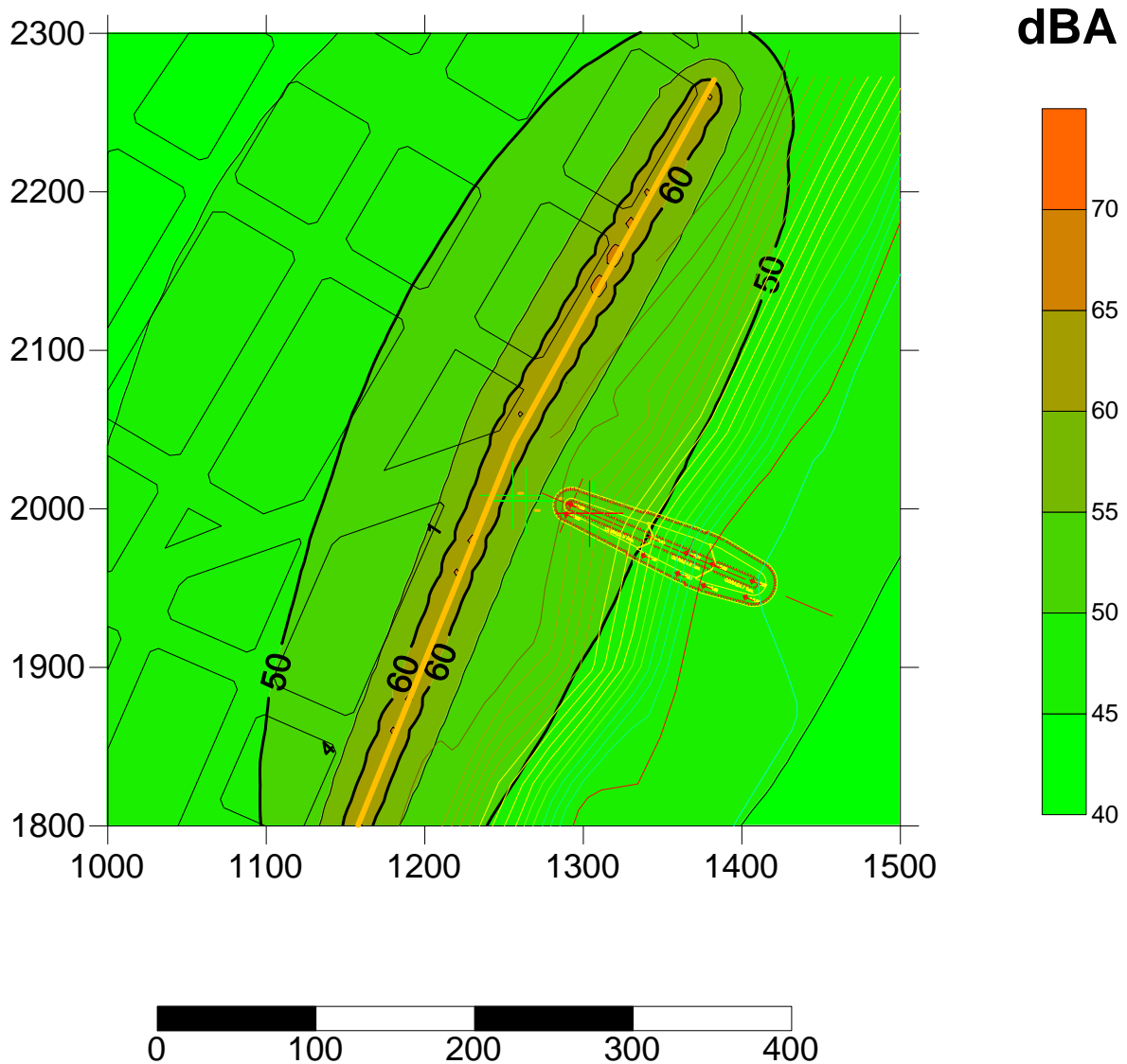


Figura 2 Simulación de la Situación sin Obras. La Línea Naranja muestra la Posición de la Fuente Lineal Simulada.

3.1.2 Situación Durante la Obra

Los resultados de la simulación se presentan en la Figura 3. Se puede apreciar, comparando con la anterior, un fuerte incremento en el entorno de la zona de trabajos. También hay un incremento sobre los niveles generales, que van disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la zona del espigón.

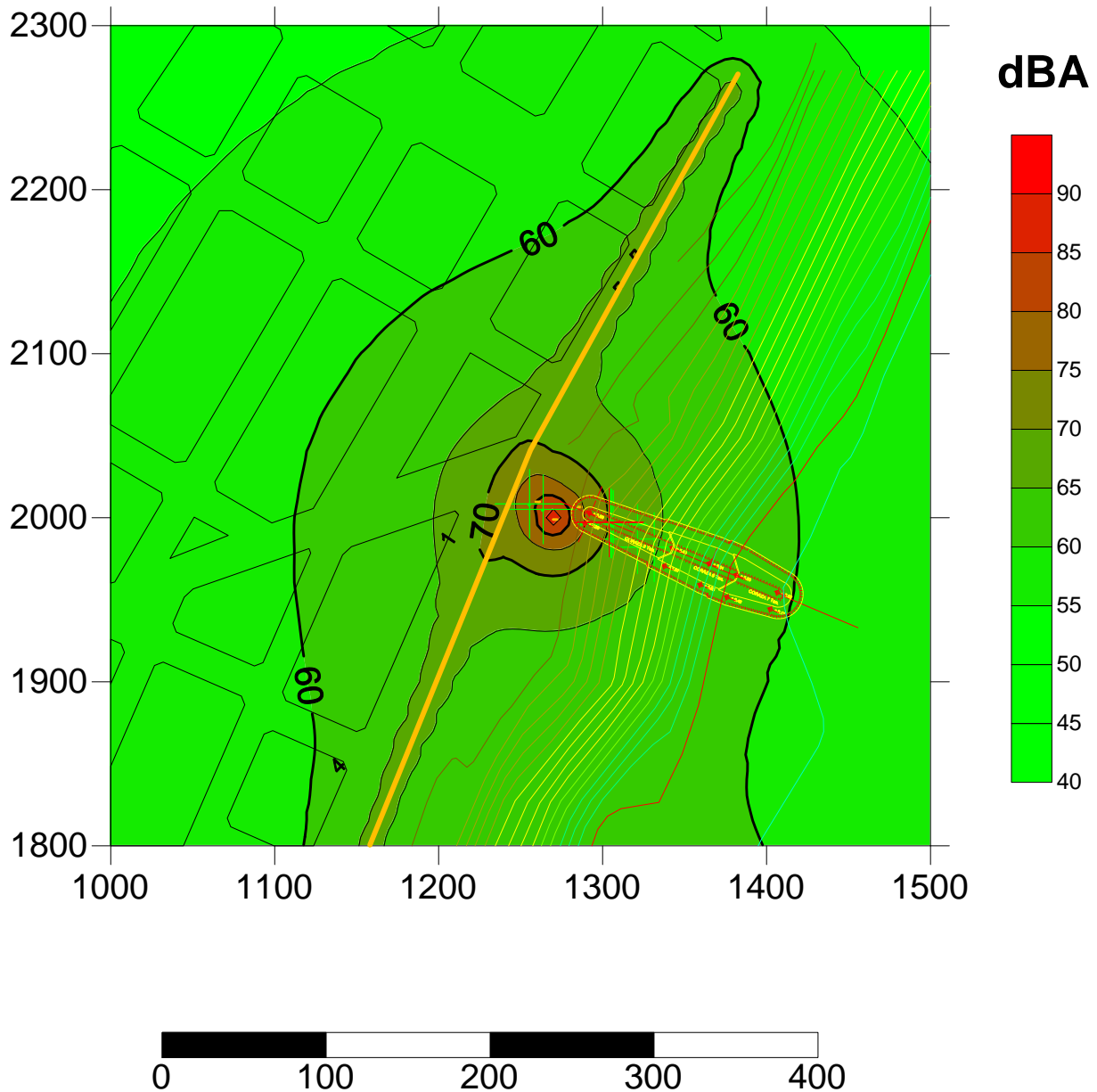


Figura 3 Simulación de la Situación con Obras



Para evaluar estos resultados, se hará uso de la norma IRAM 4062. Esta norma establece una fórmula para calcular un nivel de fondo:

$$LC \text{ (dBA)} = Lb + Kz + Ku + Kh$$

Siendo:

Lb = el nivel básico, en decibeles (A) - se considera igual a 40 dBA -

Kz = el término de corrección por tipo de zona en dBA

Ku = el término de corrección por ubicación en el espacio a ser evaluado, en dBA

Kh = el término de corrección por horario, en dBA

Para este proyecto, se considera que la zona de Playa Unión afectada correspondería a una zona suburbana con poco tránsito Tipo 2. El cálculo se realiza sobre zonas exteriores descubiertas no linderas con la vía pública, y para un día hábil, dentro del horario 8 a 20 hs. Así, el nivel de comparación Lc queda establecido en 50 dBA.

Así, todas las zonas que estén por encima de los 58 dBA alcanzarían lo que se consideraría “ruido molesto”. Esto se muestra en la

Figura 4.

Se puede apreciar que la zona está circunscripta a unas pocas manzanas vecinas a la zona de obras, principalmente en la primer manzana frente a la Av. Rawson, y en algunos casos, en la segunda hilera de manzanas, pero solamente en las dos primeras calles a cada lado de la posición de la obra.

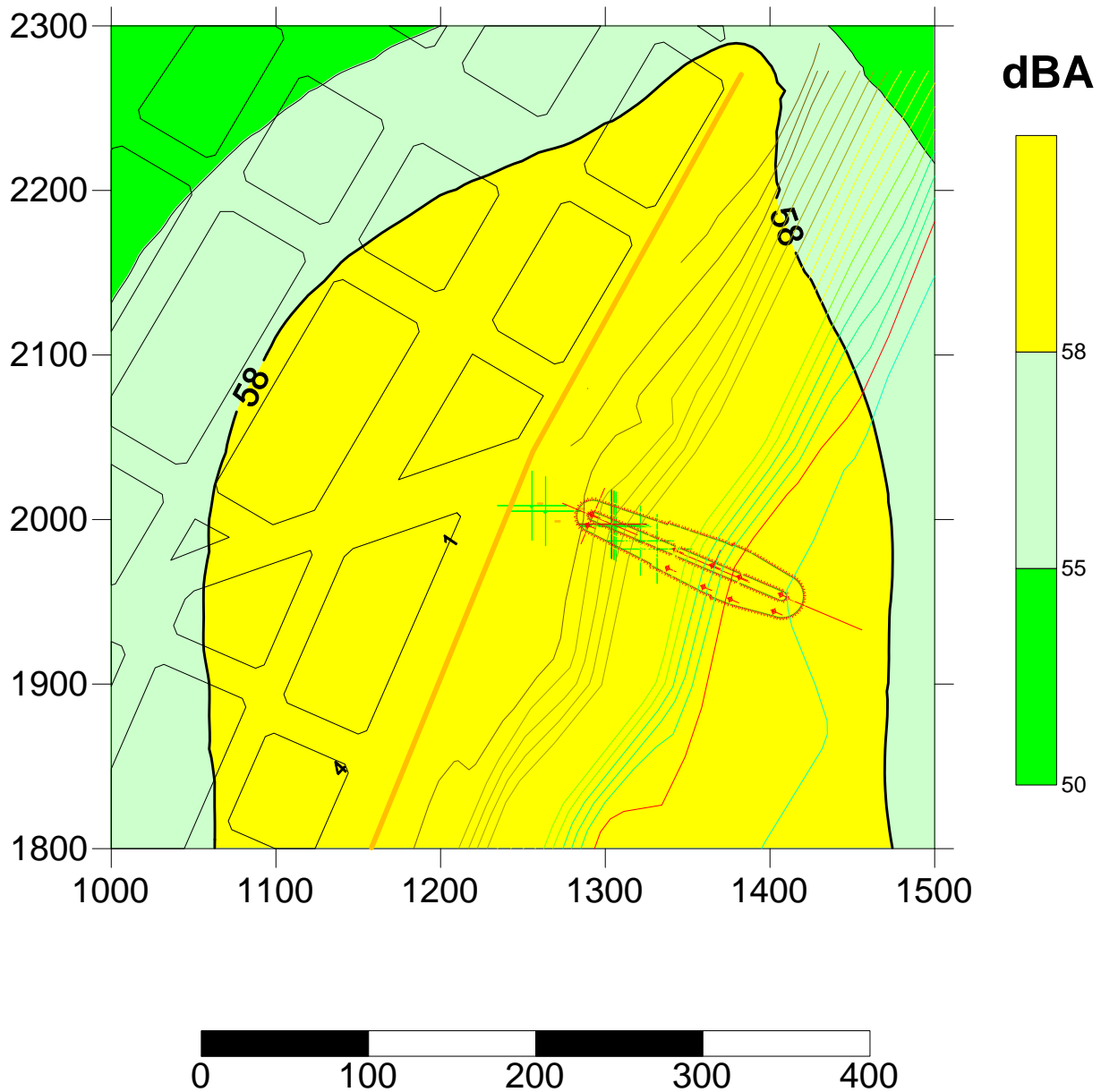


Figura 4 Sectores con Más de 58 dBA.

3.2 ESPIGON CENTRAL NORTE

Este espigón corresponde a la Estación 3 del relevamiento de niveles sonoros. En primer lugar se simuló la situación con los niveles sonoros generados por el tránsito actual. Luego se realizó la simulación para la condición de construcción. En este caso, para variar con relación a la simulación anterior, se analizó una situación con la obra más avanzada y los equipos trabajando más lejos de la avenida costanera.

3.2.1 Situación Sin Obras

Se dispuso de un plano de las obras en coordenadas Gauss Kruger. Dicho plano se transformó a coordenadas locales para poder calcular la posición de la avenida costanera e ingresarla en el modelo. Se simuló un tramo de 800 m de avenida Rawson, mediante dos fuentes lineales, en las cercanías del futuro espigón central sur (Figura 5).



Figura 5 Esquema de modelación Zona Espigón Central Norte

Los resultados de la simulación se presentan en la Figura 6. El gráfico incluye, a modo de referencia, la posición del futuro espigón. Se puede apreciar la variación típica esperable de una fuente lineal.

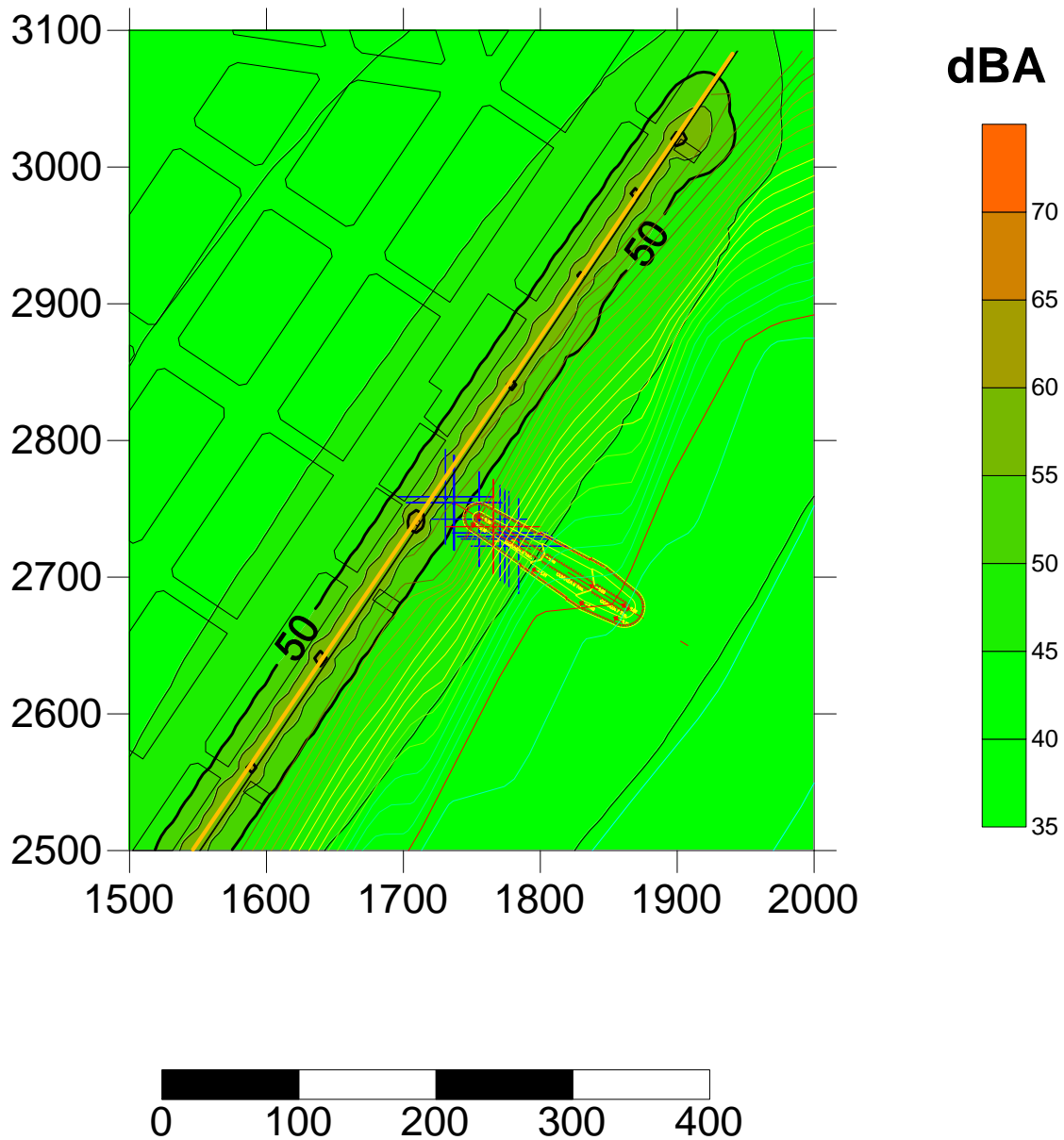


Figura 6 Simulación de la Situación sin Obras. La Línea Naranja muestra la Posición de la Fuente Lineal Simulada. Zona Espigón Central Norte.

3.2.2 Situación Durante la Obra

Los resultados de la simulación se presentan en la Figura 7. Se puede apreciar, como en el escenario del otro espigón, un fuerte incremento en el entorno de la zona de trabajos aunque se aprecia que la de máximos está desplazada hacia la playa, en coincidencia con la hipótesis respecto a la zona de trabajos. También hay un incremento sobre los niveles generales, que van disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la zona del espigón.

Se aplicó el mismo criterio empleado en el escenario anterior y se puede apreciar la zona de influencia es similar (Figura 8).

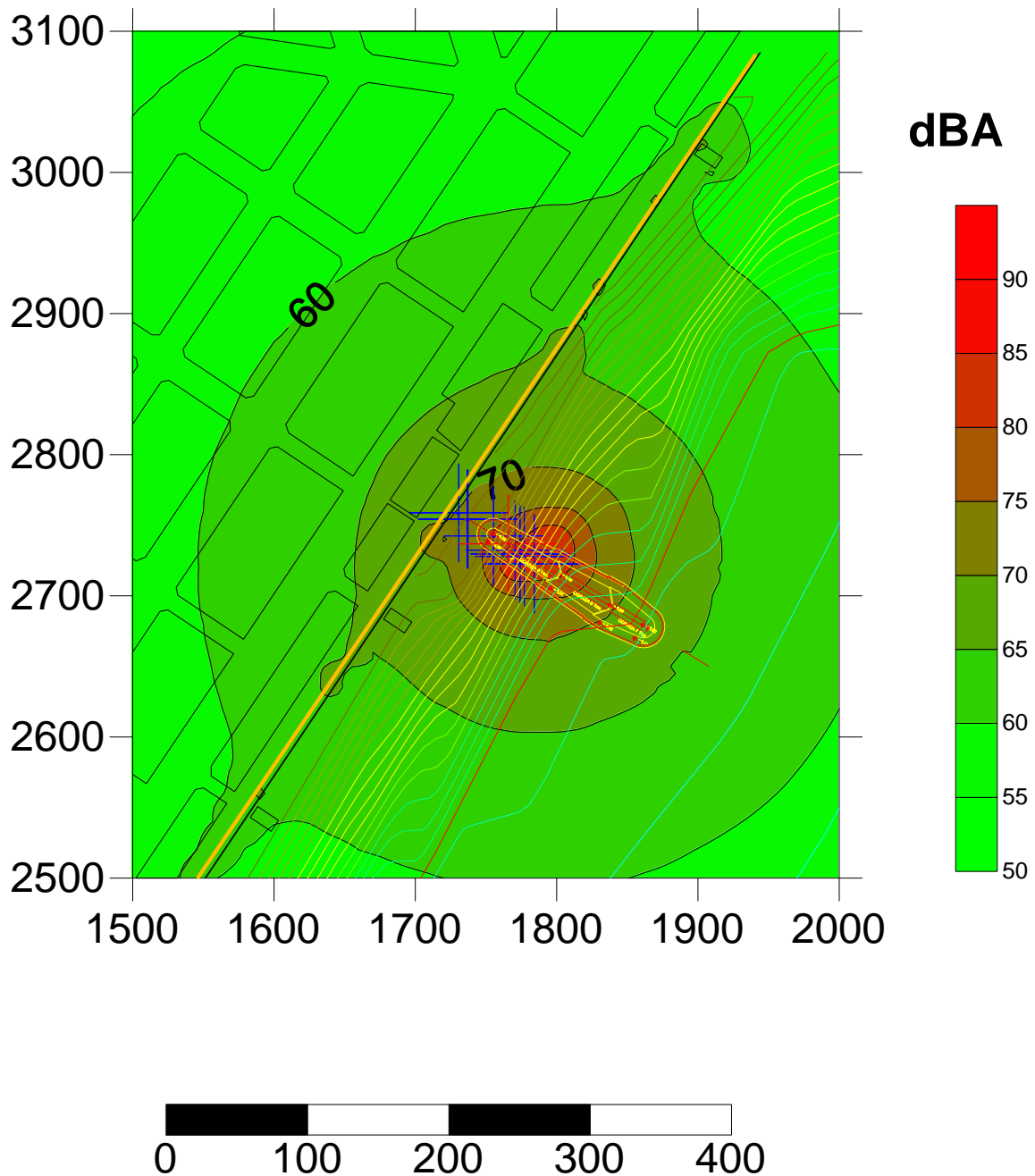


Figura 7 Simulación de la Situación con Obras. Zona Espigón Central Norte.

La zona de mayores efectos se limita a un par de calles transversales a la Av. Rawson a cada lado del espigón, y a dos manzanas adicionales a la costera. Cabe señalar que, en esta posición hay una primera manzana más corta, la primera manzana de casas frente a la playa, de menor ancho que las restantes.

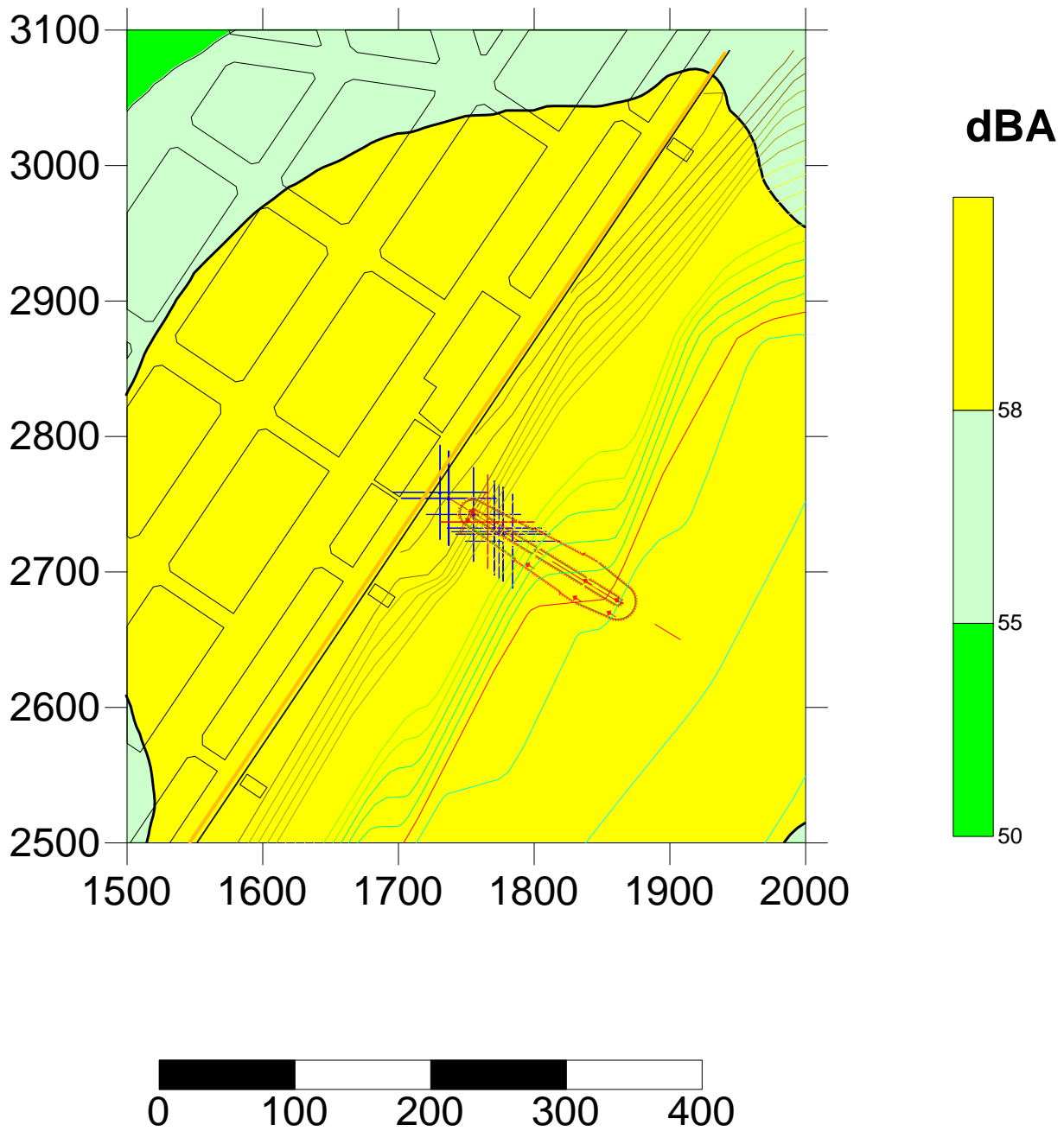


Figura 8 Sectores con Más de 58 dBA. Zona Espigón Central Norte



4 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son útiles para el objetivo buscado que es evaluar los potenciales impactos del incremento de niveles sonoros durante la etapa de construcción. Se han modelado dos sectores geográficos diferentes con dos posiciones relativas de equipamiento, y se obtuvieron resultados comparables y consistentes, lo que permite extrapolarlos y determinar potenciales zonas de impactos en las cercanías de cada frente de obra.

Aplicando como criterio de comparación la norma IRAM 4062, se determinaron las zonas donde los niveles excederían en más de 8 dBA al nivel de base, por lo que entrarían en la zona de ruidos molestos. Las simulaciones permitieron determinar el alcance geográfico de esas zonas. Con estos resultados numéricos se puede calificar tanto la intensidad como el alcance espacial de los impactos esperables de acuerdo a la metodología seleccionada en el informe.