

PROPAGACIÓN DE BAJAS FRECUENCIAS DE MOTOGENERADORES Y TURBINAS ¿MEDICIÓN EN dBA, dBC Ó ESPECTRALES?

PACS: 43.28.Hr

Feo Rodríguez, Walter A.; Gushiken Uesu, Elena I.
Arquitectura y Consultoría Acústica (ARQUICUST)
Av. Javier Prado Oeste 304 - Magdalena
17 Lima Perú.
Tel: (51 1) 461 7119 Fax: (51 1) 461 5961
arquicust@arquicust.com

ABSTRACT

The recent development of the natural gas in Peru has produced a growth in the installation of thermal power plants with electrical generation turbines greater than 100 MW, and small one for individual industries, without counting the pumping stations, cryogenic compression plants, etc. The studies of environmental impact statement for those facilities, diminished or inclusively they ignored the effects in the low frequency sound by having considered the conclusions in measurements with weighting "A". This work reports real cases analysis, where the totality of the measurements was made in spectrum, having applied "A" and "C" weighting.

RESUMEN

El reciente desarrollo del gas natural en el Perú ha producido un crecimiento en la instalación de centrales térmicas con turbinas de generación eléctrica mayores a 100 MW, y pequeñas usinas particulares para industrias, sin contar las estaciones de bombeo, de compresión, plantas criogénicas, etc. Los estudios de impacto ambiental realizados para esas instalaciones, minimizaron o inclusive ignoraron los efectos en las bajas frecuencias del espectro sonoro por haber estimado las conclusiones en mediciones con ponderación "A". Este trabajo presenta análisis de casos reales, donde la totalidad de las mediciones fueron realizadas en el espectro, aplicando ponderación "A" y "C".

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la falta de legislación específica que determine los límites máximos permisibles (LMP) para ruido, proveniente de fuentes específicas de emisiones acústicas, y un protocolo de cómo medirlo, obliga a desarrollar métodos utilizando como referencia distintas Normas de gestión de calidad (ISO, DIN, BS, IRAM, etc.) y practicar Ensayos de mediciones acústicas para analizar y resolver problemas de quejas por molestias, aislamientos, etc. Esta Comunicación presenta los resultados de mediciones de inmisión acústica al Ambiente en una central térmica de 120 MW y otra de 170 MW (ambas con turbina a gas), y de mediciones dentro de habitaciones en cercanías a estaciones de bombeo de de gas natural líquido.

Para el registro del nivel de presión sonora, se utilizó un sonómetro analizador clase 1 (CESVA SC310) con análisis en 1/3 de octava de frecuencia entre 1 Hz a 20 kHz midiendo el espectro con ponderación Z, y su salida de audio se conectó a un grabador digital de 24 bits/96 kHz para analizar posteriormente las señales, y entregar al cliente un CD con los archivos para que tenga una idea auditiva del sonido que se escucha en cada uno de los puntos testigos.

2. ESTUDIO EN CENTRALES TÉRMICAS A GAS

Las dos centrales térmicas (CT) que se analizarán, están instaladas sobre la costa del Perú que, a causa de la corriente oceánica fría de Humboldt las masas de aire que bajan de la cordillera de Los Andes “choca” con las de ella, generando un clima con escasas lluvias (5 mm al año), temperaturas templadas (entre 16 a 28 °C), baja humedad relativa (máxima del 60% registrada por un psicómetro y no con termómetro de bulbo seco) y cielo cubierto de nubes. Esta característica climática provoca que la propagación de las ondas sonoras en el aire se propaguen a largas distancias con muy poca atenuación, y si a esto se le suma la geografía compuesta por cerros de hasta 600 m de altura, las emisiones acústicas de estos generadores se pueden registrar y escuchar a cientos de metros de distancia de su ubicación.

Como las turbinas a gas son máquinas bastante grandes (40 m de largo, 14 m de ancho, 6 m de altura, chimenea con radio de 12 m y 18 m de alto), y poseen distintas instalaciones asociadas (skids de válvulas, sistemas de regulación, turbina, bombas de inyección, zona de combustión, enfriadores de aire, enfriadores de aceite, etc.), por lo que el área a considerar a veces supera los 2000 m², y obviamente es muy difícil caracterizar las emisiones como un todo porque dependiendo de su ubicación espacial y potencia de emisión, la directividad de propagación de todo el conjunto es bastante compleja.

Los Ensayos practicados están muy limitados en el tiempo, ya que el trabajo fue encargado por una empresa privada para determinar la presunta molestia de la vecindad a causa del ruido por vía aérea y no de realizar una “investigación científica” y mucho menos financiarla; a raíz de esto, se aplicaron algunas simplificaciones bajo criterios de repetibilidad:

- a) realizar una medición cercana a cada fuente de emisión acústica,
- b) en una foto satelital se identifican los puntos testigos de monitoreo,
- c) en la foto se trazan líneas desde el centro de la chimenea hacia cada punto testigo,
- d) realizar una medición en un punto intermedio entre la CT y el punto testigo,
- e) mediciones en intervalos de 10 minutos con sub-intervalos de 15 segundos
- f) realizar las mediciones después de las 23:00 hs, para evitar ruido de otras fuentes.

2.1. Caso 1: Central térmica de 120 MW

No se pudieron hacer mediciones positivas en 360°, porque hay zonas entre la CT y los puntos testigos que se encuentran “entre medio” las líneas de transmisión, y el ruido por el *efecto corona* es muy alto, por lo que se tuvo que analizar solamente tres puntos de más de una decena de mediciones. Se practicaron dos Ensayos de mediciones en diferentes días, donde la turbina tuvo dos funcionamientos distintos: con y sin inyección de agua.

Tabla 2-1: Mediciones sonoras alrededor del perímetro de la turbina con sus instalaciones

dB (re 20 µPa)	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6
Carga 120 MW. Sin inyección de agua	76,6 dBA	77,1 dBA	74,7 dBA	81,9 dBA	77,5 dBA	71,4 dBA
Carga 120 MW. Sin inyección de agua	88,2 dBC	88,6 dBC	84,0 dBC	82,5 dBA	89,3 dBC	87,4 dBC

Carga 120 MW. Con inyección de agua	77,1 dBA	77,7 dBA	74,7 dBA	81,9 dBA	77,5 dBA	74,6 dBA
Carga 120 MW. Sin inyección de agua	89,1 dBC	89,1 dBC	87,1 dBC	92,8 dBC	92,0 dBC	88,9 dBC

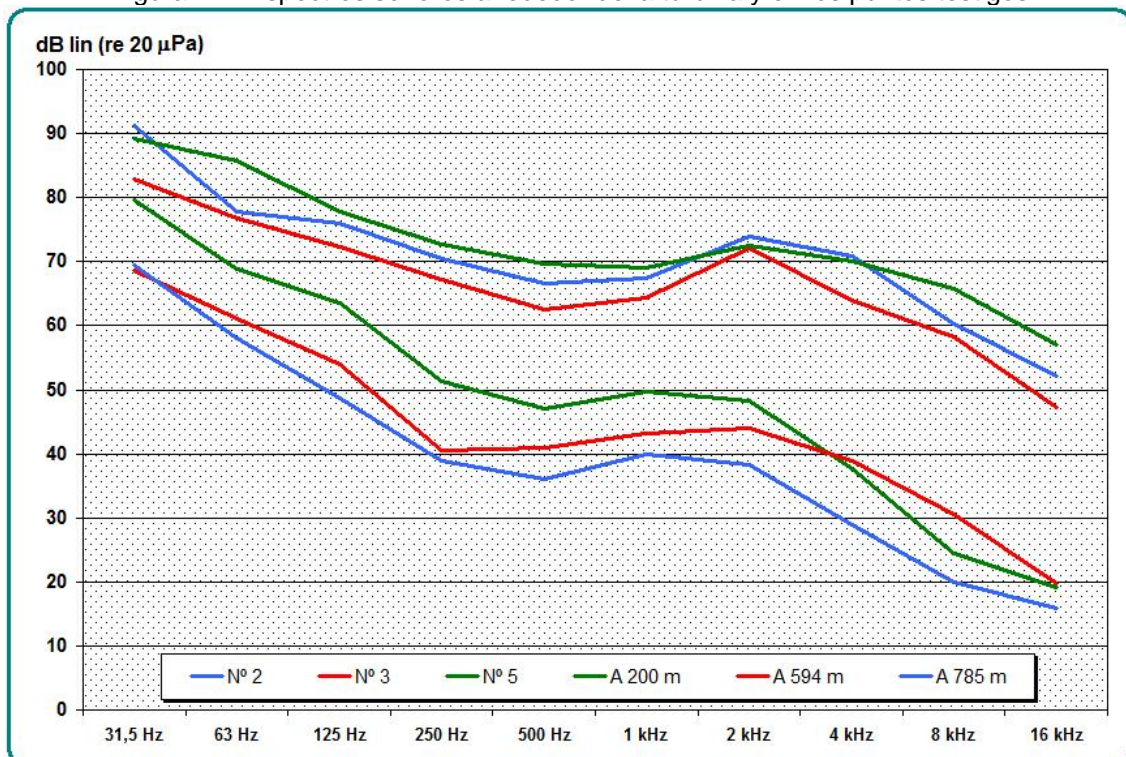
Se puede apreciar el incremento del NSCE con la turbina funcionando con inyección de agua, y se observa que el registro en dBC es un poco más alto que en dBA.

Tabla 2-2: Resumen de las mediciones sonoras en los puntos testigos

dB (re 20 μ Pa)		A 200 m	A 594 m	A 785 m
Sin inyección de agua	$L_{Aeq,T}$	55,0	47,9	44,4
	$L_{AFmaxeq,T}$	59,8	51,0	47,3
	$L_{Ceq,T}$	77,5	67,1	67,0
Con inyección de agua	$L_{Aeq,T}$	56,6	48,7	44,7
	$L_{AFmaxeq,T}$	62,1	53,2	47,9
	$L_{Ceq,T}$	77,9	67,6	67,4

Se observa cómo se reduce el NSCE a medida que nos alejamos del punto, lo cual es obvio, pero no podemos compararlas entre sí porque NO fueron realizadas sobre una misma línea, sino como se explicó se encuentran en distintos radiales, por lo que su nivel de presión sonora depende fuertemente de la directividad de la fuente; para ver esto, en la siguiente figura se presentan los espectros registrados que se correlacionan con sus posiciones espaciales.

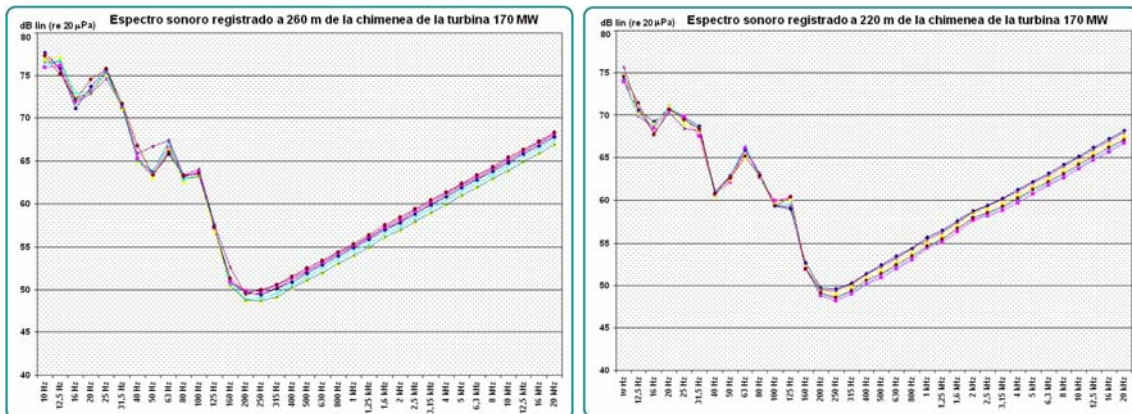
Figura 2-1: Espectros sonoros alrededor de la turbina y en los puntos testigos



2.2. Caso 2: Central térmica de 170 MW

Este estudio difiere con el anterior, ya que se trataba de establecer los niveles sonoros en distintos puntos a distancias pre establecidas, ya que una turbina igual iba a ser instalada en una CT que está en el medio de una ciudad, y se quería estimar el nivel de ruido en las viviendas más cercanas. Aquí se hicieron mediciones exhaustivas alrededor de las diferentes instalaciones asociadas a la turbina, ya que se realizó un mapa de ruido.

Figura 2-2: Espectros sonoros registrados a 260 m y 200 m de una turbina a gas



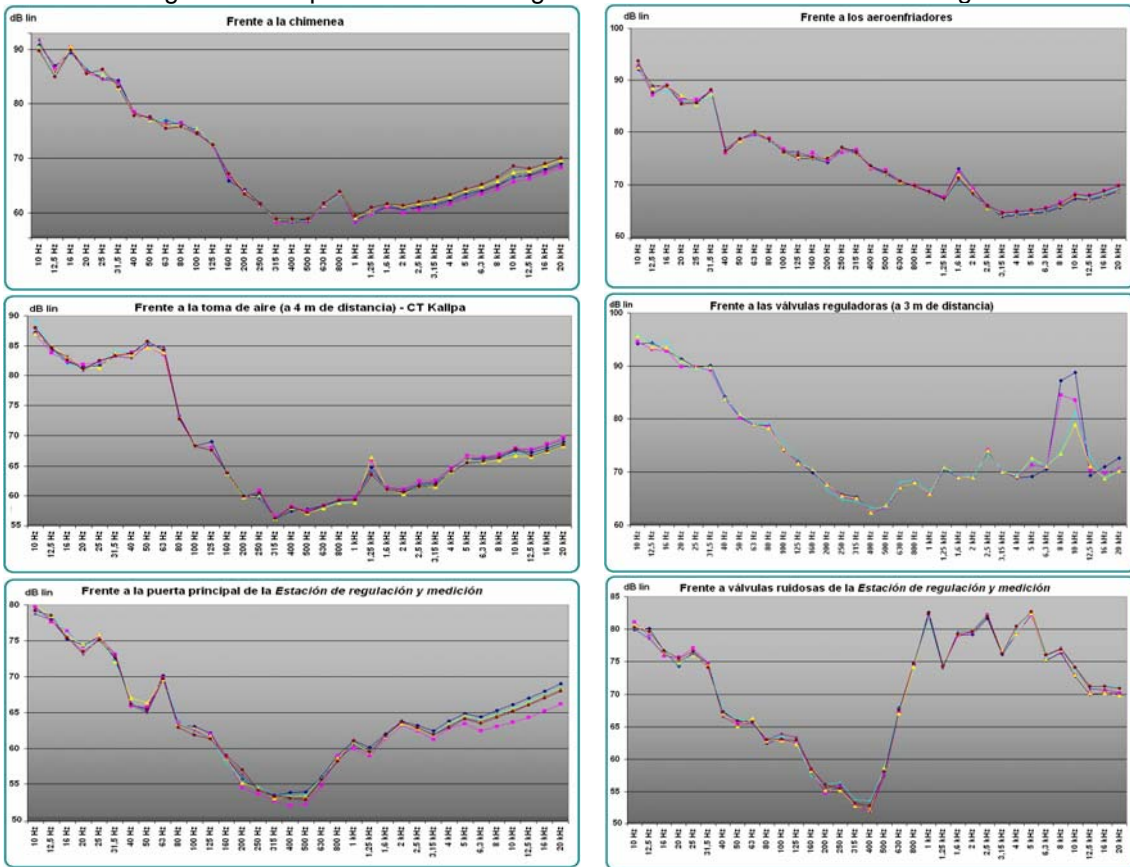
Una de las mediciones fue realizada a 260 m hacia atrás de la chimenea, y la otra a 220 m frente a ella, y se puede observar la diferencia de las señales en el espectro, esto porque las instalaciones suplementarias influyen en su conformación; los valores registrados fueron,

Tabla 2-3: Registros del NSCE en los puntos testigos

dB (re 20 µPa)	$L_{Aeq,T}$	$L_{Ceq,T}$	$L_{AFmaxeq,T}$	$L_{Aeq,T}$
A 220 m de la chimenea de la turbina a gas	71,4	74,8	80,5	83,9
A 260 m de la chimenea de la turbina a gas	71,5	77,2	80,5	83,8

Es interesante observar que el NSCE en dBA es prácticamente el mismo, pero no lo es en dBC, debiéndose esto a la directividad de la turbina. A continuación se muestran los espectros

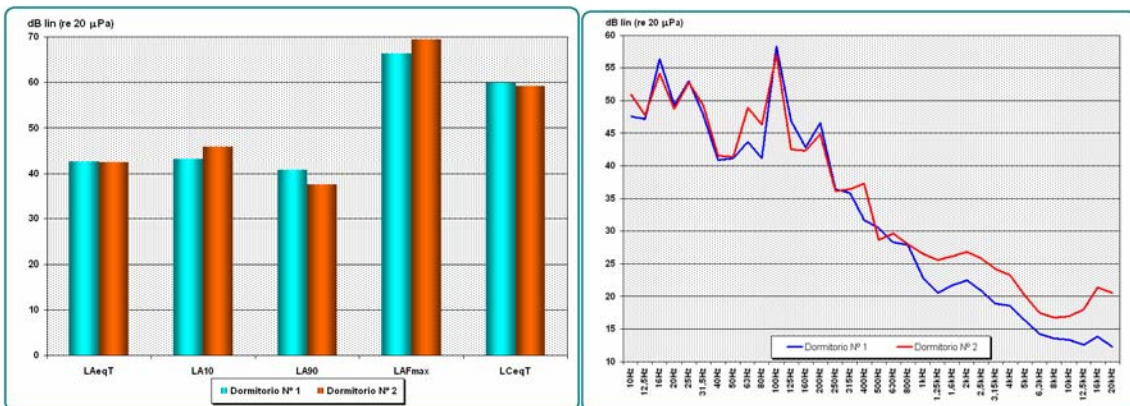
Figura 2-3: Espectros sonoros registrados alrededor de la turbina de gas



3. ESTUDIO DE DORMITORIOS EN CERCANÍA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE GNL

El Ensayo de mediciones practicado era para determinar con herramientas objetivas la molestia manifestada por las personas, a consecuencia de no poder conciliar el sueño a causa del ruido, teniendo en cuenta que existe más de 150 m entre las motobombas y los dormitorios.

Figura 3-1: Descriptores de ruido y espectros registrados



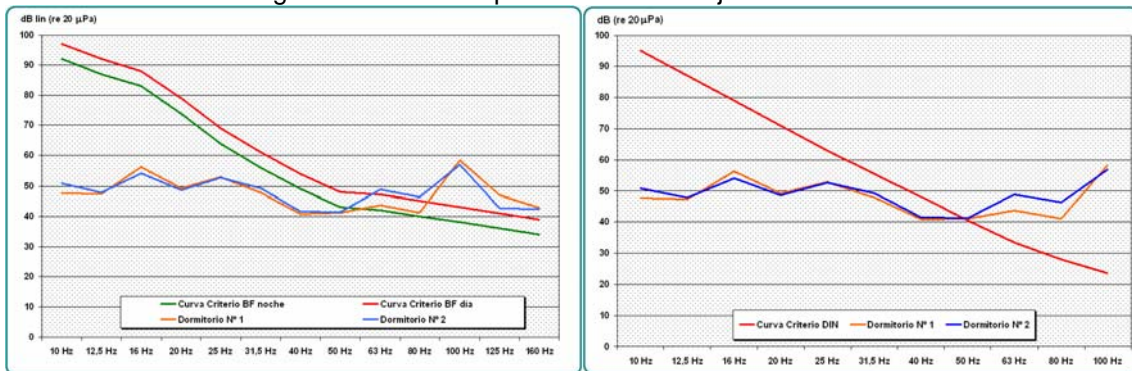
Tal como se puede ver en la figura anterior, la gran energía que existe en las bajas frecuencias del espectro sonoro son las responsables de la molestia, por lo que se tiene que hallar el factor objetivo que la exprese siendo el método más común el de restar el NSCE en dBC con el dBA, y si es mayor a 10 dB de acuerdo a la OMS existen problemas, y para la mayoría de la legislación de la UE esta diferencia tiene que ser mayor a 15 dB.

Tabla 3-1: Resumen de los descriptores de ruido registrados

dB (re 20 μ Pa)	$L_{Aeq,T}$	$L_{A10,T}$	$L_{A90,T}$	L_{AFmax}	$L_{Ceq,T}$	$L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}$
Dormitorio N° 1	42,6	43,1	40,8	66,2	59,9	17,3
Dormitorio N° 2	42,5	45,7	37,6	69,4	59,2	16,7

Otras referencias para ser aplicadas en interiores son la DIN 45680 y las recomendaciones de la DEFRA, ya que la ISO 7196 solamente es para exteriores. Se puede observar que en las frecuencias superiores a los 50 Hz se supera el criterio.

Figura 3-2: Criterios para análisis de bajas frecuencias



4. CONCLUSIONES

4.1. Aunque no exista legislación (en el Perú) que establezca LMP's para ruido y un protocolo para medirlo, la existencia de Normas de calidad, investigaciones soportadas por la OMS, legislación de otros países, etc., es suficiente para practicar Ensayos de mediciones acústicas y hacer análisis para correlacionar argumentos subjetivos con valores objetivos.

4.2. Para las mediciones y los análisis de la inmisión de ruido proveniente de fuentes emisoras con gran contenido de energía en las bajas frecuencias, es imprescindible el registro en conjunto del NSCE en dBC y dBA, y comparar su diferencia.

4.3. Calcular el NSCE en dBA pero de los niveles sonoros máximos (ISO 1996-2) es una herramienta complementaria de gran valor para establecer la molestia a un ruido, en los casos de mediciones en interiores de viviendas, donde el NSCE no "alcanza" para reflejarla.

4.4. No dejar el análisis de fuentes de emisiones acústicas ligadas únicamente al NSCE en dBA únicamente, los actuales sonómetros poseen una capacidad de procesamiento tal que registran una serie de descriptores de ruido que facilitan los cálculos posteriores, y tienen que

ser utilizados conscientemente, cuando se requiere hallar valores objetivos para justificar y/o resolver problemas de ruido.

5. BIBLIOGRAFÍA

DIN 45680:1997 Measurement and evaluation of low-frequency environmental noise
ISO 7196:1995 *Acoustics* - Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements
ISO 1996-2:2007 *Acoustics* - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels