

CASO DE ESTUDIO: RUIDO DE ASCENSORES EN EDIFICACIÓN EXISTENTE

PACS: 43.55 Rg

Romero Fernández, Amelia¹; Casla Herguedas, Belén²; Carrascal García, Teresa³; Canella Fernández, Andrés⁴

^{1, 2, 3} Unidad de Calidad de la Construcción.

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

C/ Serrano Galvache 4. 28033 Madrid. España.

Teléfono: +34 91 302 04 40

E-mail: aromero@ietcc.csic.es; belench@ietcc.csic.es; tcarrascal@ietcc.csic.es;

⁴ Cirrus Research

Teléfono: +34 93 362 2891

www.cirrusresearch.es

E-mail: Andres.Canella@cirrusresearch.com

ABSTRACT

The transmission of noise and vibrations from services is a complex issue which has not been studied in depth, especially in existing buildings. This, combined with the fact that, because of the sharp drop in the number of new buildings, Spanish administrations are promoting the retrofitting building industry, makes it necessary to undertake some research on service noise in existing buildings.

This paper shows a research carried out to characterize noise levels produced by lifts in an existing building. This is the beginning of a new line of research on acoustics and noise coming from lifts in retrofitted buildings.

RESUMEN

La transmisión de ruido y vibraciones de las instalaciones es un fenómeno complejo que no ha sido suficientemente estudiado, especialmente en edificios existentes. Esto, unido al hecho de que con la caída de la obra nueva, el mercado de la rehabilitación está siendo promovido por las administraciones, hacen necesario llevar a cabo una serie de estudios de ruido de instalaciones en edificios existentes.

En esta comunicación se muestra un estudio concreto realizado para caracterizar los niveles de ruido producidos por ascensores en un edificio existente. Con ello se inicia una línea de investigación acústica sobre el ruido procedente de los ascensores en intervenciones de rehabilitación.

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones en los edificios, tales como ascensores, fontanería y los equipos de climatización son causa frecuente de molestias a los usuarios. El ruido generado se transmite por vía aérea y estructural y el ruido transmitido de esta última forma es muy difícil de prever en las etapas de diseño.

Esto se une al hecho de que frecuentemente debido a condicionantes del diseño, la ubicación de las instalaciones puede no ser la más idónea desde el punto de vista de la protección frente al ruido. Si los equipos de instalaciones, tales como ascensores, climatizadoras, ventiladores, etc. no están separados y alejados de los recintos más sensibles, como dormitorios o zonas de trabajo, deben adoptarse medidas específicas para reducir el ruido transmitido por los mismos, de lo contrario el ruido puede interferir en las actividades diarias realizadas en estos recintos.

En el caso de edificios existentes, este hecho se agrava porque las tecnologías son más antiguas, los elementos de separación presentan un menor aislamiento acústico que los exigidos en la normativa actual y puede que algunos equipos presenten deficiencias producidas por el uso o por un mantenimiento defectuoso.

En este contexto, se plantea este trabajo como el inicio de una línea de trabajo sobre ruido de instalaciones, cuyo objetivo es el estudio de la metodología de ensayo, la caracterización y la catalogación del ruido producido por las instalaciones habituales en los edificios, ya sean existentes o de nueva construcción. La primera instalación que se aborda es la de ascensores.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es caracterizar el ruido provocado por las instalaciones de un ascensor en un edificio existente, en los recintos colindantes al mismo. El edificio es el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, el cual data del año 1951.

En la actualidad, se está elaborando el proyecto de adaptación del edificio a las condiciones de accesibilidad requeridas en el RDL 1/2013 para las personas con discapacidad [1]. A la vez que se realizan estos trabajos, se ha aprovechado para evaluar el ruido producido por uno de los ascensores para que, llegado el momento de su adaptación, se pudieran tener datos de referencia para enfocar posibles problemas de ruido.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja fue construido en 1951 y pertenece al Consejo superior de Investigaciones Científicas. Es un edificio de cuatro plantas (sótano, semisótano, baja y primera) y el ascensor da servicio a tres de estas plantas, todas ellas excepto el sótano.

El ascensor objeto de estudio se encuentra situado en el edificio principal del instituto. Se trata de un ascensor marca Otis, modelo 401, con una carga de 320 Kg y una velocidad de 0,6 m/s. El recorrido del ascensor tiene 3 alturas y la puerta de acceso al mismo es semiautomática, con

puerta exterior manual y apertura a derechas. El ascensor es colindante con un laboratorio en planta primera, con un despacho y un laboratorio en planta baja y con un almacén en planta sótano. La partición que conforma la caja del ascensor es medio pie de ladrillo perforado.

El cuarto de máquinas está enterrado en el sótano y no es colindante con recintos protegidos. Las paredes del mismo son de hormigón armado. La maquinaria y el cuadro de maniobras están anclados sin amortiguadores. El foso del ascensor y el cuarto de máquinas son colindantes, separados únicamente por una rejilla que comunica ambos espacios.



Figura 1 – Cuarto de máquinas y cabina del ascensor.

Cuando hablamos de instalaciones comunitarias en edificios de viviendas (uso oficina en el caso que nos ocupa), el ascensor suele ser uno de los principales focos de molestias. Éste genera ruidos molestos a los recintos colindantes si no se tienen unas consideraciones acústicas durante su instalación.

El principal problema es la transmisión estructural por ruido y vibraciones, que puede llegar incluso a recintos alejados durante los periodos de funcionamiento del ascensor, por lo que se debe evitar el contacto con la estructura del edificio. Las principales causas de ruido en los ascensores y según su régimen de funcionamiento suelen ser el salto de contactotes y los arranques y paradas, la apertura y el cierre de puertas y los desplazamientos de subida y bajada.

Medidas habituales en la instalación de ascensores suelen ser [2]:

- Utilizar sistemas antivibratorios entre la maquinaria del ascensor o el cuadro de contactores y los elementos constructivos del edificio;
- Instalar la máquina del ascensor sobre elementos amortiguadores calculados específicamente para las características de dicha máquina, teniendo en cuenta especialmente el peso del conjunto motor, cabina y contrapeso. Es conveniente que proporcionen una adecuada estabilidad en las paradas y arranques;
- Sujetar el cuadro de maniobras, que contiene los relés de arranque y parada, con elementos elásticos o amortiguadores que garanticen que no se produzcan transmisiones por ruidos de impactos o vibraciones a los paramentos;
- Es conveniente que las puertas de acceso al ascensor, especialmente cuando se trata de puertas abatibles, tengan en cada piso topes elásticos que minimice el impacto contra el marco en las operaciones de cierre de las mismas.

4. ENSAYOS REALIZADOS. METODOLOGÍA

Con el objeto de caracterizar el ascensor desde el punto de vista acústico se ha registrado el ruido producido por el mismo en los recintos protegidos colindantes conforme a dos metodologías o enfoques diferentes:

1. Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios. Método de peritaje: UNE-EN ISO 16032: 2005 [3];
2. Medición de ruido de actividad según el Anexo IV del Real Decreto 1367/2003 [4].

Los recintos ensayados, cuyo uso se especifica conforme a los términos indicados en el RD 1367/2003, son los siguientes:

Recinto	Ubicación	Uso	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
R1 (P1.1)	Planta Primera	Oficina (laboratorio)	49	130
R2 (PB.1)	Planta Baja	Oficina (despacho compartido)	28	82
R3 (PB.2)	Planta Baja	Oficina (laboratorio)	35	101

Tabla 1 – Recintos de ensayo.

4.1. Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios. Método de peritaje. UNE-EN ISO 16032:2005

Esta norma especifica el método de peritaje para la medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios. Para ello especifica las condiciones de funcionamiento y los ciclos de funcionamiento a seguir para realizar las mediciones.

El nivel de nivel de presión sonora del ascensor se determina como el nivel de presión sonora máximo ponderado A (y opcionalmente ponderado C) que se produce durante un ciclo de funcionamiento o como el nivel de presión sonora continuo equivalente determinado con un tiempo de integración especificado. Se mide el nivel de presión sonora en bandas de octava en el rango de frecuencias de 31,5Hz (Pond. A) / 63 Hz (Pond C) a 8000 Hz como el espectro lineal correspondiente al nivel de presión sonora máximo ponderado A o ponderado C que se produce durante un ciclo de funcionamiento. Para ello se ha registrado todo el historial temporal de los espectros en bandas de octava. Para evaluar el nivel de presión sonora del ascensor, la norma nos indica que debe tomarse el espectro en el momento en que se produce el nivel de presión sonora máximo ponderado A o ponderado C. Además, de manera opcional, se puede determinar el nivel de presión sonora continuo equivalente con un tiempo de integración especificado.

Los resultados deben corregirse por ruido de fondo (L_{eq} de 30 segundos) y opcionalmente pueden normalizarse para un tiempo de reverberación de 0,5 s o un área de absorción equivalente de 10 m². Por último deben calcularse los niveles de presión sonora ponderados A y C a partir de los resultados en bandas de octava.

El nivel de presión sonora se mide en tres posiciones de micrófono, una posición en una esquina del recinto y dos posiciones en el campo reverberante del recinto.

El número de mediciones en cada punto se determina a partir de la diferencia en dB de dos medidas de L_{Aeq} consecutivas. Si esta diferencia es igual o menor que 1,0 dB basta una medición en cada posición; si la diferencia excede de 1,0 dB el número de mediciones será igual a esta diferencia redondeada al valor entero más cercano. Posteriormente, para cada banda de octava se calculará el nivel promediado de todas las mediciones.

El ciclo de funcionamiento que se define para el caso del ascensor es el siguiente: el ascensor se debe cargar con una o dos personas. Debe ponerse en marcha el ascensor en el nivel más bajo posible (en este caso, planta sótano). Se para en cada nivel intermedio y se abren y cierran las puertas. Cuando el ascensor haya llegado al nivel más alto de su recorrido (planta primera), se pulsa el botón para devolverlo al nivel más bajo posible y a continuación se abren y cierran las puertas de nuevo.

4.2. Anexo IV del Real Decreto 1367/2003

El ya conocido RD 1367/2003 vino a completar la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, estableciendo las normas necesarias para su desarrollo y ejecución en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. En concreto, en su Artículo 25 contiene algunas consideraciones a efectos de la inspección de actividades.

En el Anexo I define el “Índice de ruido continuo equivalente corregido, $L_{K_{eq,T}}$ ” que contiene las correcciones por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo:

$$L_{K_{eq,T}} = L_{Aeq,T} + K_t + K_f + K_i \quad \text{con } K_t + K_f + K_i \leq 9\text{dB}$$

El Anexo IV, que describe los métodos de evaluación y procedimientos de medición, indica cómo deben hacerse estas correcciones y establece además que deben identificarse y considerarse las fases de ruido de una actividad para su correcta evaluación. Esta identificación de fases de ruido puede hacerse según diferentes periodos temporales de funcionamiento uniforme que pueda tener la actividad o según se detecten variaciones significativas en los niveles de presión sonora que se generen dentro del periodo de evaluación.

En el espacio interior de los edificios se consideran tres posiciones de medición y en cada una de ellas por cada fase de ruido existente se realizan, al menos, tres mediciones de $L_{K_{eq,Ti}}$ (siendo T_i el periodo de la fase de ruido i) de una duración mínima de 5 segundos, con intervalos de tiempo mínimos de 3 minutos entre cada medida. Para la medida del ruido de fondo se procede de la misma manera. El resultado final de la medición será el valor más alto de los obtenidos.

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y componentes impulsivas deben medirse los siguientes parámetros, tanto en situación de la fuente de ruido funcionando como parada:

- **Espectro** sin ponderar en bandas de 1/3 de octava (dB): Para detectar y evaluar la presencia de componentes tonales en el ruido estudiado;
- **L_{Aeq} (dBA)**: Parámetro principal que define el nivel de ruido generado por la instalación;
- **L_{Ceq} (dBC)**: Para detectar y evaluar las componentes de baja frecuencia en el ruido estudiado;
- **L_{Aeq} (dBA)**: Para detectar y evaluar las componentes impulsivas en el ruido estudiado.

4.3. Procedimiento empleado y criterios adoptados

Para satisfacer los condicionantes de ambas normas de medición resumidas en el apartado anterior se establece un procedimiento determinado y se adoptan una serie de criterios:

- Recintos receptores: 3;
- Puntos de medida por recinto: 4:
 - o Punto en esquina: 1;
 - o Puntos en campo reverberante: 3;
- Repeticiones de la medida por punto: 3
 - o Implica registrar 3 ciclos de funcionamiento del ascensor.
Estas 3 medidas nos dan un margen de 3 repeticiones en cada punto según diferencias entre medidas consecutivas de acuerdo a UNE-EN ISO 16032;
 - o La medida en cada punto se inicia y se termina con la medición del ruido de fondo durante, al menos, 30 segundos;
 - o Dado que se tiene el control sobre el funcionamiento de la fuente se decide realizar las 3 muestras de manera consecutiva (3 ciclos de funcionamiento de ascensor) en vez de con intervalos de 3 minutos de separación entre muestras.
- Período de muestreo: 500 milisegundos;
- Rango de frecuencias: 16 a 12500 Hz:
 - o La corrección por tonalidad según RD1367 se aplica de 20 a 10000Hz;
- Parámetros registrados y procesados:
 - o Espectro en OCT de 31,5 a 8000 Hz;
 - o Espectro en 1/3 OCT de 16 a 12500 Hz;
 - o L_{Aeq} , L_{Ceq} , L_{A1eq} ;
 - o L_{AFmax} .

Ciclo de funcionamiento del ascensor: El régimen de funcionamiento del ascensor se inicia en la planta sótano, con una carga de una persona. Se pone en marcha el ascensor y se para en la planta baja abriendo y cerrando las puertas. Vuelve a arrancar el ascensor y sube a planta primera, allí se realiza parada, apertura y cierre de puertas. Seguidamente se regresa a la planta sótano parando, abriendo y cerrando las puertas, llegando con esto al final del ciclo.

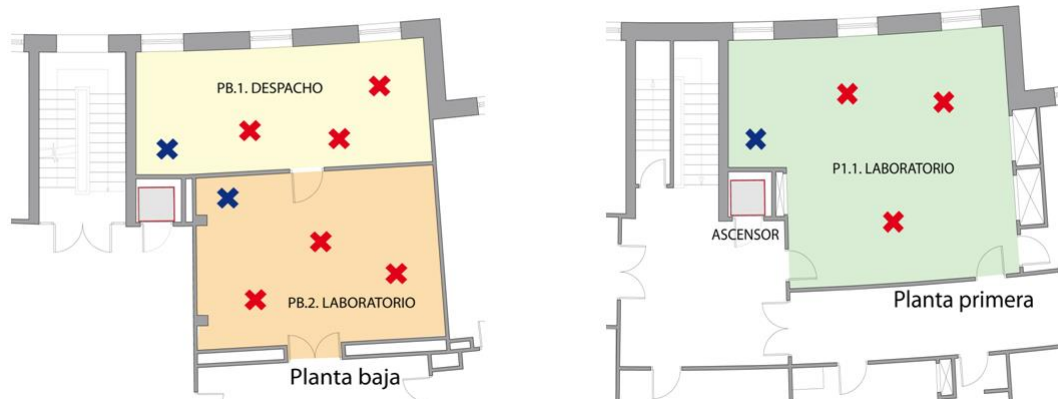


Figura 2 – Plantas del edificio. Situación del ascensor y recintos ensayados. Con un aspa roja se indican los puntos de medida, en azul se han marcado los puntos de esquina. Izqda: PB.1 Despacho y PB2 Laboratorio. Dcha: P1.1 Laboratorio

4.4. Equipos empleados

Las mediciones se han realizado con el kit sonómetro integrador Optimus Green Clase 1 con bandas de octava 1/1 y 1/3, grabación de audio y registro de datos.

El kit está compuesto por el sonómetro Cirrus Optimus CR:171B y su calibrador acústico correspondiente.

En parte del procesado de datos se ha utilizado el software NoiseTools suministrado por Cirrus Research, SL.



Figura 3 – Kit de medición

5. RESULTADOS

5.1. Caracterización del NPS del ascensor conforme al método de peritaje. EN ISO 16032:2004

A continuación se muestran los resultados conforme a las especificaciones de la norma EN ISO 16032:2004:

Frecuencia OCT (Hz)	L _{Fmax} (dB)			L _{AFmax} (dBA)			L _{CFmax} (dBC)			Ruido fondo (dB)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
31,5	52,8	45,8	50,7	-	-	-	49,8	42,8	47,7	48,9	45,7	50,8
63	45,0	44,8	44,2	18,8	18,6	18,0	44,2	44,0	43,4	44,0	42,9	39,9
125	45,1	43,4	42,2	29,0	27,3	26,1	44,9	43,2	42,0	39,0	41,3	35,6
250	48,9	43,1	43,8	40,3	34,5	35,2	48,9	43,1	43,8	35,9	29,2	27,2
500	47,7	46,3	44,7	44,5	43,1	41,5	47,7	46,3	44,7	26,4	26,2	19,6
1000	44,2	45,7	37,0	44,2	45,7	37,0	44,2	45,7	37,0	23,8	22,9	18,9

2000	35,6	43,4	27,7	36,8	44,6	28,9	35,4	43,2	27,5	19,0	19,8	14,7
4000	28,1	34,4	17,2	29,1	35,4	18,2	27,3	33,6	16,4	16,9	17,8	16,0
8000	19,0	20,0	16,0	17,9	18,9	14,9	16,0	17,0	13,0	18,8	18,5	18,2
Global	56	53	53	49	50	44	55	53	52	-		

Tabla 2 – Niveles de L_{Fmax} obtenidos: espectros y globales ponderados. Espectros de ruido de fondo.

		Recinto 1		Recinto 2		Recinto 3	
		$L_{AF\ max}$	Evento	$L_{AF\ max}$	Evento	$L_{AF\ max}$	Evento
Punto 1	Ciclo 1	52,27	Arranque P1	56,06	Paso de PB a P1	49,27	Arranque PB
	Ciclo 2	53,11		55,70		52,13	
	Ciclo 3	53,47		55,86		49,93	
Punto 2	Ciclo 1	49,99	Arranque P1	53,13	Paso de PB a P1	47,97	Arranque PB
	Ciclo 2	54,45		53,31		45,75	
	Ciclo 3	48,84		52,95		44,56	
Punto 3	Ciclo 1	52,45	Arranque P1	51,38	Paso de PB a P1	58,56	Arranque PB
	Ciclo 2	47,59		51,70		46,97	
	Ciclo 3	48,00		51,34		47,58	

Tabla 3 – Valores de $L_{AF\ max}$ y eventos a los que corresponden.

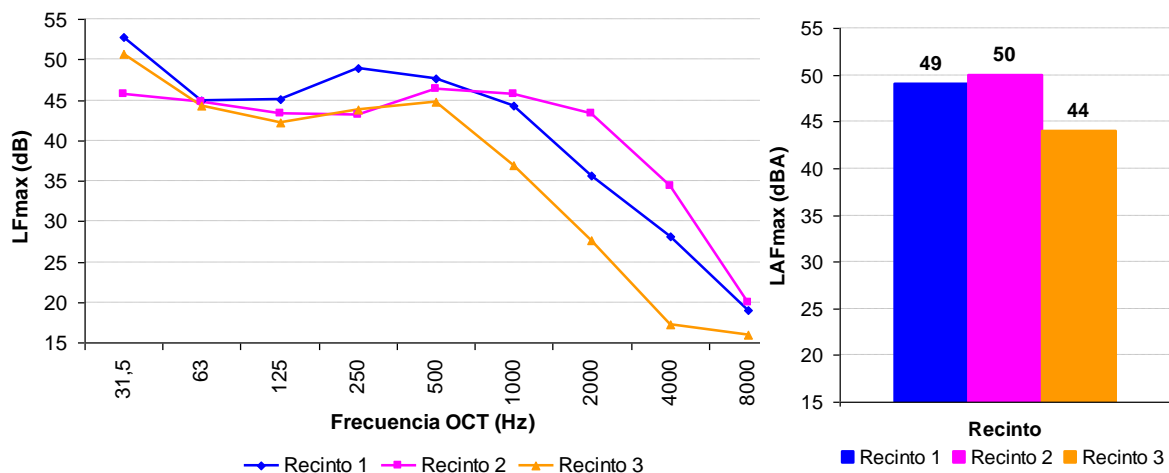


Figura 4 – Espectros de L_{Fmax} para los tres recintos

Figura 5 – Valor de $L_{AF\ max}$ de los tres recintos

Adicionalmente se ha optado por determinar también el nivel de presión sonora continuo equivalente correspondiente a un ciclo de trabajo del ascensor, L_{Aeq_ciclo} (dBA):

L_{Aeq} (dBA)	Recinto 1			Recinto 2			Recinto 3		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
Punto 1	37,3	37,5	37,7	38,0	37,7	37,6	30,8	31,9	30,7
Punto 2	35,0	35,8	34,6	36,3	36,2	36,0	29,5	29,0	27,9
Punto 3	34,4	34,1	33,3	34,7	34,9	35,0	29,1	27,9	29,5

Tabla 4 – Valores de L_{Aeq} de los ciclos de trabajo del ascensor.

Existen diferencias de entre 15 a 20 dB entre los niveles máximos de ruido emitidos por el ascensor en los instantes más desfavorables (arranques, paradas, etc.) frente al ruido emitido

en un ciclo completo, lo que determinaría una posible molestia de dichos eventos debidos a esta amplia diferencia entre ambos niveles.

A continuación se muestra gráficamente la evolución temporal de un ciclo de funcionamiento del ascensor y los eventos destacados:

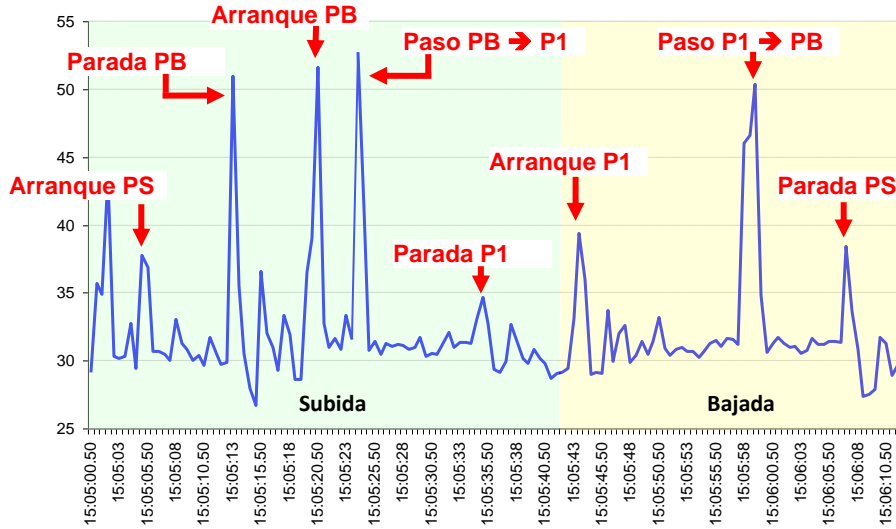


Figura 6 – Ejemplo de un ciclo de funcionamiento. Recinto 2 (planta baja)

5.2. Ruido del ascensor según el Anexo IV del Real Decreto 1367/2003

Como consecuencia del procesado mediante la norma de peritaje se ha podido detectar cuales eran los niveles máximos de ruido registrados en los recintos de recepción y a qué tipo de evento se corresponden (arranque, parada, desplazamiento, etc.). Con esta información se ha orientado el procesado conforme al RD 1367/2003 en cuanto a la selección de fases de ruido más desfavorables.

Las fases de funcionamiento que cabría esperar a la hora de analizar en el tiempo el funcionamiento de un ascensor serían: apertura de puertas, cierre de puertas, arranque, funcionamiento continuo o desplazamiento y parada. En un análisis preliminar de los datos se determina que las fases más desfavorables de ruido y conforme a las cuales se procesa de acuerdo al RD son las siguientes:

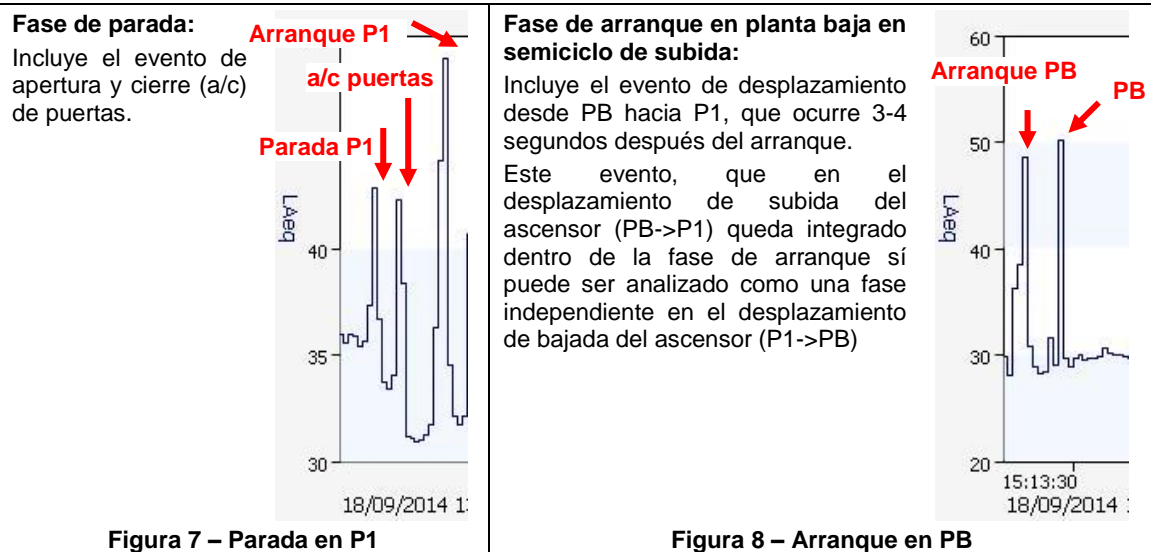
	Recinto 1 (P1.1)	Recinto 2 (PB.1)	Recinto 3 (PB.2)
Fase 1	Parada P1	Parada PB	Arranque PS
Fase 2	Arranque P1	Arranque PB	Arranque PB
Fase 3	-	Paso P1 a PB	-

Tabla 5 – Fases de ruido analizadas.

Estas fases de ruido se han considerado no por las fases estrictamente de trabajo del ascensor sino por cómo éstas eran percibidas en el recinto receptor. Aunque desde el punto de vista de las fases de trabajo del ascensor se tendría que hablar de fases de arranque y parada, y por tanto analizarla luego en cada planta, recinto y punto de ensayo, desde el punto de vista de la percepción del ruido generado por esta fase, y considerando que el fin último de este estudio no es dar conformidad en una inspección conforme al RD, se ha seguido el criterio de considerar distintas fases de arranque y parada en la planta sótano (PS), otras en la planta baja (PB) y otras en la planta primera (P1).

La fase de arranque en planta baja es especial y se detecta en los recintos receptores de planta baja como un doble evento, el arranque seguido de un ruido característico del ascensor en su desplazamiento de planta baja hacia planta primera.

Durante el análisis de la evolución temporal del NPS para la selección de las muestras de 5 segundos para cada una de las fases de ruido, y a la vista de las curvas obtenidas y que determinados eventos quedaban incluidos en esos 5 segundos, se adoptaron los criterios siguientes:



5.2.1 Valores obtenidos según RD 1367/2003

Tal el procesado los datos conforme a las muestras, fases de ruido y criterios comentados en apartados anteriores, se obtienen los resultados siguientes:

		$L_{Keq,T1}$ (Parada P1)	$L_{Keq,T2}$ (Arranque P1)	-	Valor más desfavorable
Recinto 1 (P1.1)	Punto 1	43	43	-	47
	Punto 2	41	44	-	
	Punto 3	44	47	-	
		$L_{Keq,T1}$ (Parada PB)	$L_{Keq,T2}$ (Arranque PB)	$L_{Keq,T3}$ (Paso P1 a PB)	Valor más desfavorable
Recinto 2 (PB.1)	Punto 1	44	43	46	46
	Punto 2	42	45	45	
	Punto 3	44	44	43	
		$L_{Keq,T1}$ (Arranque PS)	$L_{Keq,T2}$ (Arranque PB)	-	Valor más desfavorable
Recinto 3 (PB.2)	Punto 1	38	39	-	41
	Punto 2	34	41	-	
	Punto 3	34	39	-	

Tabla 6 - Niveles de evaluación, $L_{Keq,Ti}$ (dBA) para los distintos puntos y fases

En cuanto al cumplimiento de los valores límite de inmisión de ruido aplicables a los emisores acústicos, conforme se indica en el Artículo 25 Punto 1 iii) del RD1367/2003 "Ningún valor medido del índice $L_{Keq,Ti}$ debe superar en 5dB los valores fijados en la correspondiente tabla B1

o B2 del anexo III". En concreto, la tabla B2 del anexo III indica los valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades (dentro de actividades entendemos las instalaciones del edificio, el ascensor en este caso):

Uso del local colindante	Tipo de recinto	Índices de ruido / +5dB		
		L _{K,d}	L _{K,e}	L _{K,n}
Residencial	Zonas de estancia	40 / 45	40 / 45	30 / 35
	Dormitorios	35 / 40	35 / 40	25 / 30
Administrativo y de oficina	Despachos profesionales	35 / 40	35 / 40	35 / 40
	Oficinas	40 / 45	40 / 45	40 / 45
Sanitario	Zonas de estancia	40 / 45	40 / 45	30 / 35
	Dormitorios	35 / 40	35 / 40	25 / 30
Educativo o cultural	Aulas	35 / 40	35 / 40	35 / 40
	Salas de lectura	30 / 35	30 / 35	30 / 35

Tabla 7 - Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Si se tratara de una inspección para dar o no conformidad con el RD1367/2003 del funcionamiento del ascensor tendríamos incumplimientos en el recinto 1 y el recinto 2 con valores de $L_{K_{eq,Ti}} > 45\text{dB}$.

5.2.2 Comentarios a los resultados

A la vista del análisis anterior pueden comentarse algunos detalles en relación al funcionamiento del ascensor y sus fases de ruido en los distintos recintos. En general, las fases que afectan más son los arranques y paradas en la planta en que se encuentra el recinto que se está evaluando y, además, suele ser mayor el ruido producido por el arranque que por la parada del ascensor; a excepción del recinto 3 (planta baja) donde afecta más el arranque del ascensor que se produce en la planta sótano que la parada del mismo en su propia planta.

En el recinto 2 se aprecia el ruido producido por el ascensor en su desplazamiento desde la planta primera hacia la planta baja. Aunque esta fase de ruido sólo destaca frente a las demás en uno de los tres puntos de evaluación, ha sido la que ha marcado el nivel de evaluación más desfavorable en este recinto.

Por último indicar que en términos generales el arranque del ascensor tiene mayor afección acústica que la parada; aunque, cómo se mostrará en el apartado siguiente, es la parada la que presenta componentes tonales, con correcciones aplicables además conforme a lo establecido en el RD 1367. En el caso de los arranques si bien existe, en ocasiones, cierta tonalidad, ésta no llega a valores tales que impliquen correcciones.

Correcciones por tonalidad, baja frecuencia e impulsividad

Se ha detectado que el ascensor presenta componentes tonales con corrección en el recinto 1 (planta primera) durante la fase de parada en planta primera. Esta tonalidad está presente en 160 Hz (en alguna ocasión ha aparecido el armónico 1600Hz) y en 4000 Hz. Esta tonalidad de 160Hz también aparece, aunque en menor medida, en las fases de arranque.

En el recinto 2 (planta baja) se ha detectado que existe tonalidad en la fase de parada en planta baja. Esta componente tonal aparece en 2000 Hz. Esta tonalidad también está presente en las fases de arranque y de desplazamiento del ascensor pero en menor grado. Para comprobar a qué corresponde esta tonalidad se ha estudiado el espectro del pico de parada y no se ha detectado esa tonalidad. Lo normal es pensar que tal componente tonal se debe entonces al funcionamiento de la maquinaria del ascensor, que sí aparece al estar procesando una muestra de 5 segundos. En concreto, como hemos comentado anteriormente, la muestra de 5 segundos de parada incluye la apertura y cierre de puertas, y analizando el espectro de tal instante se ha visto que este hecho presenta tonalidad en 4000 Hz.

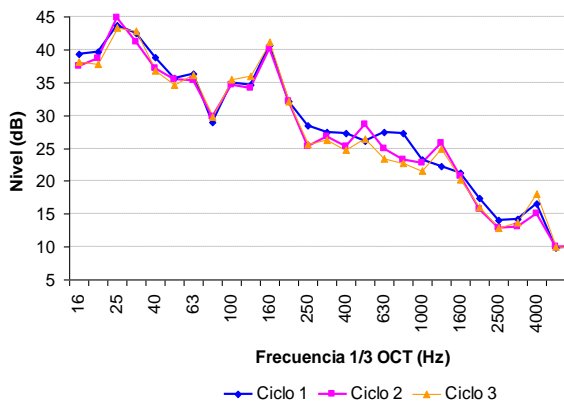


Figura 9 – Tonalidad en 160 y 4000 Hz en el recinto 1 debido a la parada en planta primera

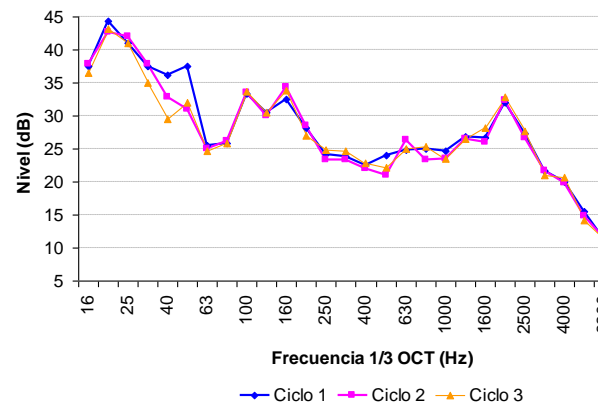


Figura 10 – Tonalidad en 2000 Hz en el recinto 2 debido a la parada en planta baja

En el recinto 3 no se han detectado componentes tonales destacables en las fases de funcionamiento estudiadas.

Los tres recintos estudiados presentan correcciones por bajas frecuencias. En general esta corrección es de 3 dB aunque aparecen puntos en los que esta corrección, aún estando al límite, sube a los 6 dB.

Por otra parte, el ascensor genera impulsividad (véanse ejemplos en la figura siguiente) en las fases de arranque en los tres recintos, aunque hay determinadas muestras que no llegan a penalización al aplicar los criterios dados en el RD 1367. Estas componentes impulsivas se han detectado en las fases de arranque de todas las plantas. En el caso de la parada sólo se ha detectado cierta impulsividad en uno de los puntos del recinto 2 afectados por la fase de parada en planta baja.

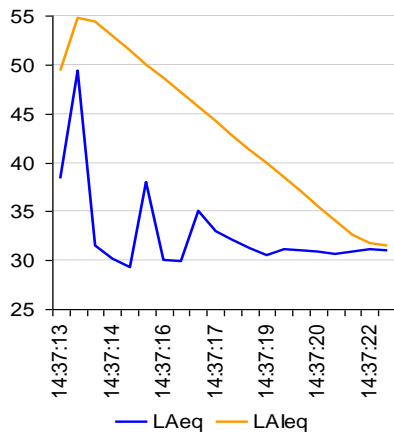


Figura 11 – Impulsividad en el arranque P1 (Recinto 1)

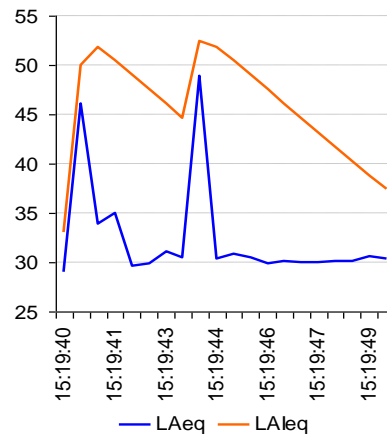


Figura 12 – Impulsividad en el arranque PB (Recinto 2)

Recinto	L _{AImp} (dBA)	L _{Aeq} (dBA)	L _{AImp} – L _{Aeq} (dBA)	Corrección
Recinto 1 (Arranque P1)	51,1	40,4	10,7	SI (>10 dBA)
Recinto 2 (Arranque PB)	49,5	41,1	8,4	NO (<10 dBA)

6. CONCLUSIONES

La norma UNE-EN ISO 16032 de peritaje puede resultar un tanto básica, en comparación con el procedimiento y grado de detalle del RD 1367, en el sentido de que se limita a analizar el espectro del ruido en un único instante de tiempo en el que el nivel de ruido es máximo sin entrar a identificar fases de ruido o las diferentes plantas de paso del ascensor, etc. De esta forma podríamos pensar que el análisis de ruido sería el mismo en un edificio de tres plantas como el que nos ocupa y en otro con un número mayor de plantas. Si bien para la realización de este estudio se ha comprobado que tal nivel máximo, en el que se basa todo el procesado posterior, fuera debido al funcionamiento del ascensor y no a ningún evento diferente como pudiera ser de ruido de fondo. Lo que realmente aporta información de ruido de todo el ciclo de funcionamiento del ascensor es el L_{eq} del ciclo, que la norma deja como opcional y como adicional; sería conveniente que se ensayaran siempre ambos parámetros, el L_{max} como representativo del momento más desfavorable de ruido producido por la instalación y el L_{eq} como representativo del funcionamiento del ascensor en un ciclo completo.

En cuanto a la aplicación del RD 1367 nos ha permitido estudiar y caracterizar de forma más completa y en mayor profundidad la instalación ya que nos exige identificar y estudiar las diferentes fases de ruido por separado. De esta primera experiencia en la aplicación de este procedimiento comentar que en ocasiones el RD puede no resultar eficiente para caracterizar eventos de corta duración, por las limitaciones que impone en cuanto a tiempos de medida mínimos de 5 segundos para L_{K_{eq},T_i}. Por ejemplo, eventos del ascensor tales como la parada o el arranque que duran un par de segundos, quedan suavizados por el hecho de medir 5 segundos. Se supone que esto podría compensarse con las correcciones de impulsividad porque al ser “golpes” de corta duración tienen un marcado carácter impulsivo; sin embargo, se ha comprobado cómo en este caso son pocas las muestras a las que se les aplica tal corrección bajo los criterios de RD.

Por último, se ha preguntado a los usuarios de los recintos ensayados sobre la percepción que tienen del ruido del ascensor. Al tratarse de recintos de uso colectivo (laboratorio, oficina compartida) la actividad desarrollada en ellos enmascara el ruido que llega desde el ascensor y sus usuarios no perciben apenas el ruido del ascensor como para que éste sea tenido en

cuenta siquiera como molesto. Sin embargo, durante la realización de los ensayos, bajo unas condiciones de ruido de fondo más favorables (al parar la actividad en estos recintos), se ha comprobado que el ruido del ascensor se percibe claramente, llegando a identificarse incluso determinadas fases de su funcionamiento.

7. REFERENCIAS

- [1] Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.
- [2] Guía de Aplicación del DB HR. V.02 Septiembre 2014
- [3] UNE-EN ISO 16032: 2005. Acústica. Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios - método de peritaje (ISO 16032:2004)
- [4] RD 1367/2007, de 19 de Octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. (BOE 23/10/2007)