

# ANEXO 5 ESTUDIO DE NIVELES ACÚSTICOS

# **ESTUDIO DE NIVELES ACÚSTICOS**

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
DE 66(132)/20 kV**

**ST BOVERAL**

**VINAROSZ**

**(PROVINCIA DE CASTELLÓN)**

**El Ingeniero Industrial  
D. Fco. Javier Juárez Carballeda  
Febrero 2018**

## ÍNDICE

1. ESTUDIO DE NIVELES ACÚSTICOS .....	3
1.1 Cálculo de los niveles de potencia.....	3
1.2 Cálculo en el punto más desfavorable del límite parcela Iberdrola .....	5
1.3 Cálculo en la vivienda más próxima.....	7
2. CONCLUSIONES .....	8

## 1. ESTUDIO DE NIVELES ACÚSTICOS

Como ya se ha indicado, esta subestación nace explotada a 66 kV pero a futuro se pretende pasar al nivel de 132 kV, por lo que el cálculo se realiza para transformadores 132/20 kV y alcance final con dos máquinas como caso más desfavorable desde el punto de vista de ruido.

A continuación se evalúa la repercusión que en el entorno exterior de la subestación tendrá su funcionamiento, tomando como datos de partida los niveles máximos de la presión acústica garantizados por el fabricante de los transformadores, niveles que Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U. limita en sus especificaciones de adquisición para la aceptación de estos equipos. En consecuencia, el nivel de presión acústica real de los transformadores de potencia en ningún caso superará el valor adoptado en cálculo.

### 1.1 Cálculo de los niveles de potencia

Los niveles máximos para los transformadores previstos instalar en la subestación quedarán limitados a los valores que se indican en la siguiente tabla.

Potencia asignada ONAN / ONAF MVA	Nivel de presión acústica (ONAN) dB(A)	Nivel de presión acústica (ONAF) dB(A)
132/20 kV-40 MVA	63	65

En condiciones habituales de servicio el nivel de presión no superará los 63 dB(A), situación ONAN que corresponde a una refrigeración natural, no obstante a efectos de cálculo se adopta el valor de 65 dB(A), situación ONAF que corresponde a una refrigeración mediante ventilación forzada.

De acuerdo con la norma UNE-EN 60076-10, aplicable específicamente a los transformadores de potencia, el nivel de potencia acústica en función del nivel de presión viene dado por la expresión:

$$L_{WA} = L_{PA} + 10 \log S/S_0$$

donde:

- S, corresponde al área de la superficie de medida dada por la ecuación  $S = (h+2) \cdot l_m$
- h, altura en m de la cuba del transformador.
- $l_m$ , es la longitud en m del contorno prescrito.

- 2, es la distancia de medida en m desde la superficie principal de emisión (a la que se encuentra el contorno prescrito en el que se deben tomar las medidas cuando los transformadores disponen de sistemas auxiliares de refrigeración de aire forzado en servicio).
- $S_0$ , es el área de referencia ( $1 \text{ m}^2$ ).

Teniendo en cuenta las dimensiones máximas de la cuba y radiadores del transformador previsto instalar en la instalación, T 132/20 kV - 40 MVA, 6,40 m de largo, 4,90 m de ancho, y 4,20 m de altura, la longitud del contorno prescrito resulta:

$$Lm = (6,40+4) \times 2 + (4,90+4) \times 2 = 38,60 \text{ m}$$

y el área de la superficie de medida:

$$S = (4,20+2) \times 38,6 = 239,32 \text{ m}^2$$

El nivel de potencia de cada transformador será:

$$L_{WA} = 65 + 10 \log 239,32/1 = 86,79 \text{ dB(A)} \text{ (ONAF)}$$

Para el cálculo de la potencia sonora se considerará también el efecto que producirán los equipos de climatización que se instalarán en cada uno de los edificios y extracción y a los que aplica la norma UNE-EN ISO 3744:

- Sala de control → 1 climatizador + 1 extractor
- Sala de comunicaciones → 1 climatizador
- Edificios de celdas 1 → 1 climatizador
- Edificios de celdas 2 → 1 climatizador
- Edificios de celdas 3 → 1 climatizador
- Edificios de celdas 4 → 1 climatizador

El fabricante de los equipos de climatización da un nivel de presión sonora que para los habituales utilizados en este tipo de instalaciones es de  $LP = 54 \text{ dB (A)}$ , valor que es necesario convertir en nivel de potencia mediante la expresión ya utilizada:

$$L_{WA} = L_{PA} + 10 \log S/S_0$$

donde:

- $S$ , superficie de contorno del equipo, en este caso a 1 m de distancia.
- $S_0$ , es el área de referencia ( $1 \text{ m}^2$ ).

Teniendo en cuenta las dimensiones del equipo a instalar (unidad exterior) de 0,95 m x 0,40 m x 0,85 m, tenemos una superficie de contorno de 26,875 m<sup>2</sup> y

$$L_{W \text{ de cada sala}} = 54 + 10 \log (26,875/1) = 68,29 \text{ dB(A)}$$

Con respecto al extractor de la sala de control, según el fabricante, el espectro de potencia sonora es el siguiente:

Frecuencia (Hz)	Potencia (dB(A))
63	41
125	62
250	58
500	67
1000	74
2000	70
4000	66

El nivel global lo obtenemos mediante la expresión:

$$L_{W \text{ Sala Control}} = 10 \cdot \log \left( \sum 10^{(L_{wi})/10} \right)$$

Sustituyendo obtenemos un nivel de potencia global de  $L_{W \text{ Sala Control}} = 76,66 \text{ dB(A)}$ .

Como resumen de los niveles de potencia sonora:

- Transformador 1 →  $L_{w T1} = 86,79 \text{ dB(A)}$  ONAF
- Transformador 2 →  $L_{w T2} = 86,79 \text{ dB(A)}$  ONAF
- Climatizador de la sala de control →  $L_{w \text{ Sala Control}} = 68,29 \text{ dB(A)}$
- Climatizador de la sala de comunicaciones →  $L_{w \text{ Comunicaciones}} = 68,29 \text{ dB(A)}$
- Climatizador de los edificios de celdas →  $L_{w \text{ Celdas}} = 68,29 \text{ dB(A)}$
- Extractor de la sala de control →  $L_{w \text{ Sala Control}} = 76,66 \text{ dB(A)}$

Calculados los niveles de potencia de cada equipo, podemos obtener el nivel de recepción externo en cada punto del entorno de la subestación.

## 1.2 Cálculo en el punto más desfavorable del límite parcela Iberdrola

Tomamos como punto más desfavorable para el cálculo del ruido el punto en el límite de propiedad donde el nivel de presión sonora será mayor por cercanía a los equipos (transformador) respecto del resto de puntos de este límite. En este caso, el punto más cercano se encuentra al sureste del transformador T-1, el cual queda a 25,60 m del límite de propiedad.

Para calcular el nivel de presión sonora en el punto señalado tendremos en cuenta las distancias de las fuentes de ruido respecto de dicho punto:

- Transformador 1 → 25,60 m
- Transformador 2 → 46,20 m
- Climatizador (1) de la sala de control → 31,80 m
- Climatizador (1) de la sala de comunicaciones → 34,80 m
- Climatizador (1) del módulo 1 de celdas → 40 m
- Climatizador (1) del módulo 2 de celdas → 46 m
- Climatizador (1) del módulo 3 de celdas → 54,6 m
- Climatizador (1) del módulo 4 de celdas → 61 m
- Extractor (1) de la sala de control → 33 m

De acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 60076-10, un cálculo aproximado del campo lejano a una distancia R del centro geométrico del equipo se obtiene mediante la expresión:

$$L_p = L_w - 10 \log \left( \frac{Sh}{S_o} \right)$$

donde:

- $L_p$  es el nivel de presión sonora en el punto considerado, respecto de cada fuente
- $L_w$  es el nivel de potencia sonora de cada fuente
- $Sh = 2 \cdot \pi \cdot R^2$ , y R la distancia entre la fuente y el punto considerado
- $S_o$  es una superficie de referencia que la Norma establece en  $1 \text{ m}^2$

Aplicando valores obtenemos:

- Transformador 1 →  $L_{p T1} = 52,64 \text{ dB(A)}$
- Transformador 2 →  $L_{p T2} = 47,52 \text{ dB(A)}$
- Climatizador de la sala de control →  $L_{p Sala Control} = 30,26 \text{ dB(A)}$
- Climatizador de la sala de comunicaciones →  $L_{p Comunicaciones} = 29,48 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 1 de celdas →  $L_{p Celdas 1} = 28,27 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 2 de celdas →  $L_{p Celdas 2} = 27,06 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 3 de celdas →  $L_{p Celdas 3} = 25,57 \text{ dB(A)}$

- Climatizador del módulo 4 de celdas  $\rightarrow L_{p\text{ Celdas }4} = 24,61 \text{ dB(A)}$
- Extractor de la sala de control  $\rightarrow L_{p\text{ Sala Control}} = 38,31 \text{ dB(A)}$

La expresión matemática a emplear para calcular el nivel global de presión sonora en el punto crítico considerado, debido tanto a transformadores con su ventilación como a equipos de climatización y extracción es la siguiente:

$$L_p = 10 \log \left( \sum 10^{L_{p_i}/10} \right)$$

en la que sustituyendo, obtenemos un nivel de presión sonora global en el punto considerado de **54 dB(A)**.

### 1.3 Cálculo en la vivienda más próxima

Al sur de la parcela de Iberdrola existe una vivienda, siendo esta la más próxima a las fuentes de ruido y sobre la que se realizarán los cálculos.

Para calcular el nivel de presión sonora en la construcción señalada se tendrán en cuenta las distancias de las fuentes de ruido respecto a ella:

- Transformador 1  $\rightarrow 81,50 \text{ m}$
- Transformador 2  $\rightarrow 94 \text{ m}$
- Climatizador (1) de la sala de control  $\rightarrow 63,50 \text{ m}$
- Climatizador (1) de la sala de comunicaciones  $\rightarrow 66 \text{ m}$
- Climatizador (1) del módulo 1 de celdas  $\rightarrow 76,50 \text{ m}$
- Climatizador (1) del módulo 2 de celdas  $\rightarrow 81 \text{ m}$
- Climatizador (1) del módulo 3 de celdas  $\rightarrow 88 \text{ m}$
- Climatizador (1) del módulo 4 de celdas  $\rightarrow 93,50 \text{ m}$
- Extractor (1) de la sala de control  $\rightarrow 64,50 \text{ m}$

De acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 60076-10, un cálculo aproximado del campo lejano a una distancia R del centro geométrico del equipo se obtiene mediante la expresión:

$$L_p = L_w - 10 \log \left( \frac{Sh}{S_0} \right)$$

donde:

- $L_p$  es el nivel de presión sonora en el punto considerado, respecto de cada fuente
- $L_w$  es el nivel de potencia sonora de cada fuente
- $S_h = 2 \cdot \pi \cdot R^2$ , y  $R$  la distancia entre la fuente y el punto considerado
- $S_0$  es una superficie de referencia que la Norma establece en  $1 \text{ m}^2$

Aplicando valores obtenemos:

- Transformador 1  $\rightarrow L_{p T1} = 42,58 \text{ dB(A)}$
- Transformador 2  $\rightarrow L_{p T2} = 41,35 \text{ dB(A)}$
- Climatizador de la sala de control  $\rightarrow L_{p Sala Control} = 24,26 \text{ dB(A)}$
- Climatizador de la sala de comunicaciones  $\rightarrow L_{p Comunicaciones} = 23,92 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 1 de celdas  $\rightarrow L_{p Celdas 1} = 22,64 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 2 de celdas  $\rightarrow L_{p Celdas 2} = 22,14 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 3 de celdas  $\rightarrow L_{p Celdas 3} = 21,42 \text{ dB(A)}$
- Climatizador del módulo 4 de celdas  $\rightarrow L_{p Celdas 4} = 20,90 \text{ dB(A)}$
- Extractor de la sala de control  $\rightarrow L_{p Sala Control} = 32,49 \text{ dB(A)}$

La expresión matemática a emplear para calcular el nivel global de presión sonora en el punto crítico considerado, debido tanto a transformadores con su ventilación como a equipos de climatización y extracción es la siguiente:

$$L_p = 10 \log \left( \sum 10^{L_{pi}/10} \right)$$

en la que sustituyendo, obtenemos un nivel de presión sonora global en el punto considerado de **45 dB(A)**.

## 2. CONCLUSIONES

Es de significar que las condiciones de cálculo que arrojan los valores de **54 dB(A)** en el límite de la parcela propiedad de Iberdrola y **45 dB(A)** en la vivienda más cercana, suponen la situación más extrema que se pudiera dar durante el funcionamiento de la subestación, a saber, máxima demanda de energía y refrigeración forzada (situación ONAF) de cada transformador, coincidencia simultánea de todas las unidades en dichas condiciones extremas y, así mismo, de los equipos de climatización de la sala de control, comunicaciones, módulos de celdas y extracción de sala de control.

Por otra parte, dichas condiciones, improbables de darse en circunstancias normales de explotación, son, en todo caso, imposibles de acontecer en la práctica durante el período nocturno en el que es evidente que la demanda de energía desciende de manera considerable como consecuencia de la disminución generalizada del nivel de actividad en dicho período, en el que los transformadores operan en niveles de carga muy por debajo de su potencia nominal normalmente y en condiciones de refrigeración natural (situación ONAN), por lo que el nivel de presión acústica sería inferior incluso a los 63 dB(A) garantizados de fábrica para la máxima carga en condiciones de refrigeración natural. Si a esto añadimos que la climatización de los edificios durante dicho período, dada la disminución de las condiciones exteriores de temperatura, estará prácticamente inoperativa, el nivel de recepción en el punto estudiado se situaría para el período nocturno en unos **52 dB(A)** en el límite de la parcela de Iberdrola y **43 dB(A)** en la construcción más cercana, considerando exclusivamente el efecto de los transformadores en condiciones de refrigeración natural.

En estos cálculos tampoco se ha tenido en cuenta la atenuación por efecto de las condiciones climáticas de la zona en la que se ubica la subestación, tal como señala la norma ISO 9613-1, cuya cuantía depende de cada fuente y viene a suponer una media de 0,5 dB(A) aproximadamente ni la reducción por el apantallamiento producido por cerramientos y edificios de la propia subestación que se sitúan entre la fuente de ruido y el punto de medición.

En relación a los niveles de ruido de esta instalación, resulta de aplicación lo establecido en la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de Protección contra la Contaminación Acústica de la Generalitat Valenciana, desarrollada por el Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, por el que se establecen normas de prevención y corrección de las edificaciones, obras y servicios, que tiene por objeto establecer los mecanismos de control del ruido producido por las actividades, obras y servicios. Los niveles máximos de ruido para la ST Boveral son los establecidos en la Tabla I del Anexo II de la Ley 7/2002:

<u>USO DOMINANTE</u>	<u>NIVEL SONORO dB(A)</u>	
	<u>DÍA</u>	<u>NOCHE</u>
Sanitario y docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

La parcela donde se ubicará la subestación se puede considerar de uso dominante industrial, la cual establece los siguientes valores límite de 70 dB(A) y 60 dB(A) para los periodos de día y noche, respectivamente. Ambos valores están muy por encima de los resultados obtenidos en los cálculos.

Para el caso de la vivienda más cercana se consideran los valores correspondientes al uso residencial de 55 dB(A) día y 45 dB(A) noche a fachada. El resultado de 45 dB(A) en las condiciones más extremas de funcionamiento (ONAF) cumple ambos valores. Teniendo en cuenta que las condiciones reales de funcionamiento de la subestación en el periodo nocturno es un funcionamiento ONAN y que las fuentes de ruido quedan apantalladas por la existencia de los edificios de la propia subestación y cerramientos que quedan situados entre la vivienda y las fuentes de ruido, el valor nocturno queda todavía más bajo que el límite indicado.

Por tanto, se estima que la incidencia en el entorno será reducida y, en todo caso, siempre dentro de los límites.