

---

## XV Congreso Argentino de Acústica, AdAA 2017

Bahía Blanca, 23 y 24 de noviembre de 2017

AdAA2017-02

### Un modelo de predicción de ruido industrial para la localidad de Ingeniero White (Bahía Blanca)

Martín Sequeira<sup>(a)</sup>,  
Víctor Cortínez<sup>(a)</sup>,  
Adrián Azzurro<sup>(a)</sup>,  
Cecilia Stoklas<sup>(a)</sup>,  
Facundo Pons<sup>(b)</sup>.

(a) Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca (UTN, FRBB). 11 de Abril 461, Bahía Blanca, Bs. As., Argentina. E-mail: martins@frbb.utn.edu.ar

(b) Comité Técnico Ejecutivo, Municipalidad de Bahía Blanca. San Martín 3474, Bahía Blanca, Bs. As., Argentina. E-mail: cte.inspec6@bb.mun.gba.gov.ar

#### Abstract

This paper presents the acoustic characterization of an urban area adjacent to the Petrochemical Pole in the district of Ingeniero White in the city of Bahía Blanca. Based on updated measurements in the study area, the emission levels of the main industrial sources were identified and then a calibrated propagation model, implemented in a commercial simulation program, was generated. Finally, a practical computational tool for the assessment of noise impact in the urban area was obtained. This work is a continuation of a previous study carried out by the Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada (FRBB, UTN) and the Comité Técnico Ejecutivo during the years 2011 and 2012.

#### Resumen

En este trabajo se presenta la caracterización sonora de una zona urbana lindera al Polo Petroquímico en la localidad de Ingeniero White de la ciudad de Bahía Blanca. A partir de mediciones actualizadas en el área de estudio, se identificaron los niveles de emisión de las principales fuentes industriales y luego se generó un modelo calibrado de propagación implementado en un programa de simulación comercial. Finalmente, se obtuvo una herramienta computacional práctica para la evaluación del impacto acústico en la zona urbana. Este trabajo es una continuación de un estudio previo llevado a cabo por el Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada (FRBB, UTN) y el Comité Técnico Ejecutivo durante los años 2011 y 2012.

## 1 Introducción

En este trabajo se presenta un estudio de caracterización sonora en la localidad de Ingeniero White de la ciudad de Bahía Blanca. Dicha localidad está conformada por un área netamente urbana y por una zona industrial que reúne un conjunto de plantas multi-fuente, denominada Polo Petroquímico. La cercanía entre ambas zonas y las diferencias en los niveles sonoros emitidos, generan un problema ocupacional de gran importancia.

En el año 2011, se estimaron los niveles de potencia sonora de las plantas industriales más significativas, a partir de un gran número de mediciones directas, aplicando los lineamientos establecidos en la normativa ISO 8297 (ISO 8297, 1994). Luego, se implementó un modelo de propagación sonora que permitió generar el mapa acústico y determinar el impacto sobre la zona urbana. Mediante dicho modelo, se determinaron puntos característicos asociados a cada planta industrial donde la influencia de cada una es predominante e independiente del resto, siendo posible entonces identificar directamente el nivel de potencia emitido a partir del nivel de presión sonora en el punto asociado. Este estudio fue realizado entre el Centro de Investigaciones en Mecánica Teórica y Aplicada CIMTA (FRBB, UTN) y el Comité Técnico Ejecutivo CTE de la Municipalidad de Bahía Blanca, organismo dedicado al control y monitoreo del medio ambiente en la zona. Los detalles de tal estudio pueden encontrarse en la referencia (Cortínez *et al.*, 2011).

El presente trabajo está dirigido a la actualización de los niveles de potencia sonora de las plantas industriales, considerando un número mínimo de mediciones directas. Con esta información, se alimenta un modelo adecuado de propagación sonora implementado en el programa SoundPLAN™. Dicho modelo se valida mediante comparaciones entre los niveles sonoros medidos y simulados en diversas localizaciones del sector urbano y permite reajustar el mapa acústico de la zona. A partir de esto, se genera una herramienta computacional actualizada para la valoración del impacto acústico a fin de utilizarse como complemento a procesos de planificación urbana. En particular, se estudian distintos escenarios acústicos posibles de interés, como la influencia del viento y de eventos ruidosos particulares en el sector. En la Figura 1 se muestra la zona bajo estudio con las plantas industriales y las ubicaciones de los puntos de medición. El punto receptor EMAC 1 corresponde a una estación de monitoreo continuo (ubicada a una altura aproximada de 6 m) y los receptores 1, 3, 5, 6 y 7 son puntos discretos de medición. Estos receptores son utilizados por el CTE para realizar controles periódicos y continuos de los niveles sonoros. Los receptores a, b, c, d y e corresponden a puntos característicos discretos de medición y fueron propuestos a los efectos caracterizar las principales fuentes industriales del sector y complementar la información (Cortínez *et al.*, 2011). Todas las mediciones se realizaron con un sonómetro B&K 2270 clase I perteneciente al CTE.

## 2 Análisis de los niveles sonoros en la zona de estudio

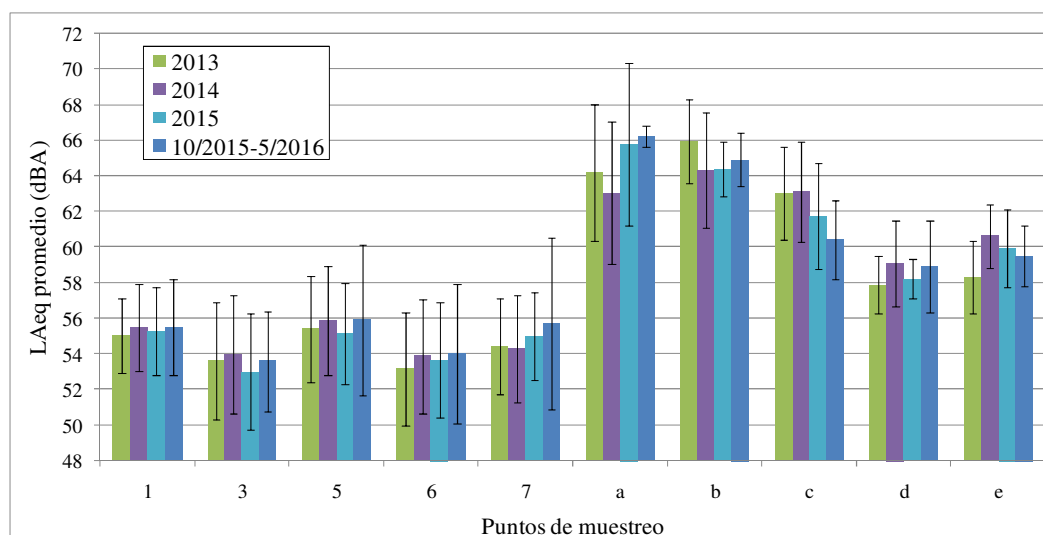
Se analizaron los niveles de presión sonora medidos en los puntos de medición (1, 3, 5, 6, 7, a, b, c, d y e) durante el periodo 1/2013 a 5/2016. Los horarios de medición fueron establecidos entre las 9 p. m. y las 7 a. m. y se realizaron, en promedio, entre 16 y 266 mediciones en cada uno de los puntos. Dichas mediciones se efectuaron en condiciones normales de operación de las plantas, con velocidades de viento inferiores a 5 m/s, a una altura de 1,5 m y evitando registros de eventos ajenos al ruido proveniente del sector industrial. En la Figura 2 se muestran los valores promedio del nivel sonoro continuo equivalente  $L_{Aeq}$ , y los correspondientes desvíos, por año y para cada punto de medición. Se observa que las variaciones anuales son mucho menores que los desvíos. Esto remarca que

hay cierta uniformidad temporal que es menor a 2,8 dBA, siendo éste el desvío promedio. Entonces, los niveles sonoros quedan representados por los promedios globales.

En particular, las mediciones realizadas en el periodo 10/2015 a 5/2016, presentan información de los niveles de presión sonora en bandas de octava. Dichos valores se utilizaron para estimar el nivel de potencia sonora  $L_w$  de las plantas industriales, como se muestra en la siguiente sección.



**Figura 1.** Zona de estudio y ubicación de los puntos de medición y de las plantas industriales consideradas.



**Figura 2.**  $L_{Aeq}$  promedio y desvíos en los puntos discretos de medición.

### 3 Actualización del modelo matemático para la caracterización sonora de la zona urbana

#### 3.1 Estimación de los niveles de potencia sonora

A efectos de caracterizar acústicamente cada planta industrial, se supuso que cada una de ellas puede ser representada, desde el punto de vista acústico, como una fuente puntual omnidireccional equivalente ubicada en un punto particular en el interior de su predio (Cortínez *et al.*, 2011). Luego, se hicieron corresponder los puntos característicos (a, b, c, d y e) con las fuentes industriales más cercanas (ver Figura 1). De esta forma, dada su cercanía, es apropiado considerar que los niveles sonoros en dichos puntos provienen mayoritariamente de la fuente más próxima. Este hecho permite estimar el nivel de potencia sonora  $L_w$  de cada fuente industrial a partir del valor del nivel sonoro  $L_{eq}$  promedio del punto característico más cercano con la ayuda de un modelo de propagación adecuado (ver sección 3.2).

En particular, para el caso de la fuente HDPE (la cual se encuentra muy próxima a las plantas LHCI y AIR LIQUID), se estableció un procedimiento inverso de identificación (Cortínez *et al.*, 2011) que involucra los niveles de potencia de las tres industrias mencionadas y los niveles sonoros medidos en los puntos característicos asociados b, c y d (ver Figura 1). Además, debido a que no se pudieron realizar mediciones auxiliares en locaciones cercanas a las tres fuentes que conforman la planta de CARGILL (Aceitera, Maltería y Elevadores), se utilizaron los niveles de potencia obtenidos en el estudio del año 2011 (Cortínez *et al.*, 2011). Por otro lado, a partir de la instalación de un nuevo equipamiento en la planta PROFERTIL en el año 2015, fue posible actualizar su nivel de potencia sonora, determinar el diagrama de directividad asociado y utilizar dicha información en el presente estudio (Sequeira *et al.*, 2015).

En la Tabla 1, se presenta el nivel de potencia  $L_w$  total y por bandas de octava estimado en el año 2011 (Cortínez *et al.*, 2011), en la actualidad y las diferencias entre ambos, para cada fuente industrial. En general, se muestra que los niveles de potencia actuales son levemente superiores a los estimados en el año 2011.

#### 3.2 Modelo de propagación sonora

El modelo de propagación utilizado está basado en la norma ISO 9613-2 (ISO 9613-2, 1996). Se contemplaron los efectos de atenuación debido a divergencia esférica  $A_{div}$  y a la absorción del suelo  $A_{suelo}$  y del aire  $A_{aire}$  en el camino de propagación. Además, debido a la atenuación que ocurre por el efecto de dispersión originado por los distintos obstáculos ubicados dentro del perímetro de cada planta industrial, se consideró una atenuación adicional denominada  $A_{sitio}$  (ver ISO 9613-2). Dado que el terreno no presenta grandes desniveles, se supuso todo el sector como plano. En consecuencia, el nivel sonoro continuo equivalente  $L_{eq_{bf}}$  en la posición del receptor y para la banda de octava bf (63 a 8000 Hz), queda expresado de la siguiente manera:

$$L_{eq_{bf}} = L_{w_{bf}} + Dc_{bf} - A_{bf}, \quad (1)$$

donde  $L_{w_{bf}}$  es el nivel de potencia sonora de la fuente,  $Dc_{bf}$  es el factor de corrección por directividad de la fuente y  $A_{bf}$  es el término que contempla la contribución de las distintas atenuaciones en el camino de propagación. En particular, el factor  $Dc_{bf}$  se consideró igual a cero (fuente omnidireccional), salvo al contemplar la fuente PROFERTIL, donde se utilizó la

directividad asociada (Sequeira *et al.*, 2015). Todos los términos citados están expresados en dB.

Finalmente, el nivel sonoro  $L_{Aeq}$  total en cada punto receptor se obtiene a partir de considerar la contribución del nivel sonoro calculado de acuerdo con la expresión (1), para cada fuente sonora  $j$  y para cada banda de octava afectada por el factor de corrección correspondiente a la red de ponderación A (PondA):

$$L_{Aeq} = 10 \log \left\{ \sum_{j=1}^N \left[ \sum_{bf=1}^8 10^{\left( \frac{L_{eq,j,bf} + PondA_{bf} + C_{viento,j,bf}}{10} \right)} \right] \right\}, \quad (2)$$

siendo  $N$  es el número de fuentes industriales consideradas. La ecuación precedente incluye un término de corrección  $C_{viento}$  que contempla los efectos del viento. Dicho término solo se consideró para el estudio de la influencia del viento (ver sección 4.2) y se calculó a partir de lo establecido en la norma CONCAWE (CONCAWE, 1981).

**Tabla 1.** Nivel de potencia sonora  $L_w$  estimado para cada fuente industrial en condiciones normales de operación.

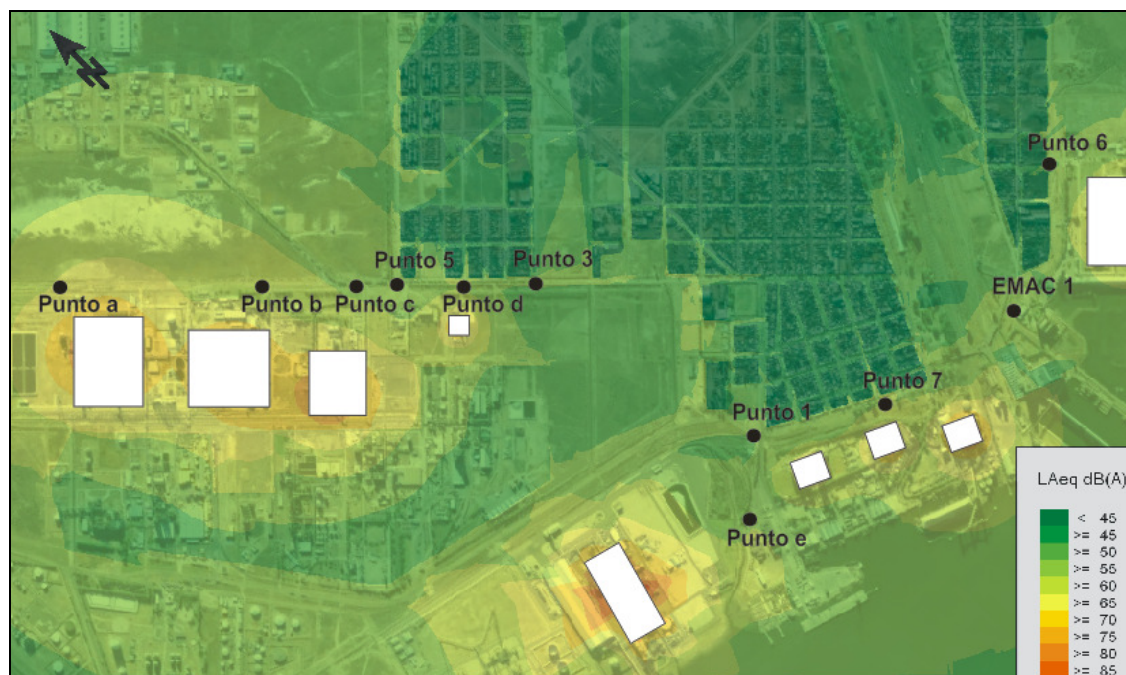
Fuente industrial		Nivel de potencia sonora $L_w$ (dB)								$L_w$ total (dB)
		por banda de octava (Hz)								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
LHCII	año 2011	124,2	121,0	118,8	116,2	118,4	116,5	116,4	116,3	128,5
	actual	122,5	124,2	124,1	119,2	122,3	122,3	122,7	132,9	135,1
	diferencia	1,6	-3,3	-5,3	-3,0	-4,0	-5,8	-6,3	-16,6	-6,7
LHCI	año 2011	127,2	123,6	121,8	120,2	120,3	121,3	123,5	123,0	132,2
	actual	124,7	125,6	125,0	122,3	120,9	119,4	119,4	126,2	132,7
	diferencia	2,5	-2,0	-3,2	-2,1	-0,5	1,8	4,1	-3,3	-0,5
HDPE	año 2011	118,3	115,6	116,0	113,8	110,0	110,2	111,3	105,1	123,1
	actual	110,5	118,2	121,8	121,4	121,2	120,1	116,7	123,3	129,3
	diferencia	7,8	-2,6	-5,9	-7,6	-11,2	-9,9	-5,4	-18,2	-6,2
Air Liquid	año 2011	122,1	119,9	118,3	115,8	109,5	101,9	94,1	88,9	125,7
	actual	114,8	112,1	111,7	110,0	106,9	104,9	97,3	91,8	119,1
	diferencia	7,2	7,8	6,5	5,7	2,6	-3,1	-3,2	-3,0	6,7
Profertil	año 2015	134,2	132,1	129,1	124,5	123,5	125,9	129,6	144,6	145,5
Aceit,		123,2	119,4	113,7	110,7	106,9	103,8	102,2	99,6	113,5
Cargill Malt,	año 2011	118,0	114,0	111,2	109,8	106,3	102,8	99,5	95,1	111,9
	Elev,	124,6	121,8	120,5	119,1	113,9	108,9	105,9	101,7	120,0
Termoeléctrica	actual	116,1	117,1	117,0	115,8	112,4	112,6	109,0	117,6	124,5

### 3.3 Actualización del modelo acústico computacional

Con los niveles de potencia y el modelo de propagación, se confeccionó el mapa acústico de base correspondiente al ruido industrial para la localidad de Ingeniero White (ver Figura 3). El modelo se implementó numéricamente en el programa comercial SoundPLAN™. Cabe destacar que el mapa acústico de base contempla una situación de operación normal de las plantas industriales y condiciones de viento casi nulas (con velocidades de viento  $< 5$  m/s).

En la Tabla 2 se muestra la comparación entre los niveles sonoros medidos y simulados en los puntos de medición. Se observa, en general, un buen ajuste. La diferencia promedio del

$L_{Aeq}$ , en valor absoluto, para todos los puntos es de 1,2 dBA. La máxima diferencia es de 3,6 dBA en el punto 7. Esto puede deberse a que no se actualizaron los niveles de potencia de las fuentes que conforman la planta CARGILL, siendo ésta la principal fuente contribuidora en dicho punto. Al comparar los valores en bandas de octava, se observa una diferencia promedio, en valor absoluto, de 3 dB. Las bandas que presentan mayores discrepancias son las extremas (63 y 8000 Hz).



**Figura 3.** Mapa acústico de base originado por el ruido industrial.

## 4 Estudio de escenarios de interés

### 4.1 Simulación de eventos ruidosos generados por la Termoeléctrica

A partir de los niveles sonoros continuos medidos en la estación EMAC 1, durante el periodo 5/2015 a 12/2016, se registraron y analizaron 11 eventos ruidosos originados principalmente por venteos de vapor en la fuente Central Termoeléctrica (TERMO). Los tiempos de permanencia de los eventos fueron entre 20 s y 1 h. Con los valores sonoros promedio medidos de tales registros y utilizando el modelo de propagación descrito anteriormente, se estimó el  $L_w$  de la fuente TERMO para la situación anómala mencionada. Luego, fue posible predecir el impacto acústico de la nueva configuración de la fuente TERMO sobre la zona poblada (manteniendo inalterable los niveles de potencia de las fuentes restantes).

En la Tabla 3 se presenta la comparación entre el nivel sonoro  $L_{eq}$  medido y estimado en la estación EMAC 1 considerando el nuevo  $L_w$  obtenido a partir de los eventos ruidosos generados por la fuente TERMO. Se observa un buen ajuste del modelo computacional. En la Figura 4 se muestra el mapa de diferencias entre los niveles sonoros simulados contemplando la fuente TERMO generando los eventos ruidosos y en condiciones normales de operación. Se observa que, en la zona urbana cercana a la fuente y en presencia de dichos eventos, el  $L_{Aeq}$  supera los 30 dBA.

**Tabla 2.** Comparación entre los niveles sonoros medidos y simulados.

Punto de medición		Nivel sonoro equivalente $L_{eq}$ (dB) por banda de octava (Hz)								$L_{Aeq}$ total (dBA)
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
EMAC 1	medido	62,2	57,9	55,6	52,7	49,3	44,6	40,6	33,4	54,6
	simulado	69,2	60,9	56,4	53,6	48,6	45,4	34,0	11,2	55,3
	diferencia	-7,0	-3,0	-0,8	-0,9	0,7	-0,8	6,6	22,2	-0,7
1	medido	65,3	60,8	57,8	53,3	49,3	45,2	37,1	25,4	55,5
	simulado	72,0	62,2	57,1	52,3	47,9	44,9	34,5	4,5	55,3
	diferencia	-6,7	-1,4	0,7	1,0	1,4	0,3	2,6	20,9	0,2
3	medido	62,9	57,9	55,2	50,9	48,1	43,9	37,1	25,6	53,6
	simulado	65,7	59,6	56,0	51,5	50,4	48,3	34,0	6,4	55,5
	diferencia	-2,8	-1,7	-0,8	-0,6	-2,3	-4,4	3,1	19,2	-1,9
5	medido	63,5	59,2	54,2	51,9	51,8	47,9	41,5	29,9	55,9
	simulado	67,3	61,0	58,1	54,4	52,9	49,6	40,4	19,6	57,7
	diferencia	-3,8	-1,8	-3,9	-2,5	-1,1	-1,7	1,1	10,3	-1,8
6	medido	61,6	56,9	52,6	50,8	48,5	47,1	40,2	28,3	54,0
	simulado	60,7	56,5	53,1	51,0	48,1	46,8	39,5	28,3	53,8
	diferencia	0,9	0,4	-0,5	-0,2	0,4	0,3	0,7	0,0	0,2
7	medido	65,9	61,4	54,9	52,8	51,1	44,8	43,5	30,4	55,7
	simulado	79,3	68,8	60,1	55,2	49,2	43,9	37,6	24,4	59,3
	diferencia	-13,4	-7,4	-5,2	-2,4	1,9	0,9	5,9	6,0	-3,6
a	medido	69,5	66,4	62,8	57,4	61,4	60,1	57,7	50,9	66,2
	simulado	68,6	66,1	63,6	58,6	61,1	59,7	56,7	50,1	66,0
	diferencia	0,9	0,3	-0,8	-1,2	0,3	0,4	1,0	0,8	0,2
b	medido	71,6	67,7	63,7	60,4	59,9	57,2	54,3	44,1	64,9
	simulado	70,2	66,0	62,5	59,0	58,5	55,7	51,9	40,9	63,3
	diferencia	1,4	1,7	1,2	1,4	1,4	1,5	2,4	3,2	1,6
c	medido	67,7	61,7	57,7	55,7	56,4	53,4	46,6	29,2	60,4
	simulado	67,9	62,1	58,7	55,3	54,9	52,0	44,7	27,8	59,4
	diferencia	-0,2	-0,4	-1,0	0,4	1,5	1,4	1,9	1,4	1,0
d	medido	66,1	60,7	58,4	56,4	53,8	51,1	41,9	26,9	58,9
	simulado	67,7	61,7	59,0	56,0	55,2	52,3	42,2	26,5	59,7
	diferencia	-1,6	-1,0	-0,6	0,4	-1,4	-1,2	-0,3	0,4	-0,8
e	medido	67,9	64,7	61,6	56,7	53,4	50,6	41,5	22,7	59,5
	simulado	74,4	64,3	58,7	55,3	52,1	52,5	45,1	25,7	59,2
	diferencia	-6,5	0,4	2,9	1,4	1,3	-1,9	-3,6	-3,0	0,3

**Tabla 3.** Comparación entre niveles sonoros medidos y simulados contemplando los eventos ruidosos generados por la TERMO.

Punto de medición		Nivel sonoro equivalente $L_{eq}$ (dB) por banda de octava (Hz)								$L_{Aeq}$ total (dBA)
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
EMAC 1	medido	74,6	75,4	79,6	79,3	81,1	78,8	68,4	40,7	84,8
	simulado	75,3	74,1	77,5	77,0	78,9	76,3	65,7	36,2	82,3
	diferencia	-0,7	1,3	2,1	2,3	2,2	2,5	2,7	4,5	2,5





**Figura 4.** Diferencia entre el mapa acústico que contempla los eventos generados por la fuente TERMO y el mapa acústico de base (figura 1).

#### 4.2 Simulación de la influencia del viento sobre la distribución espacial de los niveles sonoro

A efectos de analizar la incidencia del viento sobre la variación de los niveles sonoros, se consideraron los lineamientos generales, sobre correcciones meteorológicas, establecidos en la norma CONCAWE (CONCAWE, 1981). Este modelo considera aspectos tales como dirección y magnitud del viento y la estabilidad atmosférica, basados en estudios experimentales. Entonces, el término de atenuación sonora debida a los efectos del viento ( $C_{viento}$ ) se calcula para cada banda de octava según la clasificación de las condiciones ambientales presentes en el camino de propagación de la onda sonora de acuerdo a la estabilidad atmosférica, obteniendo así seis categorías (categorías A – G). Una vez definida la categoría de la condición climática en análisis, y de acuerdo a la magnitud del vector de viento ( $v$ ) medido al nivel del suelo, se definen las ecuaciones para los términos de atenuación sonora para cada banda de octava. Dada las características de la zona, se adoptó la categoría D (estabilidad atmosférica neutra o estable) y una velocidad del viento promedio  $v = 10$  m/s.

En la Figura 5 se muestra el mapa de diferencias entre los niveles sonoros simulados con y sin viento (es último, representado por el mapa acústico de base). En particular, se contempló la situación más desfavorable, donde la dirección del viento se considera predominante desde cada una de las fuentes hacia cada receptor (esta situación representa la cota máxima de incremento sonoro sobre cada receptor para la velocidad establecida). A partir de la Figura 5, se observa un aumento del  $L_{Aeq}$  promedio igual a 4 dBA en el sector.

Es necesario subrayar que la metodología implementada permite obtener valores indicativos de las variaciones de los niveles sonoros debida a la refracción del sonido en presencia de la velocidad de viento establecida. En tal sentido, sería necesario estudiar experimentalmente el efecto del viento bajo distintas condiciones adicionales (por ejemplo, situaciones de turbulencia locales) a fin de conocer su influencia de una manera más objetiva.





**Figura 5.** Diferencia entre el mapa acústico con y sin viento.

## 5 Conclusiones y trabajo a futuro

Se ha actualizado el mapa acústico de la zona urbana lindera al Polo Petroquímico en la localidad de Ingeniero White de la ciudad de Bahía Blanca, contemplando como única fuente de ruido el industrial. Para ello, se han identificado las potencias acústicas de las principales fuentes industriales involucradas. A partir de tales valores, se ha desarrollado un modelo matemático para describir el campo sonoro generado en la zona. Se ha actualizado el correspondiente mapa acústico para condiciones normales de operación de las plantas y en ausencia de viento (mapa de base). Se ha verificado el modelo mediante la comparación entre valores simulados y medidos del nivel sonoro en los puntos receptores de medición. Finalmente, se han simulado y analizado distintos escenarios acústicos de interés relacionados con la generación de eventos ruidosos por parte de la fuente Termoeléctrica y la influencia del viento sobre la distribución espacial de los niveles sonoros en la zona.

A efectos de lograr una mejor caracterización de los espectros sonoros simulados, resultaría necesario, como trabajo a futuro, incluir los efectos de directividad de las fuentes industriales examinadas. En particular, sería conveniente agregar puntos de medición próximos a la planta Cargill, para actualizar los correspondientes niveles de potencia sonora.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen el apoyo de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UTN y del Comité Técnico Ejecutivo CTE de la Municipalidad de Bahía Blanca.

## Referencias

- Conservation of clear air and water in Europe, CONCAWE (1981), The Propagation of Noise from Petroleum and Petrochemical Complexes to Neighboring Communities, Report N° 4/81.  
 Cortínez, Víctor; Sequeira, Martín; Azzurro, Adrián; Pons, Facundo; Rey Saravia, Fernando (2011), “Desarrollo y calibración de un modelo acústico para una zona residencial-industrial”,

- Publicado en Actas del III Congreso del Proyecto Integrador para la Mitigación de la Contaminación Atmosférica (PROIMCA).
- ISO 8297 (1994) -Acoustics – Determination of Sound Power Levels of Multisource Industrial Plants for Evaluation of Sound Pressure Levels in the Environment.
- ISO 9613-2 (1996) -Acoustics – Attenuation of Sound During Propagation Outdoors – Part 2: General Method of Calculation.
- Sequeira, Martín; Cortinez, Víctor; Azzurro, Adrián; Dominguez, Patricia (2015), "Caracterización sonora de un complejo industrial en Bahía Blanca: Estudio de impacto y medidas de mitigación", Publicado en Actas del XIII Congreso Argentino de Acústica (AdAA).