



TALLER SOBRE ACÚSTICA DE LA EDIFICACIÓN

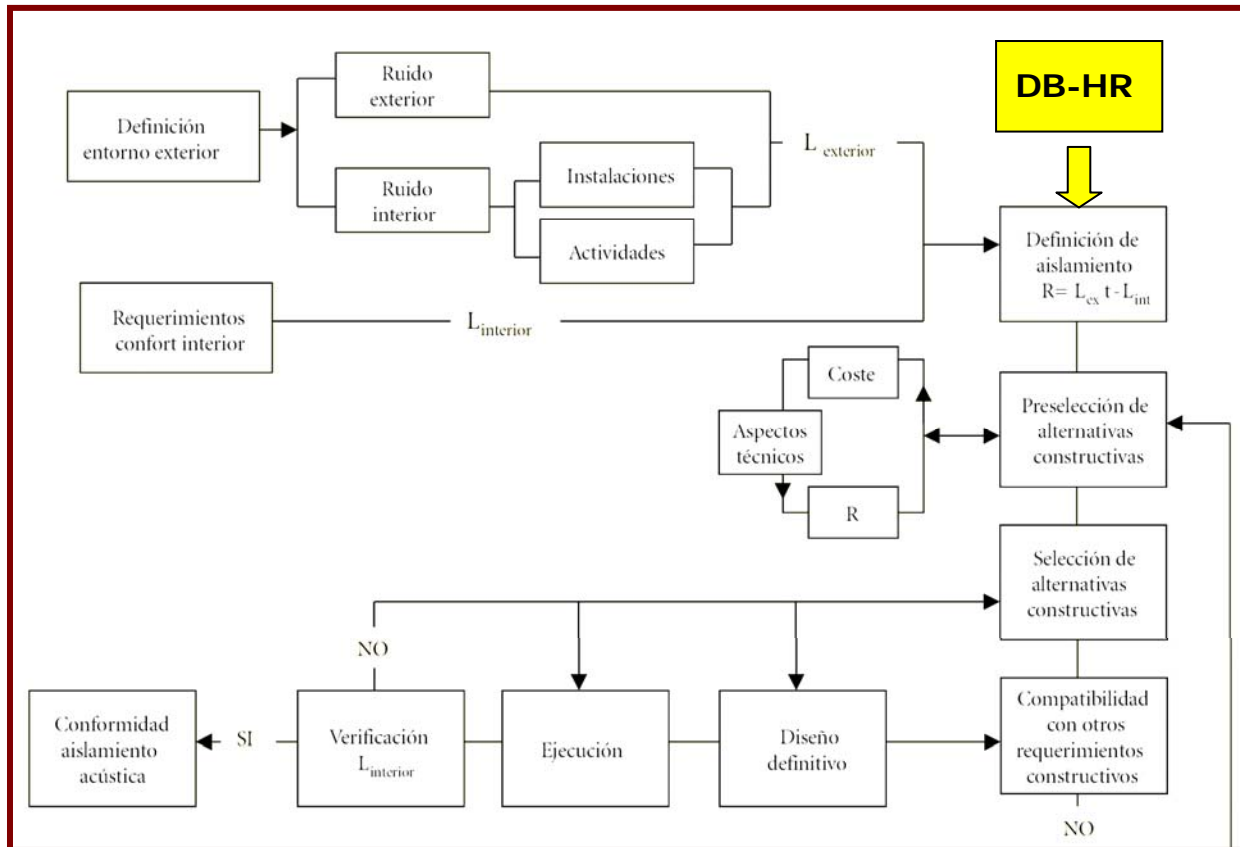
Buenas Prácticas Acústicas en la Edificación

Cádiz 14 de octubre de 2008

Fco. Javier Martínez Gómez
Dr.I.I. Director del Grupo de Vibroacústica de la Universidad de Zaragoza



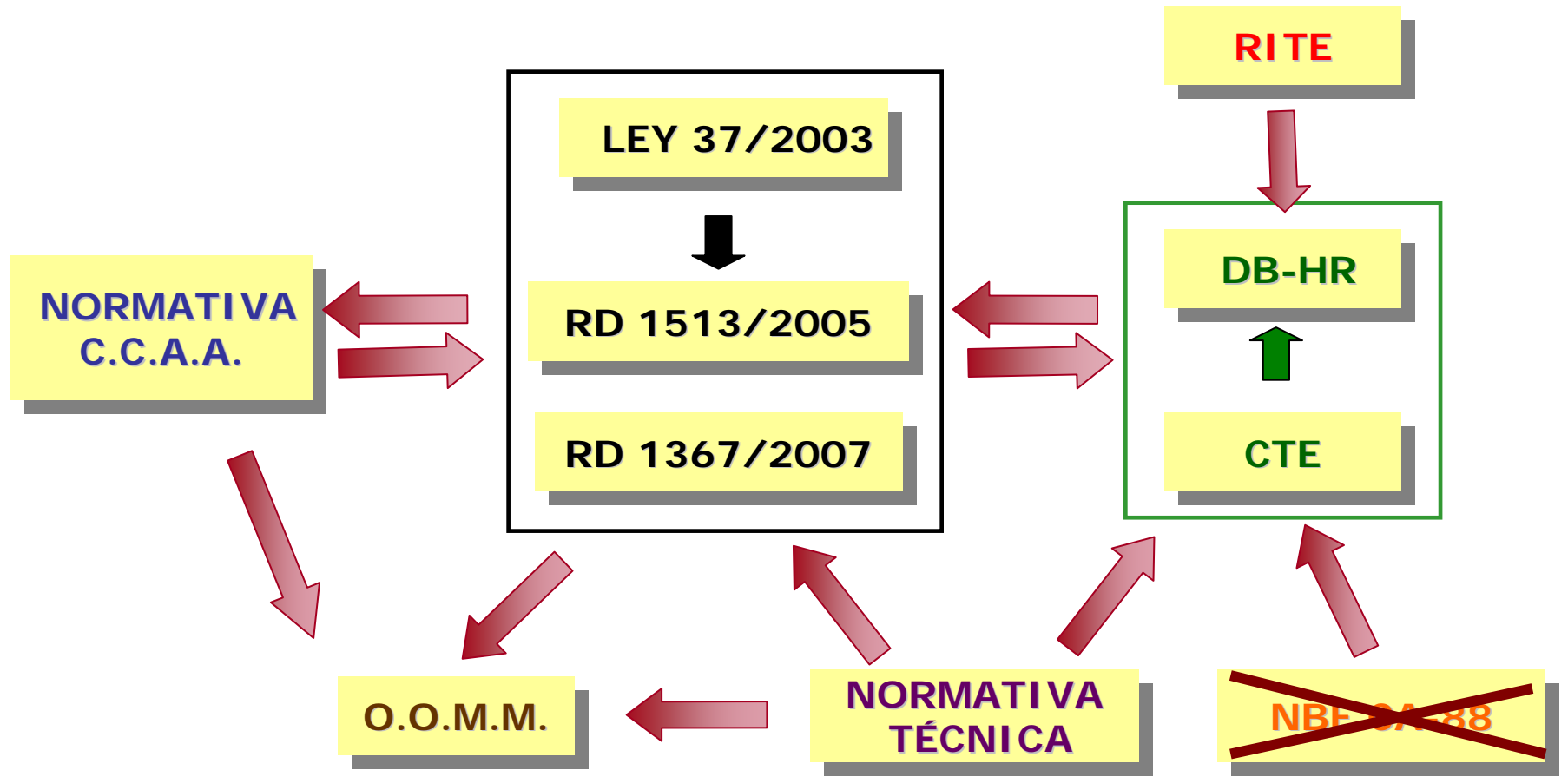
¿SE INTEGRA LA VARIABLE ACÚSTICA EN EL DISEÑO DE LOS EDIFICIOS?



LA “CALIDAD ACÚSTICA” EN LA EDIFICACIÓN: EL PORQUÉ DE LAS COMILLAS



NORMATIVA ACÚSTICA APLICABLE EN MATERIA DE CALIDAD ACÚSTICA



LEY 37/2003

RD 1367/2007



Tabla B.- Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_{eq}	L_n	L_p
Vivienda o uso residencial	EstanCIAS	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
Educativo o cultural				

OBJETIVO DE CALIDAD ACÚSTICA

Tipo de actividad	Nivel de vibración L_{wv}
	75
	72
	72

Tipo de actividad	Nivel de vibración L_{wv}
	75
	72
	72

RECEPTOR ACÚSTICO

EDIFICIO

CALIDAD ACÚSTICA DEL EDIFICIO

VALOR LÍMITE DE EMISIÓN

VALOR LÍMITE DE INMISIÓN

EMISOR ACÚSTICO

ACTIVIDAD

Sector	L_{eq}	L_n	L_p
a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiere una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45
c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de esparcimiento	60	60	50
d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de esparcimiento	63	63	53
e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a local

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	L_{eq}	L_n	L_p
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Equipos profesionales	40	40	30
	Equipos de oficina	35	35	25
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	25
	Salas de lectura	30	30	20

RD 1367/2007



BPAE y LEY 37/2003



Disposición adicional cuarta. *Código Técnico de la Edificación.*

El Código Técnico de la Edificación, previsto en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, deberá incluir un sistema de verificación acústica de las edificaciones.

Disposición adicional quinta. *Saneamiento por vicios o defectos ocultos.*

A efectos de lo dispuesto por los artículos 1484 y siguientes del Código Civil, se considerará concurrente un supuesto de vicios o defectos ocultos en los inmuebles vendidos determinante de la obligación de saneamiento del vendedor en el caso de que no se cumplan en aquéllos los objetivos de calidad en el espacio interior fijados conforme al artículo 8.3 de esta ley.



BPAAE y RD 1367/2007



Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	L_d	L_e	L_n
E Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
A Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
D Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	65	65	55
C Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
B Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60
F Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar



Uso del edificio	Índice de vibración L_{dw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

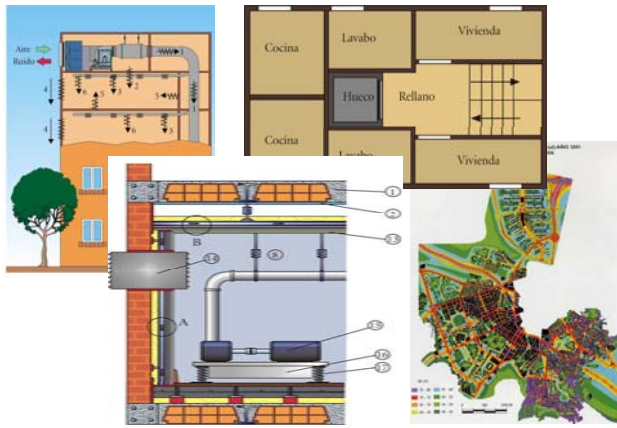
Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{d,r}$	$L_{e,r}$	$L_{n,r}$
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{e,r}$	$L_{e,e}$	$L_{n,e}$
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30



BUENAS PRÁCTICAS ACÚSTICAS EN LA EDIFICACIÓN

Conjunto de técnicas y procedimientos aplicados a



Consecución de los objetivos de calidad acústica

- **Planificación urbanística**
- **Diseño**
 - ✓ Arquitectónico
 - ✓ Instalaciones
- **Ejecución**
 - ✓ Constructiva
 - ✓ Instalaciones
- **Mantenimiento**
 - ✓ Arquitectónico
 - ✓ Instalaciones

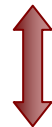
BPA Planificación Urbanística



BPIA Producto



BPA Planificación y Diseño arquitectónico



BPA Ejecución



BPIA Producto



BPA Evaluación



BPIA Producto



BPA Mantenimiento

COORDINACIÓN ACÚSTICA DEL EDIFICIO

IDEA INICIAL

ANTEPROYECTO

PR. EJECUTIVO

EJECUCIÓN

FIN DE OBRA

CALIDAD FINAL SATISFATORIA

MANTENIMIENTO



NIVELES SONOROS EXTERIORES

REQUERIMIENTOS AC. INTERIORES

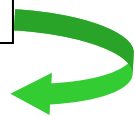
APR.ACÚSTICO

PR.ACÚSTICO

CONTROL EJECUCIÓN

MEDICIONES

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN





Programa **B**
Uen
Desarrollo
Acústico





OBJETIVOS



- a) La consecución en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón de unos adecuados niveles de calidad vibroacústica en la edificación a través de la implantación dentro del proceso global constructivo del concepto de las **Buenas Prácticas Acústicas** en la Edificación (**BPAE**) y de la metodología de “Coordinación Acústica del Edificio”.
- b) Preparar y asesorar a los distintos actores del sector de la construcción en Aragón para afrontar con garantías técnicas el reto que implica la puesta en vigor de las nuevas normativas en materia acústica.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN



- I) Desarrollo de una documentación Básica BUDA sobre **BPAE**.
- II) Realización coordinada de campañas de verificación acústica de edificios
- III) Creación de grupos de trabajo multidisciplinares
- IV) Desarrollo e introducción, en colaboración con la industria, de buenas prácticas acústicas de información de producto (BPAIP)
- V) Creación de cauces web de información y discusión a través de la dinamización de foros técnicos (www.grupovac.org)

BPAAE Y EL DB-HR: ASPECTOS CONSTRUCTIVOS



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS : FACHADAS / CUBIERTAS

Al diseñar las soluciones constructivas a adoptar en fachadas y cubiertas deben estudiarse dos aspectos

– Selección de los elementos de aislamiento frente al ruido exterior:

Aislamiento a definir en función del nivel de ruido de ruido ambiental de la zona de ubicación del edificio (L_d)

– Análisis de los elementos de flanco en el aislamiento entre recintos

- Cubierta ligera
- Encuentros de fachada - elemento de separación vertical:

- Fachada de dos hojas
- Fachada ventilada

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Af}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

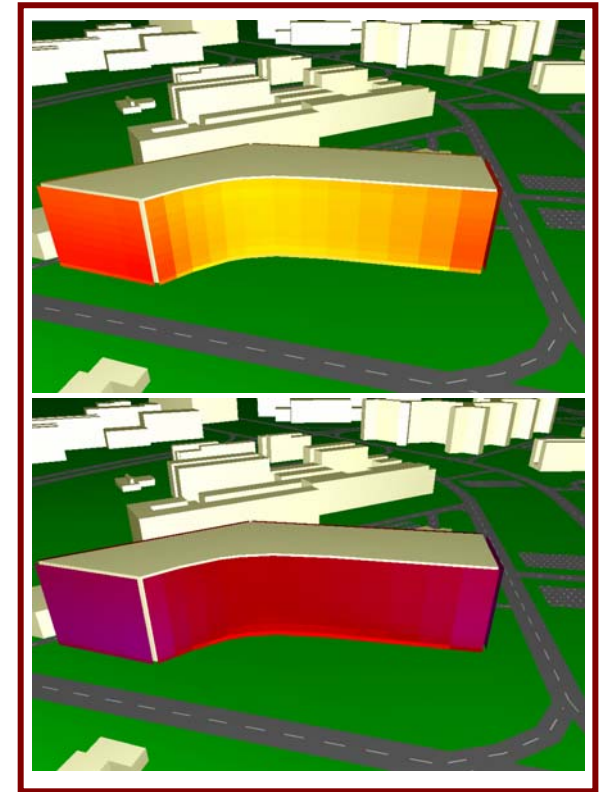
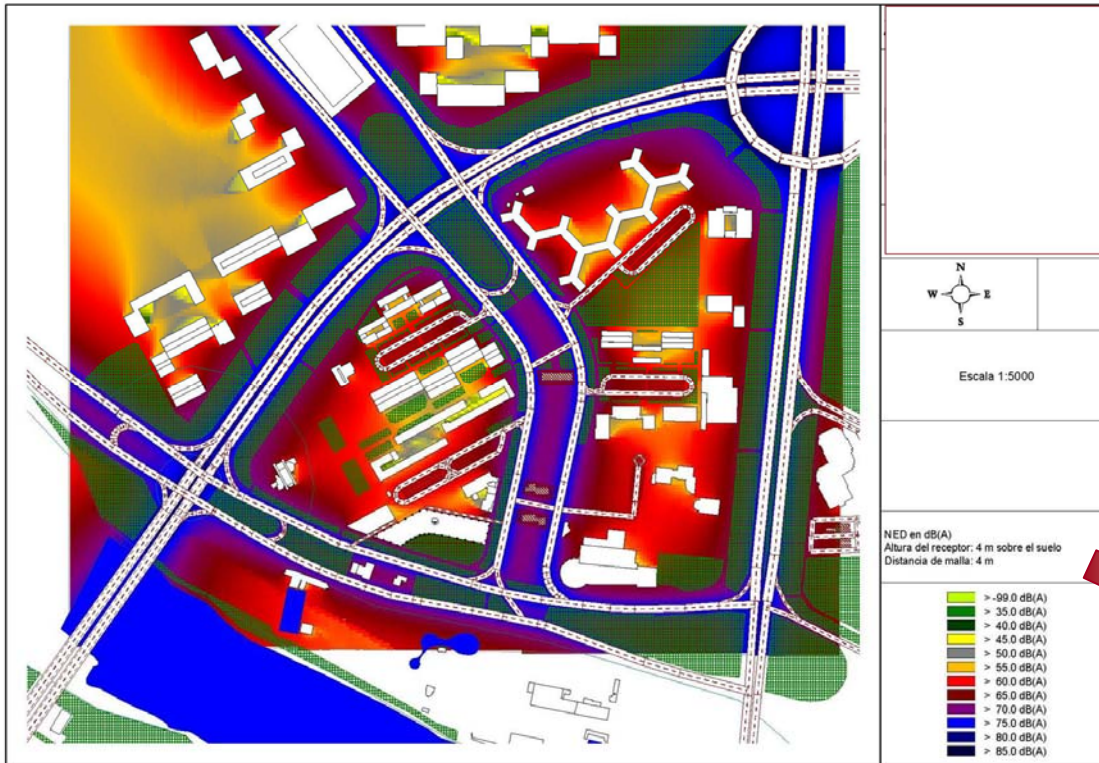


Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Af}$ dBA	Parte ciega R_{11} 100 % R_{11} dBA	Parte ciega R_{11} 100 % R_{11} dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos				
			R_{11} de la ventana y de la caja de persiana y $D_{nT,Af}$ del aireador				
			Hasta 15 %	De 16 a 30 %	De 31 a 60 %	De 61 a 80 %	De 81 a 100 %
$D_{2m,nT,Af} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Af} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Af} = 34^D$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Af} = 36^D$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Af} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Af} = 41^D$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Af} = 42$	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Af} = 46^D$	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Af} = 47$	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Af} = 51^D$	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	
		60	46	49	51	52	



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS : FACHADAS / CUBIERTAS



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS : FACHADAS / CUBIERTAS

Fachadas y cubiertas son un elemento problemático en los edificios-> integran elementos con diferentes aislamientos

El aislamiento acústico global de fachadas y cubiertas depende del aislamiento acústico de sus componentes:

- Muro de fachada (parte ciega)
- Soluciones constructivas de cubiertas
- Huecos
 - Ventanas
 - Tragaluces, lucernarios
 - Aireadores
- Elementos constructivos
- Forma de la fachada
- Recintos situados en fachada

CRITERIO DEL “ESLABÓN MÁS DÉBIL”

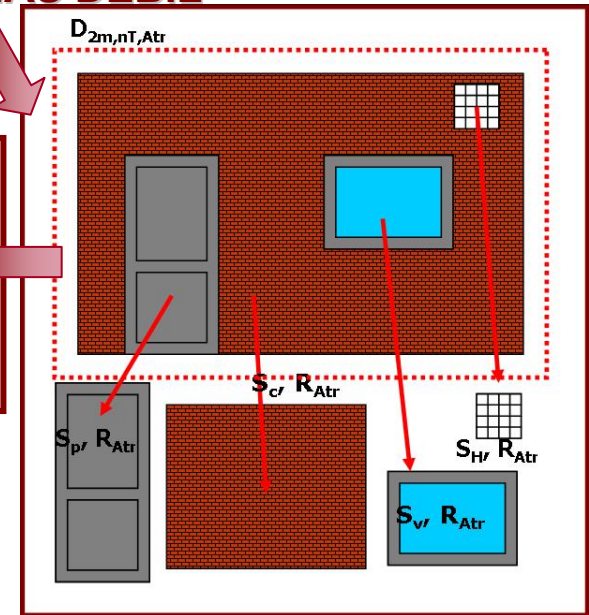
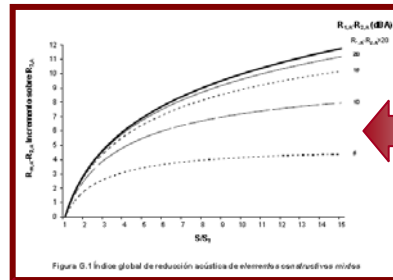


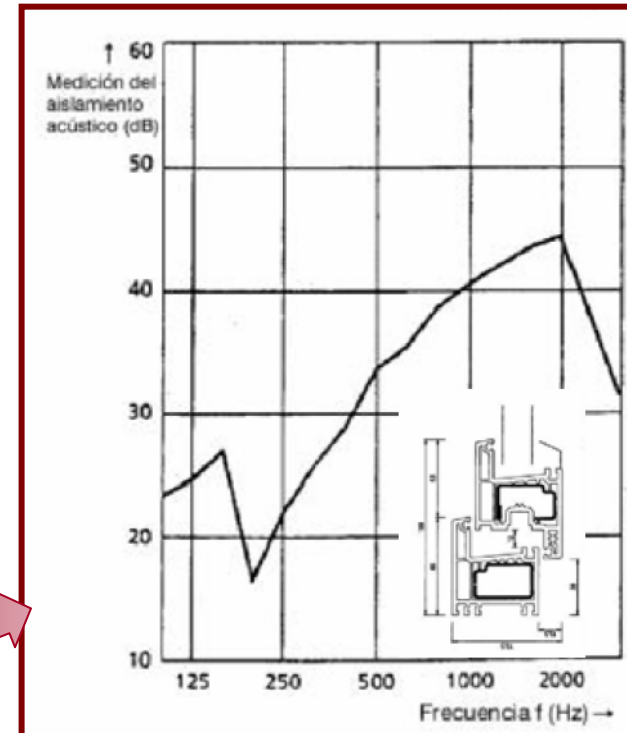
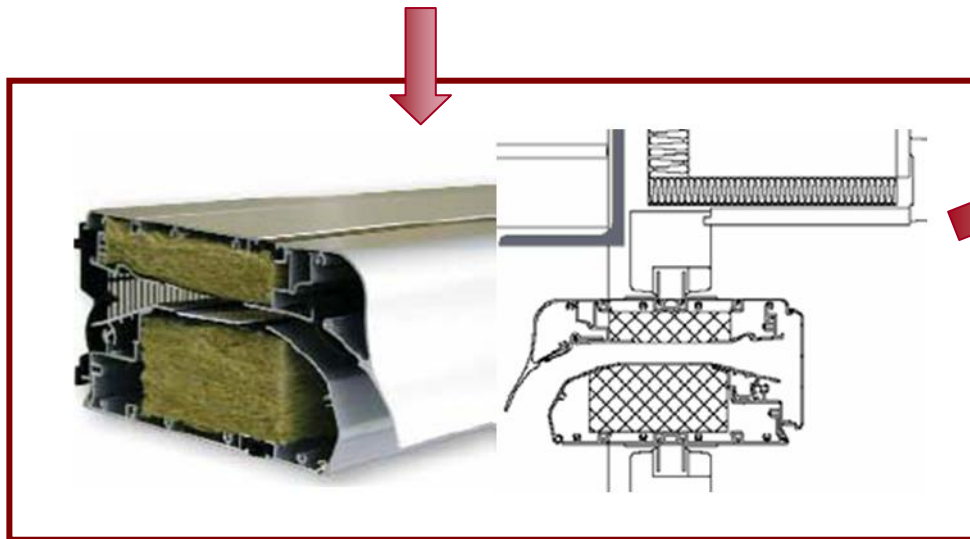
Tabla 7.1 Soluciones constructivas aplicadas a fachadas para mejorar el aislamiento acústico de fachadas y cubiertas

R _w (dB)	Muro de fachada		Tragaluz		Ventana		Elemento constructivo	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Alcance de aislamiento acústico (dB)	10	15	10	15	10	15	10	15
Alcance de aislamiento acústico (dB)	10	15	10	15	10	15	10	15
Alcance de aislamiento acústico (dB)	10	15	10	15	10	15	10	15



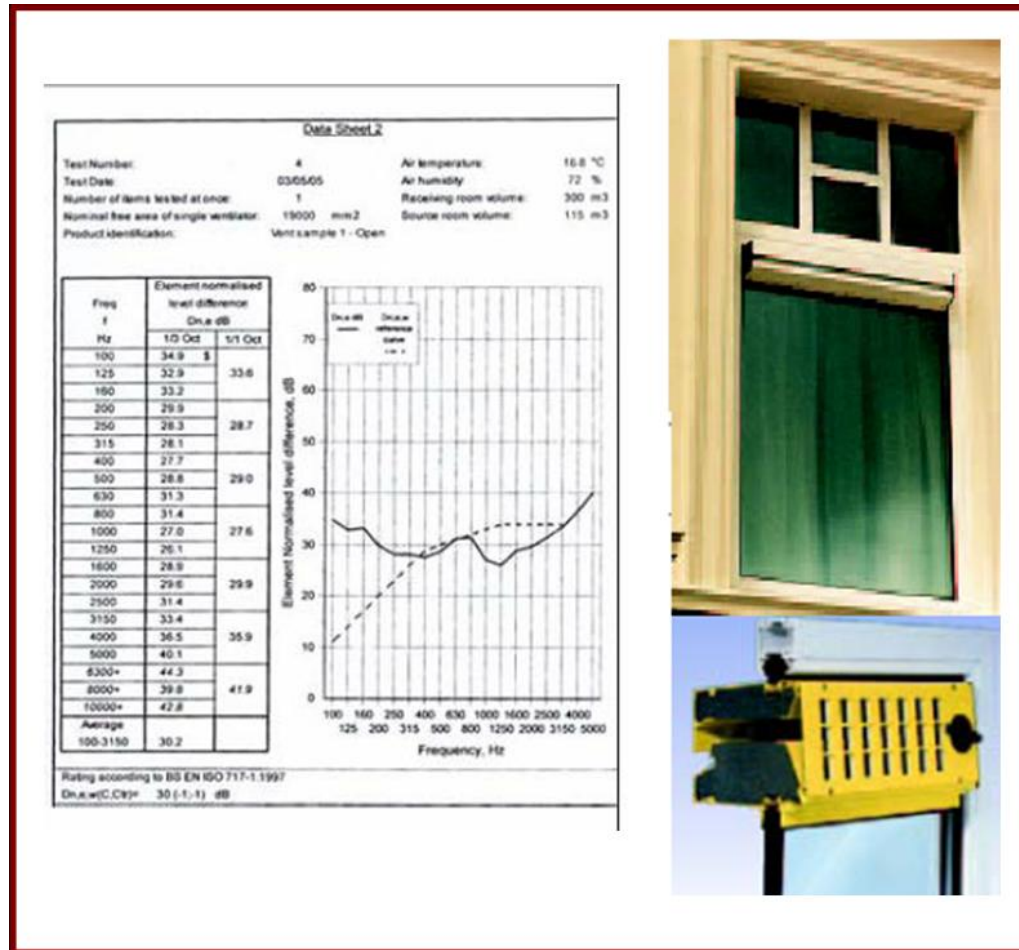
SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE FACHADAS : AIREADORES INTEGRADOS

- Coordinación con el DB-HS
- Ventanas clase 3, 4
- Aireadores:
 - Protegidos de la entrada de insectos y agua
 - Autoregulables
 - Cierre regulable
 - Montaje de los aireadores
 - En el muro de fachada
 - Integrado en la ventana
- Aireadores con "tratamiento" acústico



Reducción acústica en posición abierta (dB) $D_{n, e, w}(C; C_{tr})$	48 (-2; -6)
dB (A)	42

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS DE FACHADA : AIREADORES EN FACHADA

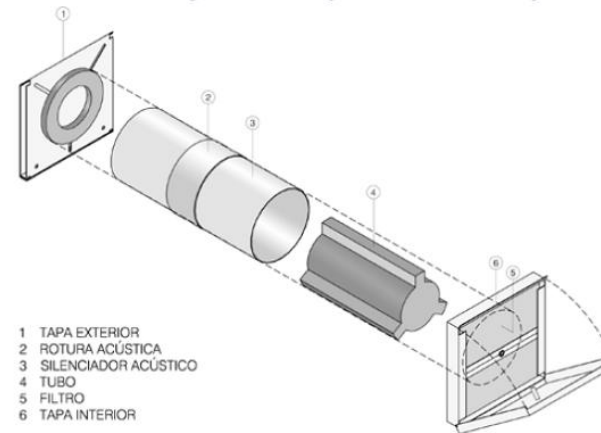
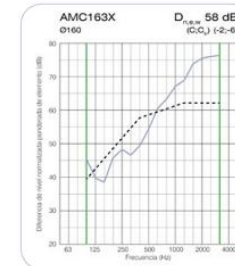
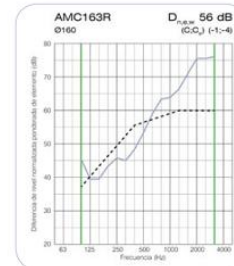
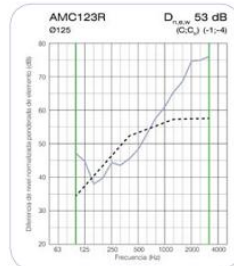
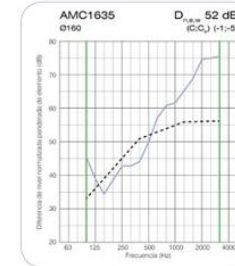
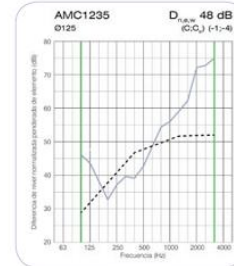
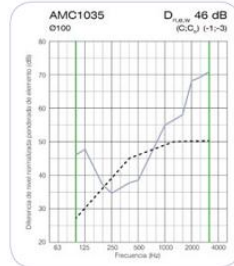


Aireadores

- Aislamiento acústico $D_{ne,A(\text{aireador})} \geq 25 \text{ dBA}$
- Medido conforme UNE-EN-ISO 140-10



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS DE FACHADA : AIREADORES EN FACHADA



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS DE FACHADA : AIREADORES EN FACHADA

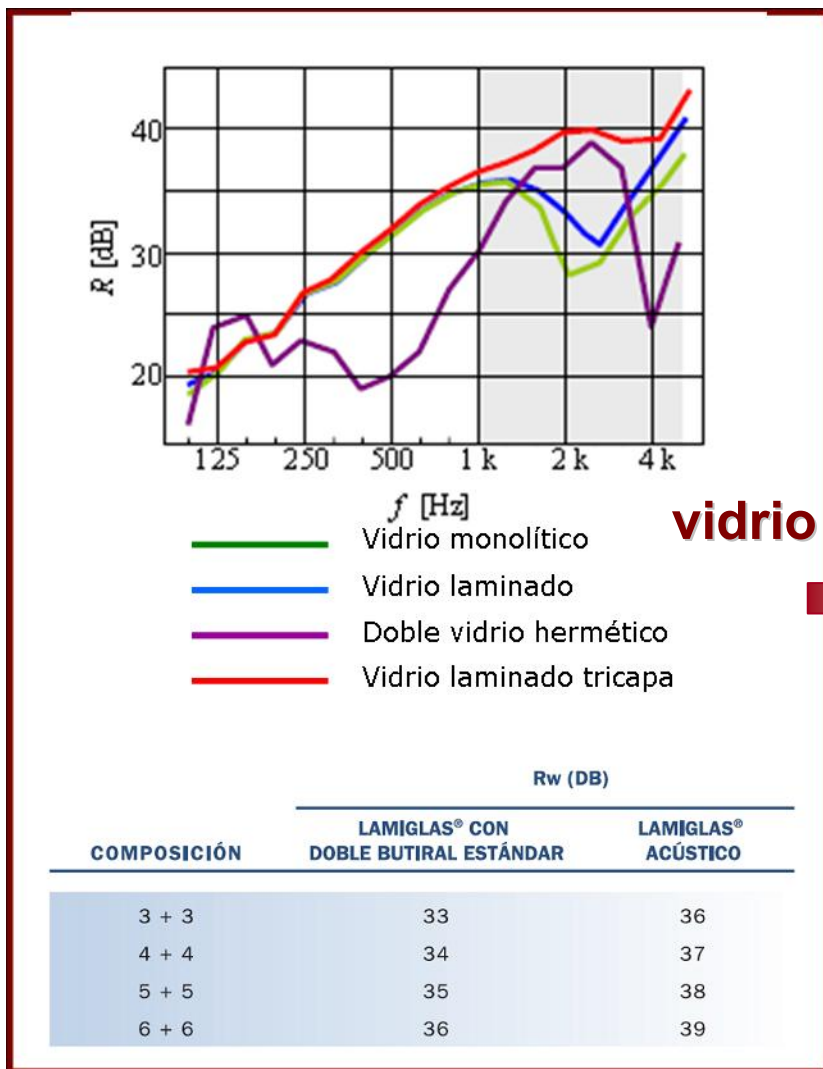


Características técnicas

Caudal bajo 2 Pa l/s/m	6,9	Caudal bajo 20 Pa l/s/m	22
Reducción acústica en posición abierta (dB) Dn, e, w(C; Ctr) dB (A)	27 (0;0) 27	Reducción acústica en posición cerrada (dB) Dn, e, w(C; Ctr) dB (A)	44 (0;0) 44
Valor U W/m ² /k	n.d.	Estanqueidad al agua Pa	350
Estanqueidad al viento Pa	350	Reducción de vidrio mm	45
Anchura de vidrio mm	4, 20, 24, 28	↔ Profundidad total mm/ ↕ Altura tota mm	↕ 58
Acabado	Anodizado natural RAL/ Bicolor	Rotura de puente térmico	NO
Autoregulable	NO	Controles	1, 2, 3
Área libre cm ²	85	Controles: 1= manual, 2= con cordón, 3= con vaina, 4= con vaina (transmisión) 5= con vaina (deslizante) 6= (con motor) 7= con botón estándar 8= con botón regresado 9= con cadena	
Área libre equivalente cm ²	62,56		
Medida total – medida de corte + 2 x 25 mm (tapas)			

Caudal bajo 2 Pa l/s/m	11,5	Caudal 20 Pa l/s/m	36,7
Reducción acústica en posición abierta (dB) Dn, e, w(C; Ctr) dB (A)	27 (0;0) 27	Reducción acústica en posición cerrada (dB) Dn, e, w(C; Ctr) dB (A)	37 (-1,-2) 36
Valor U W/m ² /k	4,1	Estanqueidad al agua Pa	650
Estanqueidad al viento Pa	650	Reducción de vidrio mm	45
Anchura de vidrio mm	20, 24, 28	↔ Profundidad total mm/ ↕ Altura tota mm	↕ 60
Acabado	Anodizado natural RAL/ Bicolor	Rotura de puente térmico	SI
Autoregulable	NO	Controles	1, 2, 3
Área libre cm ²	113,33	Controles: 1= manual, 2= con cordón, 3= con vaina, 4= con vaina (transmisión) 5= con vaina (deslizante) 6= (con motor) 7= con botón estándar 8= con botón regresado 9= con cadena	
Área libre equivalente cm ²	104,35		
Medida total – medida de corte + 2 x 25 mm (tapas)			

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS: VIDRIOS DE VENTANAS



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS : VIDRIOS DE VENTANAS

En la elección del vidrio se deben considerar las recomendaciones siguientes:

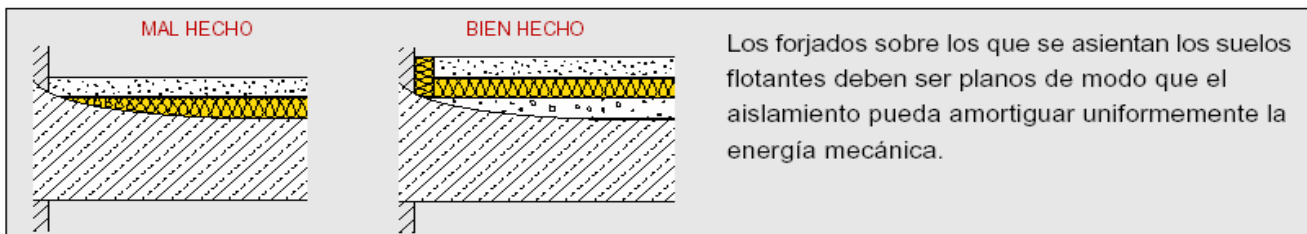
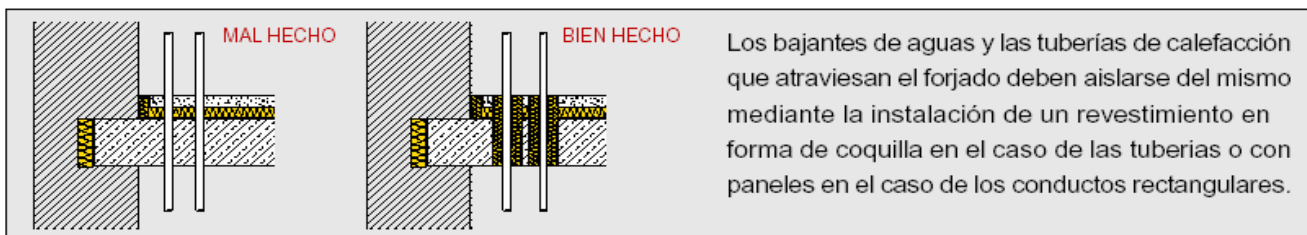
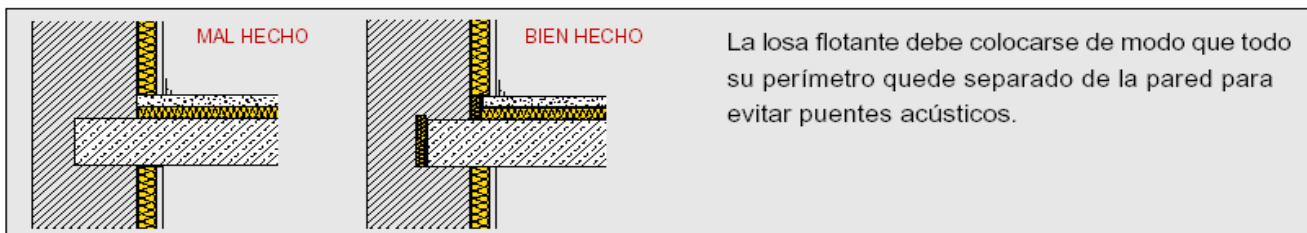
- En los vidrios monolíticos, el índice de aislamiento acústico a ruido aéreo aumenta con el espesor del vidrio. Aunque aumenta el peso del vidrio el aislamiento térmico prácticamente no varía.
- Los acristalamientos dobles tienen mejor aislamiento acústico cuando sus hojas son asimétricas y cuanto mayor es el espesor de los vidrios.
- Los vidrios laminados tienen mayor aislamiento acústico que los vidrios monolíticos del mismo espesor.
- Los vidrios laminados acústicos tienen mejor aislamiento acústico que los vidrios laminados tradicionales de la misma composición.



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ELEMENTOS HORIZONTALES



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS: ELEMENTOS HORIZONTALES



BPAE: CRITERIOS DE DISEÑO ACÚSTICO DE LOS EDIFICIOS



BPAE en diseño acústico de edificios.

La introducción de criterios acústicos en el diseño de los edificios es un proceso cuyo objetivo básico es la consecución de objetivos de calidad acústica a dos niveles:

- 1º) Cumplimiento de la normativa (DB-HR: nivel 1-2)
- 2º) Consecución de un adecuado nivel de confort acústico (nivel 3)

El diseño acústico de un edificio debe ser compatible con los restantes requerimientos exigidos en el CTE :

- Seguridad (Seguridad estructural, Incendio, utilización, ...)
- Habitabilidad (Salubridad, Ahorro de energía, ...)

Un correcto diseño acústico debe ser equilibrado coherente y transversal

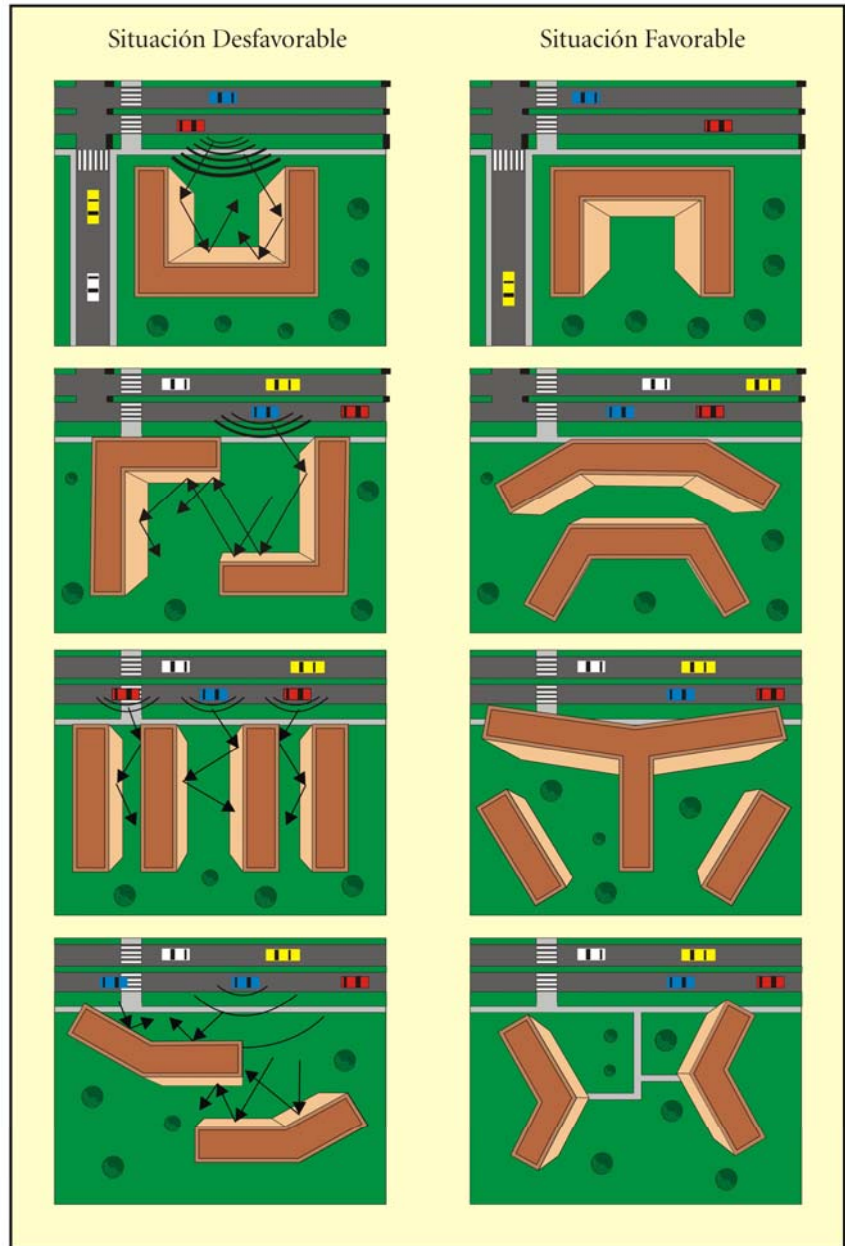
Consideraremos inicialmente dos criterios básicos

- 1º) Criterios relativos a distribución de volúmenes y orientación y situación de edificios.
- 2º) Criterios de optimización de la distribución interna de los edificios



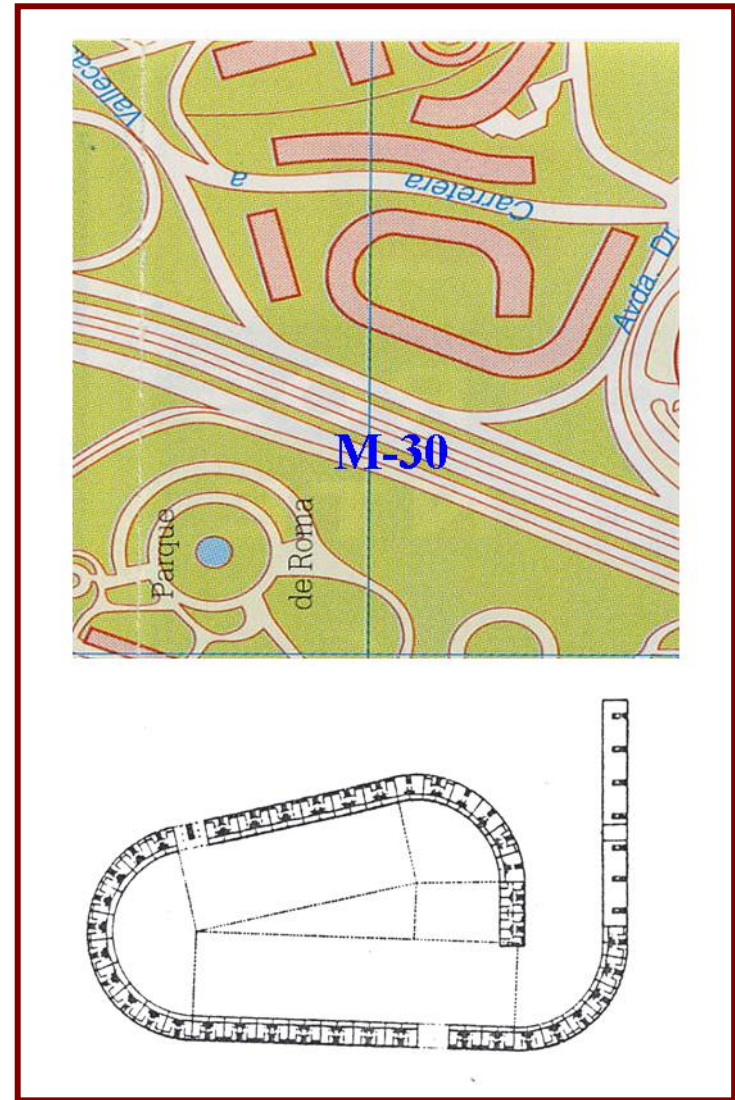
Criterios básicos de diseño acústico de edificios: disposición

Optimizar acústicamente la orientación y diseño arquitectónico de planta utilizando la disposición de los edificios, así como el diseño de los espacios interiores (patios, zonas comunes, etc) para producir apantallamientos y evitar reflexiones sonoras indeseadas



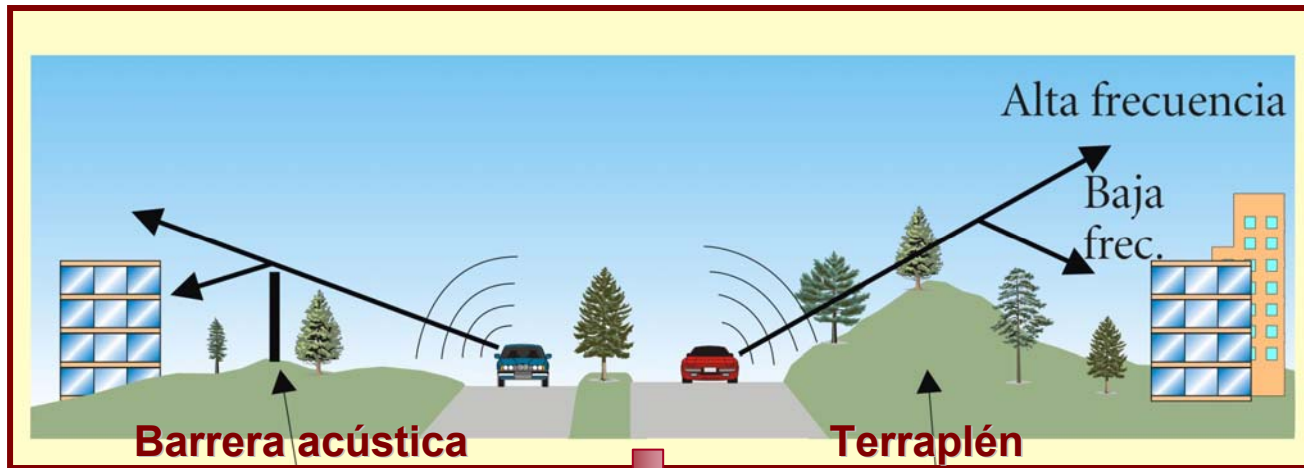
Criterios básicos de diseño acústico de edificios, ejemplo de distribución y disposición

Orientación de un edificio de viviendas diseñado por Saénz de Oiza frente a una vía de alta circulación como es la M-30 de Madrid.



Criterios básicos de diseño acústico de edificios:

Utilizar obstáculos naturales o artificiales para proporcionar apantallamiento adicional a los edificios.

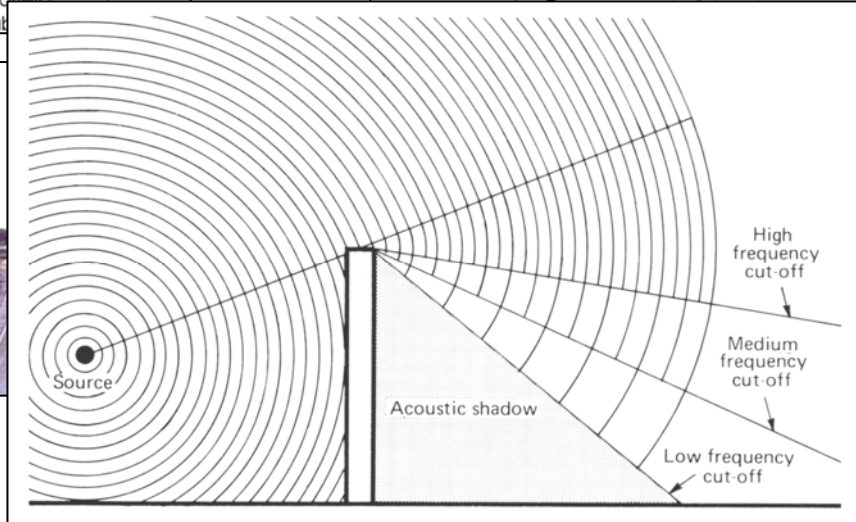
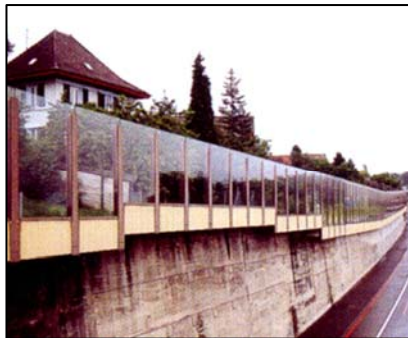
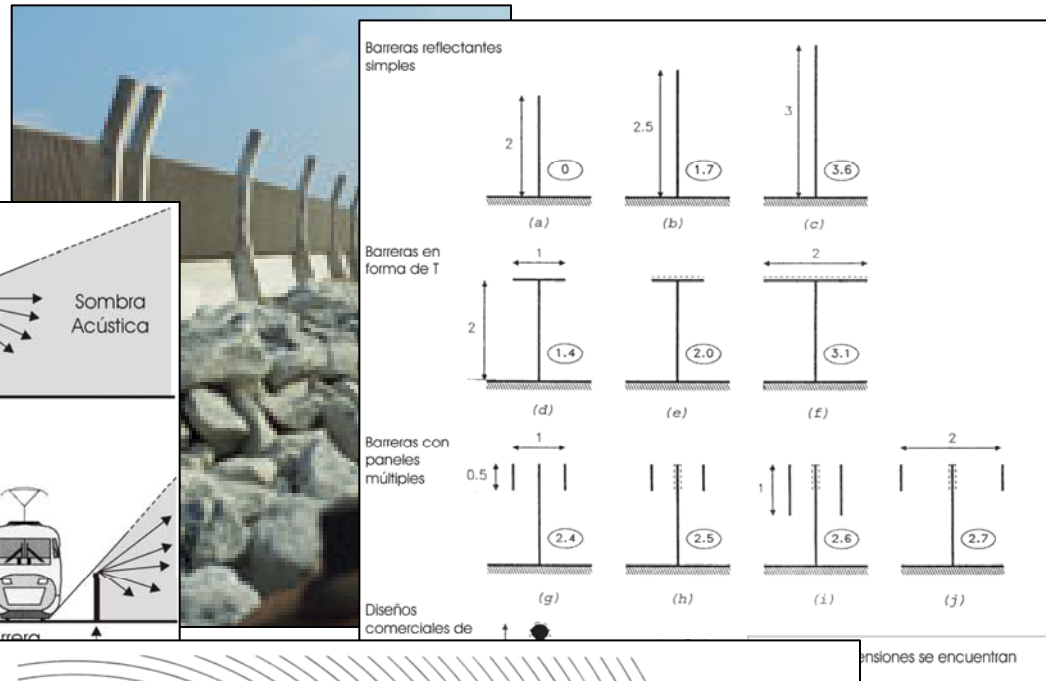
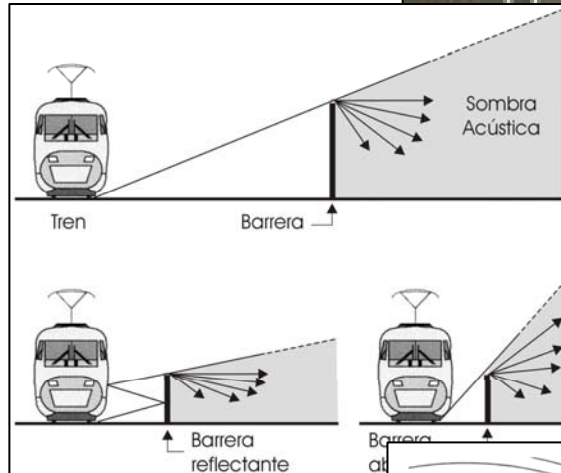


Estos elementos deben ser cuidadosamente evaluados, diseñados y ejecutados para evitar “sorpresas desagradables”

SÍNDROME DEL dB SICOLÓGICO



Criterios básicos de diseño acústico de edificios: BARRERAS



Criterios básicos de diseño acústico de edificios:

Optimizar acústicamente la distribución de volúmenes de modo que edificios de usos "menos sensibles" proporcionen apantallamiento y atenuación por distancia adicional a zonas y edificios "más sensibles".



Ley 37/2003-RD 1367/2007



Criterios acústicos relativos a la concepción y distribución en planta de edificios:

Distribución acústica vertical

- ✓ Situar las áreas destinadas a la ubicación de servicios e instalaciones comunitarias verticales (ascensores, bajantes,...) lindando en zonas con bajos niveles de exigencia sonora (cocinas, baños, pasillos,...).
- ✓ Superponer zonas de igual uso en las distintas plantas del edificio.

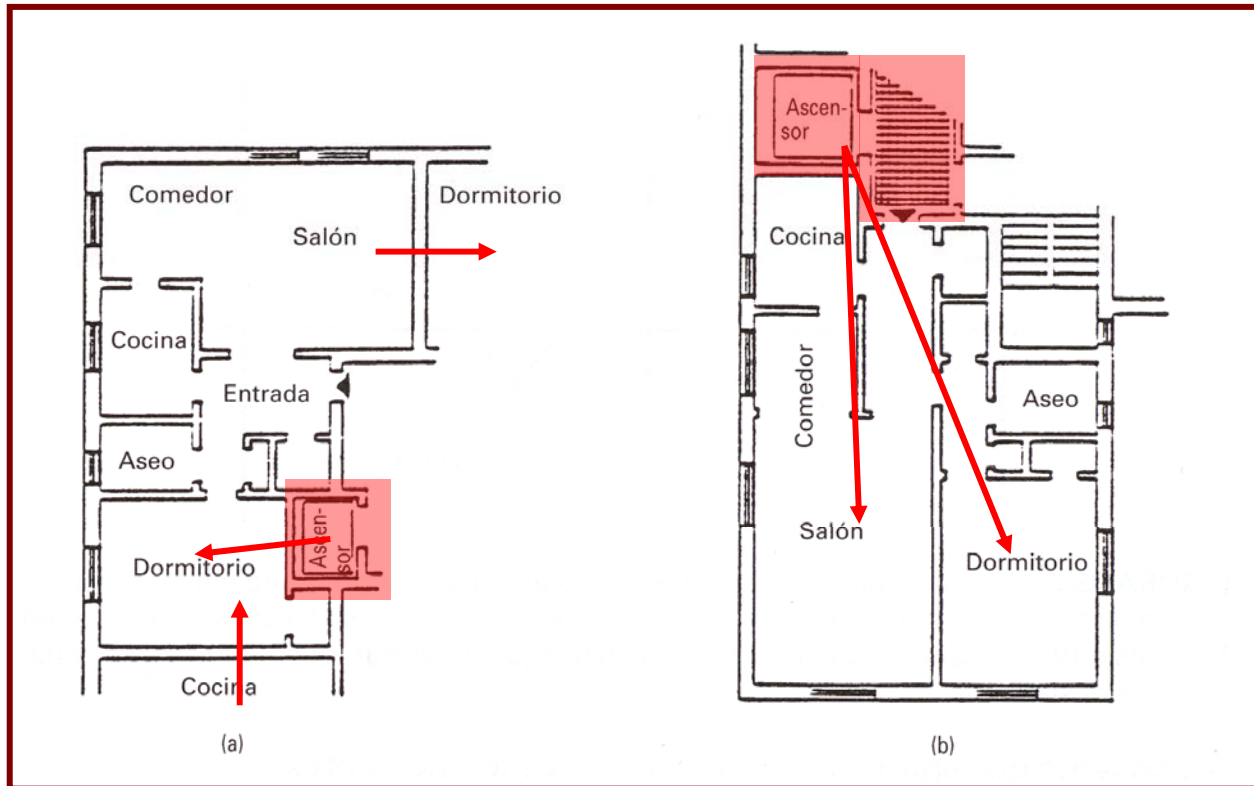
RUIDO DE IMPACTO	Recinto Receptor		
	Dormitorio	Salón, comedor, despacho, sala de estudio	Cocina, aseo, habitaciones auxiliares
Recinto Fuente			
Dormitorio	**	**	*
Salón, comedor, despacho, sala de estudio	**	**	*
Cocina, aseo, espacios auxiliares	**	**	*
Espacios comunes: poco ruidosos: pasillos, escaleras, almacenes	**	**	*
Espacios comunes: ruidosos: garaje, vertidos, salas de calderas,...	****	***	**



Criterios acústicos relativos a la concepción y distribución en planta de edificios:

Distribución acústica horizontal

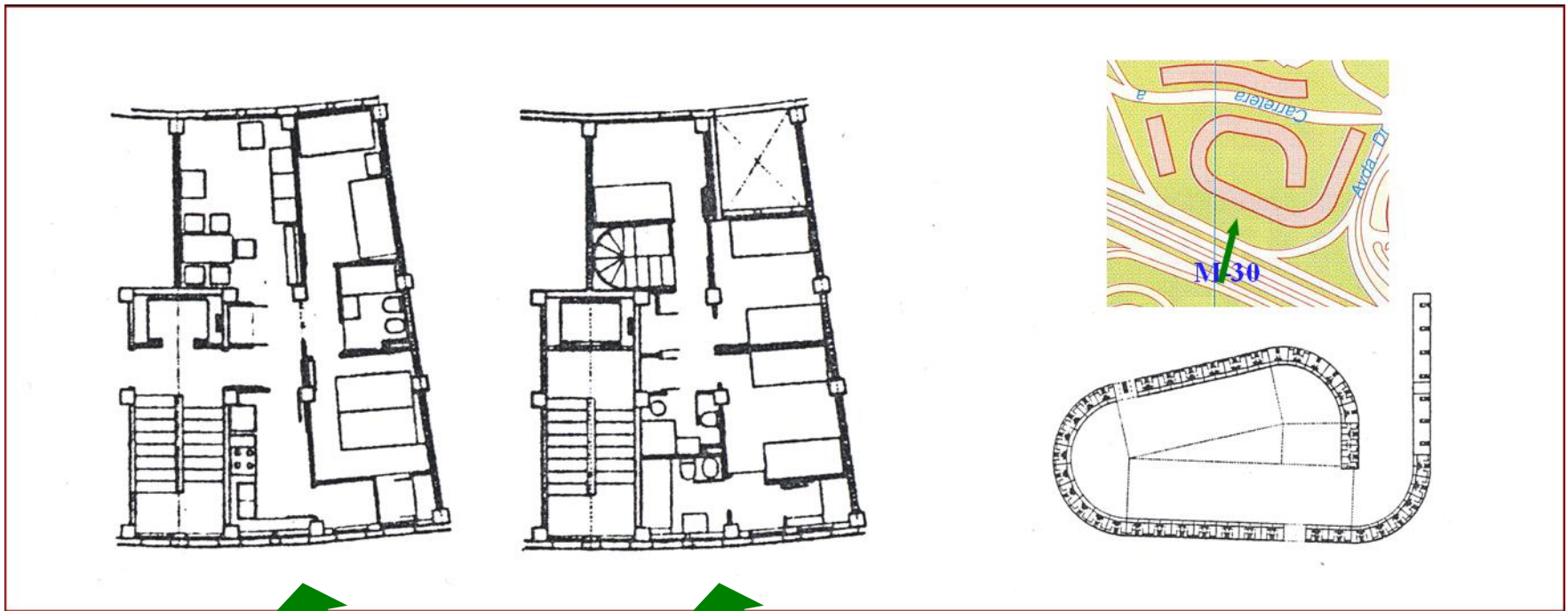
✓ Agrupar recintos de usos homogéneos desde el punto de vista de sensibilidad sonora tanto en la distribución interior de cada vivienda como entre viviendas colindantes



Criterios acústicos relativos a la concepción y distribución en planta de edificios:

Distribución acústica horizontal

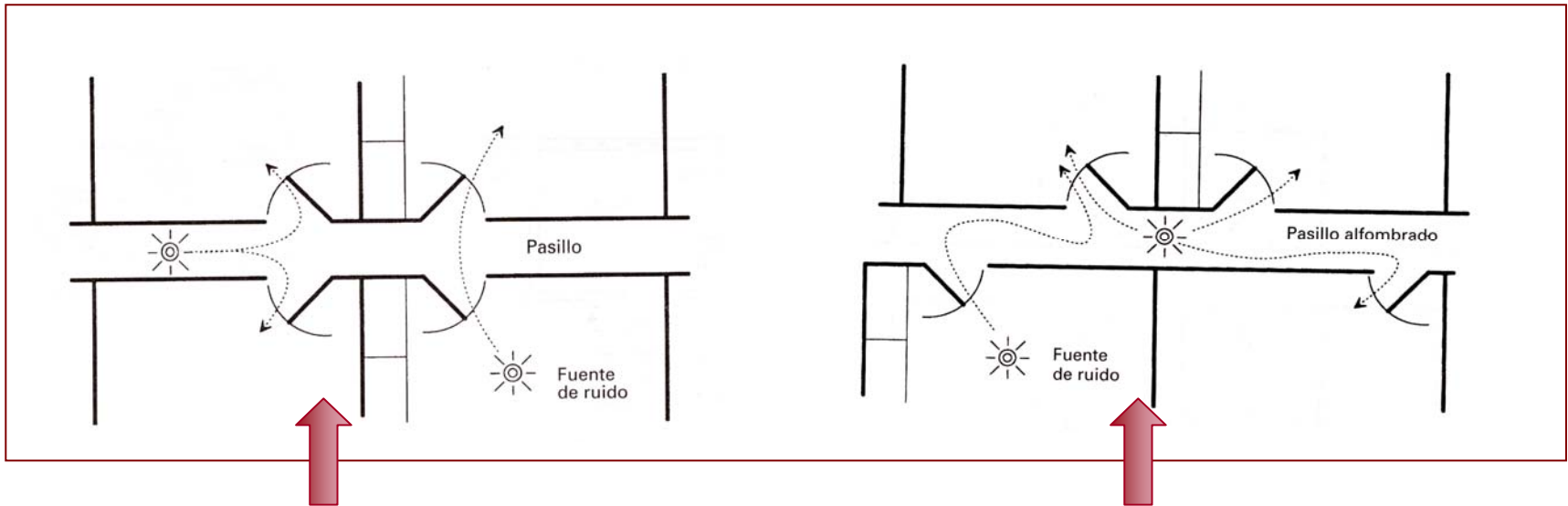
✓ Realizar transiciones de espacios en planta en función del uso de los recintos de forma que las zonas o recintos menos sensibles (tendedores, armarios empotrados) de las viviendas apantallen acústicamente las zonas más sensibles



Criterios acústicos relativos a la concepción y distribución en planta de edificios:

Distribución acústica horizontal

✓ Evitar emplazamientos de puertas, huecos y ventanas enfrentados a puertas, huecos y ventanas de otras áreas tanto dentro de la misma vivienda como respecto de otras viviendas.



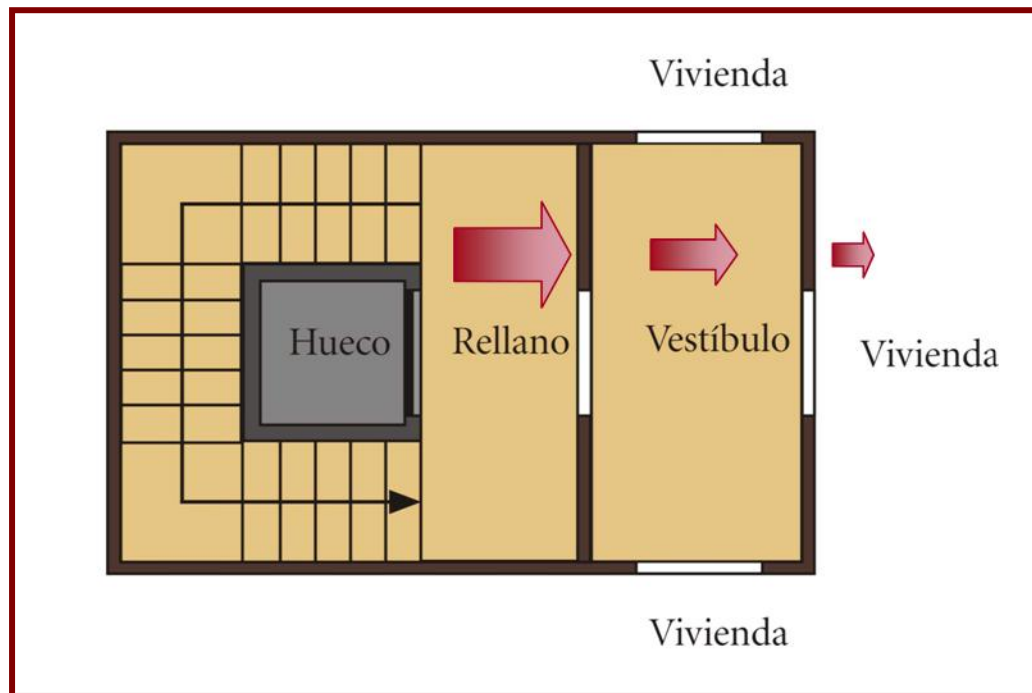
Distribución inadecuada

Distribución adecuada

Criterios acústicos relativos a la concepción y distribución en planta de edificios:

Distribución acústica horizontal

✓ Diseñar vestíbulos o distribuidores que actúen de “zonas tampón” entre las puertas de acceso a las viviendas y zonas de niveles sonoros elevados.



Criterios acústicos relativos a la concepción y distribución en planta de edificios:

Distribución acústica horizontal : criterio /minimización de ruido aéreo intrusivo

RUIDO AÉREO	Recinto Receptor		
Recinto Fuente	Dormitorio	Salón , comedor, despacho, sala de estudio	Cocina, aseo, habitaciones auxiliares
Dormitorio	***	EVITAR	EVITAR
Salón , comedor, despacho, sala de estudio	***	**	EVITAR
Cocina, aseo, espacios auxiliares	***	**	**
Espacios comunes: poco ruidosos: pasillos, escaleras, almacenes	***	***	*
Espacios comunes: ruidosos: garaje, vertidos, salas de calderas,...	*****	*****	*****



BPAE y DB-HR: INSTALACIONES



BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.2 Equipos generadores de ruido estacionario

Se consideran equipos generadores de *ruido estacionario* los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, etc....

3.3.2.1 Equipos situados en recintos de instalaciones

- 1 El máximo nivel de potencia acústica admitido de los equipos situados en *recintos de instalaciones* viene dado por la expresión:

$$L_w \leq 70 + 10 \cdot \lg V - 10 \cdot \lg T + K \cdot \tau^2 \quad [\text{dB}] \quad (3.31)$$

siendo

L_w nivel de potencia acústica de emisión, [dB];

V volumen del *recinto de instalaciones*, [m^3];

T *tiempo de reverberación* del *recinto* que se puede calcular según la expresión 3.25, [s];

K factor que depende del tipo de equipo, cuyo valor se obtendrá según la tabla 3.5;

τ transmisibilidad del sistema antivibratorio soporte de la instalación cuyo valor máximo puede tomarse de la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Valores de K y τ de los sistemas antivibratorios

Tipo de equipo	K	Valor de la transmisibilidad, τ , máximo del sistema antivibratorio
Calderas	12,5	0,15
Bombas de impulsión	12,5	0,10
Maquinaria de los ascensores	1000	0,01

- 2 Cuando la instalación requiera tener unos niveles de potencia acústica mayores que el indicado, deben tenerse en cuenta los niveles de inmisión en los *recintos* colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.



BPAAE en DB-HR: instalaciones

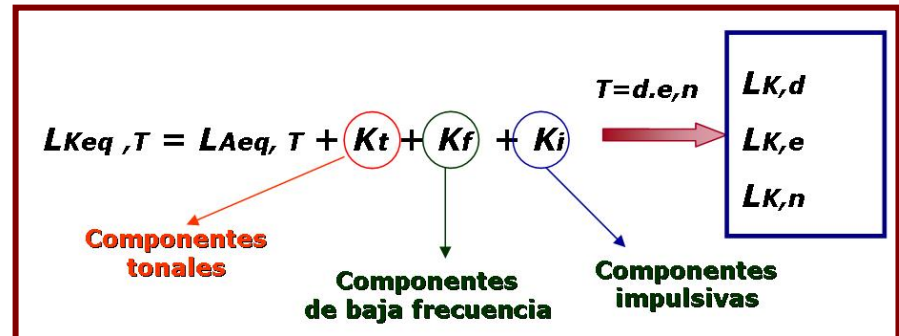
BPAAE: Actividades en compatibilidad con usos residenciales

Síntesis de medidas correctoras: Locales de ocio /índices RD 1367/2007

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades.

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,o}$	$L_{K,n}$
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

¡Cuidado!
Penalización "adicional"
por baja frecuencia



BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.2.2 Equipos situados en recintos protegidos

El nivel de potencia acústica, L_w , máximo de un equipo que emita ruido, tal como una unidad interior de aire acondicionado, situado en un *recinto protegido*, debe ser menor que el valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$, establecido en la tabla 3.6 para cada tipo de recinto.

Tabla 3.6 Valores del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $L_{eqA,T}$ (dBA)
Sanitario	Estancias	35
	Dormitorios y quirófanos	30
	Zonas comunes	40
Residencial	Dormitorios y estancias	30
	Zonas comunes y servicios	50
Administrativo	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Docente	Aulas	40
	Sala lectura y conferencias	35
	Zonas comunes	50
Cultural	Cines y teatros	30
	Salas de exposiciones	45
Comercial		50

BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.2.3 Equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los *recintos habitables* y *protegidos* no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

Tabla B.- Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_o
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

(1) Los valores de la tabla B, se refieren a los valores del índice de inmisión resultantes del conjunto de emisores acústicos que incid en el interior del recinto (instalaciones del propio edificio, actividades que se desarrollan en el propio edificio o colindantes, ruido ambiente transmitido al interior).

Nota: Los objetivos de calidad aplicables en el espacio interior están referenciados a una altura de entre 1,2 m y 1,5 m.

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,o}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

Tabla C. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

Uso del edificio	Índice de vibración L_{sw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72



BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.2.4 Condiciones de montaje

- 1 Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- 2 En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- 3 Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- 4 Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- 5 En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.
- 6 Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.
- 7 Se evitarán suspensiones complementarias a la general, cuando las bombas se instalen en la *cu-bierta*.



BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.3.1 Hidráulicas

- 1 Las conducciones colectivas del edificio deben llevarse por conductos aislados de los *recintos protegidos* y los *recintos habitables*.
- 2 En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.
- 3 El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m^2 .
- 4 En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.
- 5 La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- 6 La grifería situada dentro de los *recintos habitables* será de Grupo II como mínimo, según la clasificación de UNE EN 200.
- 7 Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de sistemas de descarga al aire.
- 8 Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.
- 9 No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente.



3.3.3.2 Aire acondicionado

- 1 Los conductos de aire acondicionado deben estar revestidos de un material absorbente acústico y deben utilizarse silenciadores específicos.
- 2 Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.
- 3 Se usarán rejillas y difusores terminales. El nivel de potencia acústica máximo generado por el paso del aire acondicionado viene dado por la expresión:

$$L_w \leq L_{eqA,T} + 10 \cdot \lg V - 10 \cdot \lg T - 14 \quad [\text{dB}] \quad (3.33)$$

siendo

L_w nivel de potencia acústica de la rejilla, [dB];

T *tiempo de reverberación* del recinto que se puede calcular según la expresión 3.25, [s];

V volumen del recinto, [m^3];

$L_{eqA,T}$ valor del *nivel sonoro continuo equivalente estandarizado*, ponderado A, establecido en la tabla 3.7, en función del uso del edificio y del tipo de recinto, [dBA].

BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.3.3 Ventilación

- 1 Deben aislarse los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurran por *recintos habitables* y *protegidos* dentro de una *unidad de uso*, especialmente los conductos de extracción de humos de los garajes, que se considerarán *recintos de instalaciones*.
- 2 En el caso de instalaciones de ventilación con admisión de aire por impulsión mecánica, los difusores deben cumplir con el nivel de potencia máximo especificado en el punto 3.3.3.2.

Tabla 3.6 Valores del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $L_{eqA,T}$ (dBA)
Sanitario	Estancias	35
	Dormitorios y quirófanos	30
	Zonas comunes	40
Residencial	Dormitorios y estancias	30
	Zonas comunes y servicios	50
Administrativo	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Docente	Aulas	40
	Sala lectura y conferencias	35
	Zonas comunes	50
Cultural	Cines y teatros	30
	Salas de exposiciones	45
Comercial		50



BPAE en DB-HR: instalaciones

3.3.3.4 Eliminación de residuos

- 1 Para instalaciones de traslado de residuos por bajante, deben cumplirse las condiciones siguientes:
 - a) cuando se utilicen conductos prefabricados, deben sujetarse éstos a los elementos estructurales o a los muros mediante bridas o abrazaderas de tal modo que la frecuencia de resonancia del conjunto no sea mayor que 30 Hz.
 - b) el suelo del almacén de contenedores debe de ser flotante y su frecuencia de resonancia no será mayor que 50 Hz.
- 2 La frecuencia de resonancia de los sistemas antivibratorios, aproximables generalmente a sistemas de un grado de libertad puede calcularse según la expresión siguiente:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k'}{m}} \quad [\text{Hz}] \quad (3.34)$$

siendo

- f_0 frecuencia de resonancia del sistema, [Hz];
 k' rigidez dinámica de una suspensión o sistema antivibratorio, [MN/m^3];
 m masa por unidad de superficie del elemento suspendido, [kg/m^2].



3.3.3.5 Ascensores y montacargas

- 1 Las guías se anclarán a los forjados del edificio mediante interposición de elementos elásticos, evitándose el anclaje a los elementos de separación verticales. La caja del ascensor se considerará un *recinto de instalaciones* a efectos de aislamiento acústico.
- 2 La maquinaria de los ascensores estará desolidarizada de los elementos estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones y, cuando esté situada en una cabina independiente, ésta se considerará *recinto de instalaciones* a efectos de aislamiento acústico.
- 3 Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- 4 El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

BPAE: Instalaciones de fontanería



Elemento	Nivel sonoro
Bombas de circulación	90 dBA
Golpe de ariete	100 dBA
Grifos de Lavabo	50-64 dBA
Grifos de bidet	44-53 dBA
Conducciones de acero	38 dBA a 3 m/sg
Descarga de sanitarios	75 dBA
Carga de sanitarios	45 dBA



BPAE: Instalaciones de fontanería

- El ruido originado por las instalaciones de fontanería es una de las principales causas de molestia sonora debida a fuentes internas de viviendas.
- Para un adecuado control del ruido y las vibraciones deben analizarse tanto los distintos elementos que integran estas instalaciones como los distintos mecanismos de generación de ruido y vibraciones asociados a ellos.
- Los sistemas de conducción y evacuación de agua son excelentes transmisores del ruido y las vibraciones generadas por los distintos dispositivos conectados a ellas.
- Entre los principales mecanismos de generación de ruido y vibraciones de fontanería destacan:
 - ✓ la cavitación y el golpe de ariete en los grifos
 - ✓ el ruido y vibraciones emitido por las bombas de circulación y equipos motrices
 - ✓ los procesos de carga, descarga así como el impacto del agua en el caso de los inodoros, fregaderos, bañeras y platos de ducha.



BPAAE: Instalaciones de fontanería

Mecanismos de generación de ruido y vibraciones

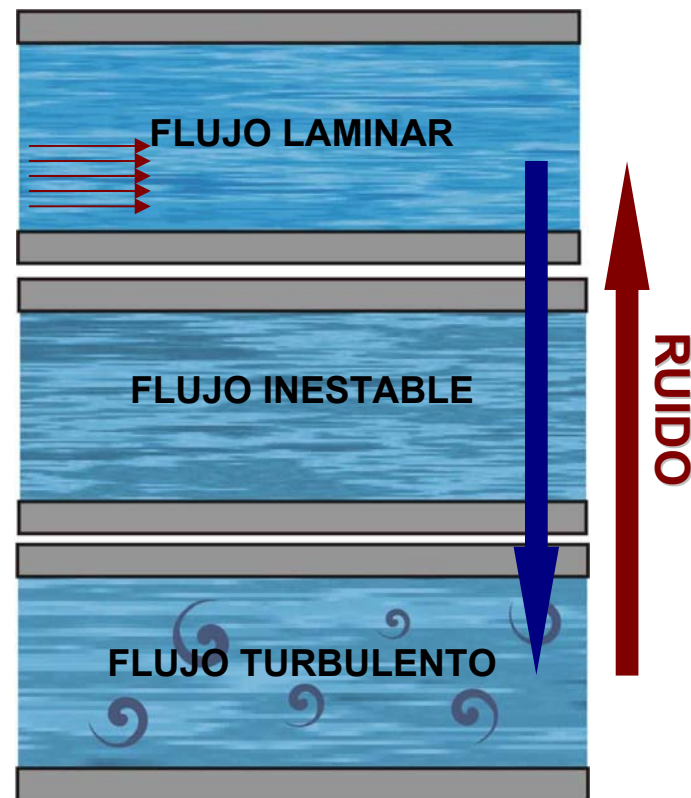
Ruido por turbulencia

Este tipo de ruido se produce cuando el agua circula en régimen turbulento por las conducciones. El flujo turbulento se caracteriza porque el movimiento de las partículas de agua es caótico produciéndose numerosos torbellinos en el interior de las conducciones, mientras que en el régimen laminar, mucho más silencioso, las partículas siguen trayectorias paralelas entre sí en la dirección del flujo. La existencia de uno u otro tipo de flujo depende del valor de un parámetro adimensional denominado *número de Reynolds* N_R , que se calcula a partir de la expresión:

$$N_R = \frac{dv\rho}{\mu}$$

Ejemplo: en una tubería normalizada de diámetro interior d de 0,02 m que conduce un caudal Q de $0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ que supone una velocidad v de 0,25 m/s, con una densidad ρ de 1000 kg/m^3 y una viscosidad absoluta de $1.14 \cdot 10^{-3} \text{ kg/ms}$, el valor del número de Reynolds será:

$$N_R = \frac{dv\rho}{\mu} = \frac{0.02 \cdot 0.25 \cdot 1000}{1.14 \times 10^{-3}} = 4386$$



Régimen turbulento se debería reducir la velocidad (caudal) hasta 0.11 m/s (caudal de $3.45 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$) para régimen laminar,



BPAE: Instalaciones de fontanería

Mecanismos de generación de ruido y vibraciones

Condiciones de flujo: Criterios de diseño

El criterio acústico básico de dimensionamiento de las conducciones debe ser el de obtener velocidades de circulación similares a los correspondientes a flujo laminar dentro de las limitaciones propias de las instalaciones

Como regla general son recomendables los siguientes valores:

Instalación	v (m/s) recomendada
Interior viviendas	0.8 - 1 m/sg
Principal	2 m/sg

Para estos valores los diámetros recomendados (adaptados a los normalizados) para el abastecimiento de los elementos sanitarios son:

Sanitario	d recomendado
Lavabo, inodoro	12 mm
Fregadero	18 mm
Bañera	22 mm

Otro importante aspecto relacionado con el ruido de flujo, es el de la calidad del agua, recomendándose dotar a las instalaciones de las medidas adecuadas para garantizarla (filtros, tratamientos, etc).



BPAE: Instalaciones de fontanería

Mecanismos de generación de ruido y vibraciones

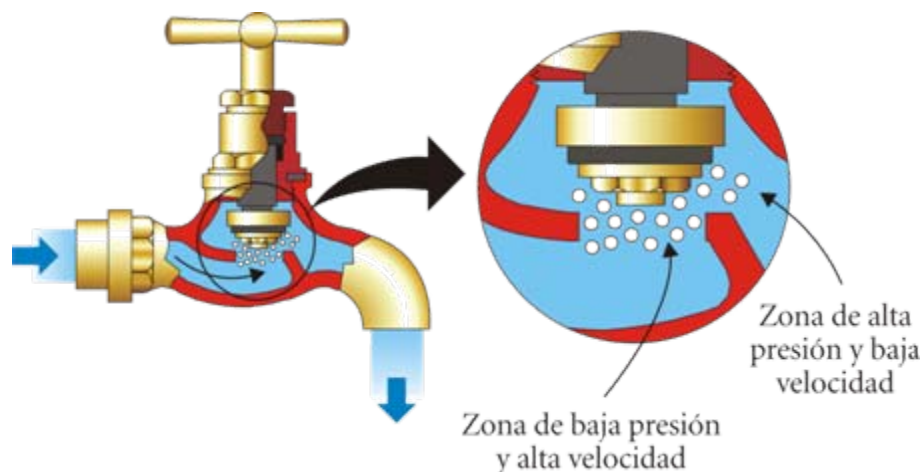
Ruido de cavitación

La cavitación es un fenómeno que lleva consigo un aumento notable del nivel de ruido como consecuencia de la "explosión" de burbujas de vapor que se producen al circular el fluido a través de zonas en las que aumenta y disminuye bruscamente su velocidad.

Estas pequeñas explosiones crean sobre zonas localizadas de la pared de la tubería presiones locales muy altas que dan lugar a vibraciones y elevados niveles de ruido.

La cavitación se da sobre todo en aquellos elementos en los que hay discontinuidades en la sección de las conducciones como puede ser el caso de válvulas parcialmente abiertas, grifos, desagües de bañera, evacuación de lavadoras y lavavajillas, etc.

La cavitación no sólo genera problemas acústicos-> desgaste y roturas



BPAE: Instalaciones de fontanería

Mecanismos de generación de ruido y vibraciones

Ruido de impacto

El agua, al impactar sobre las superficies de bañeras, platos de ducha, fregaderos y aparatos sanitarios en general produce elevados niveles de ruido cuyo valor depende de aspectos tales como la velocidad de salida del agua, la altura de caída y las propiedades elásticas de la superficie del sanitario impactado.



Flujo de aguas residuales

El ruido generado por flujo de aguas residuales a través de las conducciones de evacuación es una importante fuente de molestia sonora en los edificios, especialmente cuando se ubican en zonas cercanas a habitaciones sensibles, como dormitorios y salas de estar. Este tipo de ruido suele afectar a períodos de descanso u ocio tanto por su tipología de flujo como por su aleatoria distribución horaria.

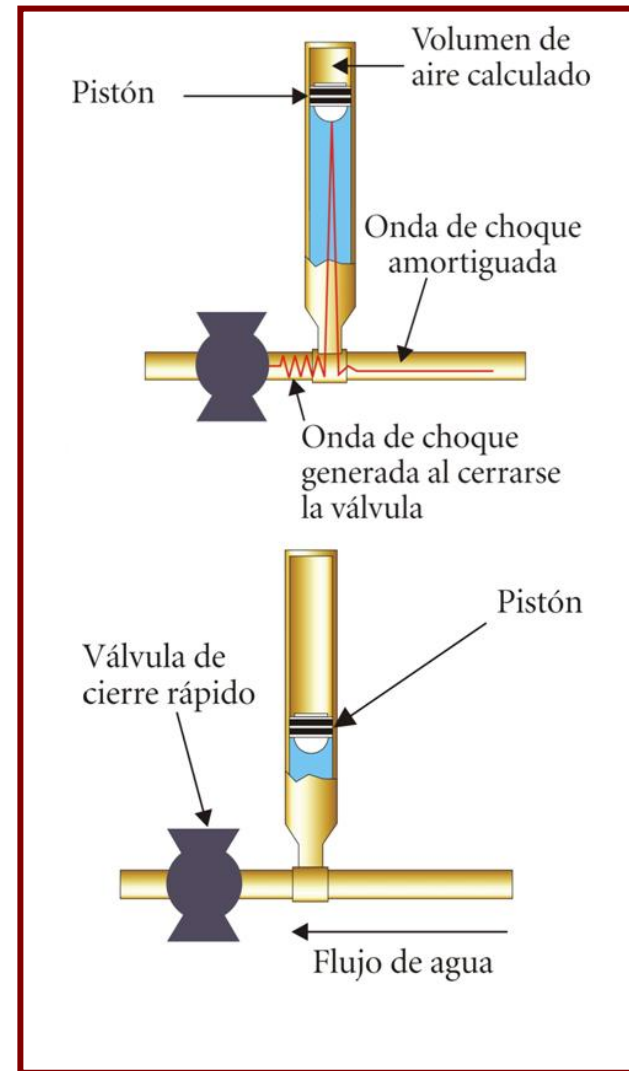


BPAAE: Instalaciones de fontanería

Mecanismos de generación de ruido y vibraciones

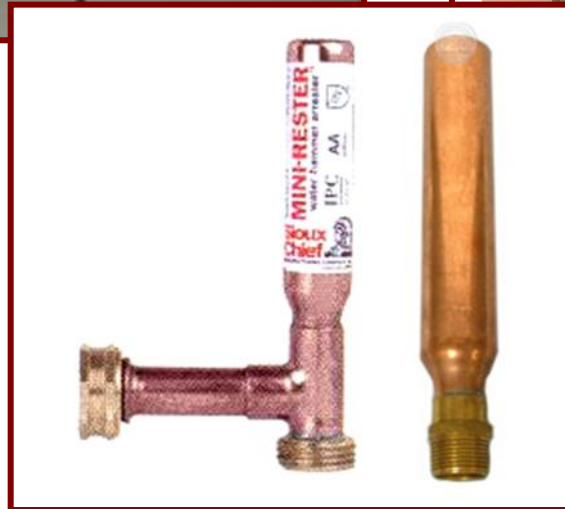
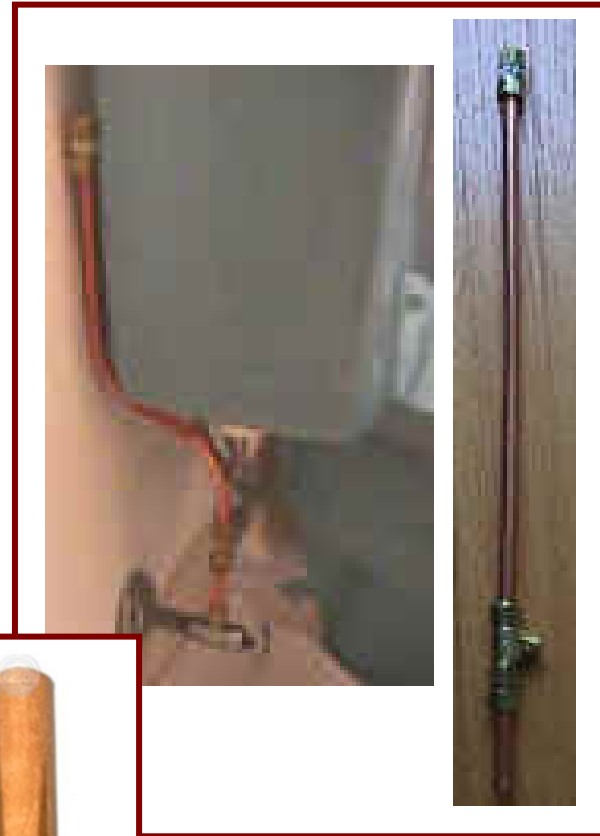
Golpe de ariete

- El golpe de ariete es un ruido agudo e intenso producido al interrumpirse rápidamente el flujo de agua en un sistema de distribución.
- El origen de este fenómeno radica en el hecho de que al producirse una interrupción repentina del flujo se genera un aumento brusco de la presión que se propaga aguas arriba desde el lugar de interrupción en forma de onda de choque.
- El golpe de ariete puede ser provocado por cualquier elemento que produzca interrupciones bruscas del flujo del fluido tales como válvulas de cierre rápido (válvulas eléctricas, de muelle, neumáticas...) y las electroválvulas de algunos electrodomésticos tales como lavadoras o lavavajillas en sus ciclos de lavado y aclarado.
- La cavitación no sólo genera problemas acústicos-> desgaste y roturas en conducciones



BPAE: Instalaciones de fontanería

Golpe de ariete



BPAE: Instalaciones de fontanería

Elementos generadores de ruido y vibraciones

Grupo	Elemento	Mecanismos de generación
Conducciones	Tuberías Codos Uniones Y y T	Turbulencia
Sanitarios	Lavabos Fregaderos Bidés Bañeras Platos de ducha Inodoros	Cavitación, turbulencia, impacto, flujo de aguas residuales
	Cisternas	Cavitación, turbulencia
Valvulería y gifería	Válvulas Grifos	Cavitación, turbulencia y golpe de ariete
Electrodomésticos	Lavaplatos	Vibración, cavitación, golpe de ariete, flujo residuales
	Lavadora	Vibración, cavitación, golpe de ariete, flujo residuales Impacto
	Calentador de agua	Cavitación, turbulencia
Impulsión	Bombas	Vibración, cavitación, Turbulencia
Evacuación	Sumideros	Flujo de residuales Turbulencia

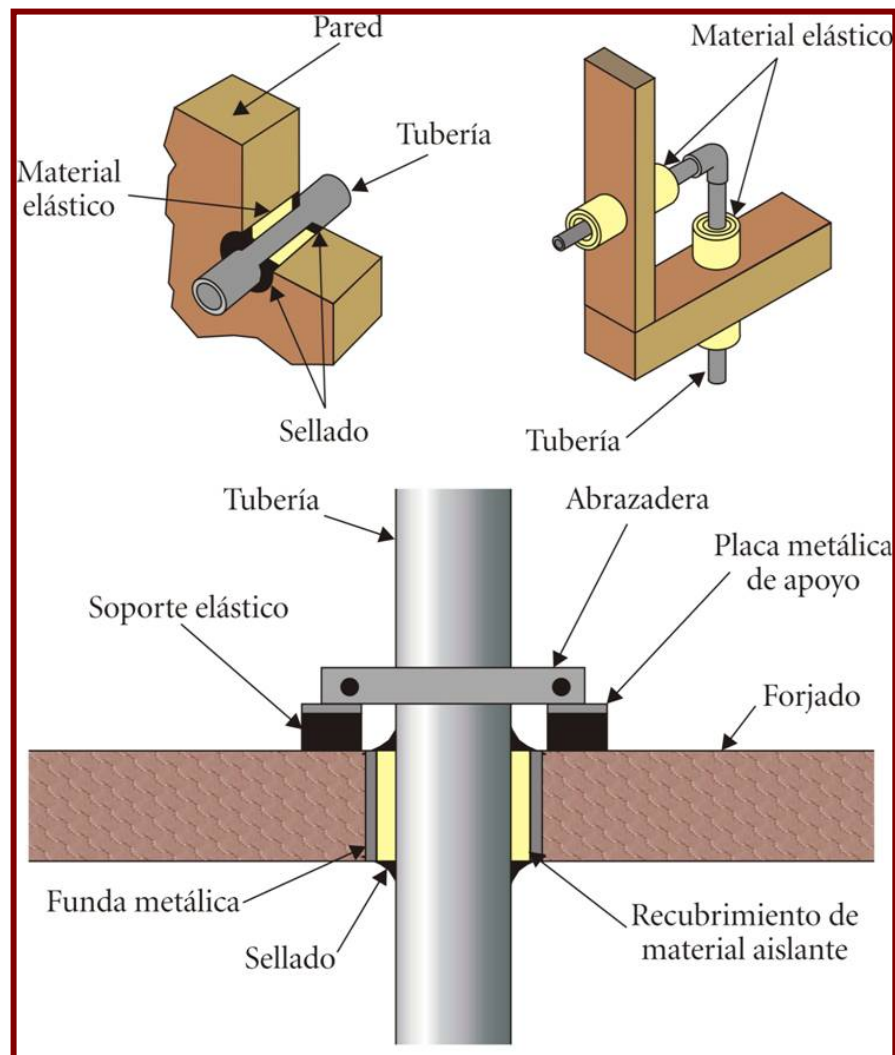


BPAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

Desolidarización de tuberías y conducciones

- Debe evitarse el contacto directo de las tuberías con los elementos constructivos recubriendo la conducción mediante coquillas o manguitos de materiales elásticos adecuados (lana de vidrio, neopreno, caucho, etc.) y sellando elástico-mente la holgura encoquillado-elemento constructivo mediante materiales adecuados

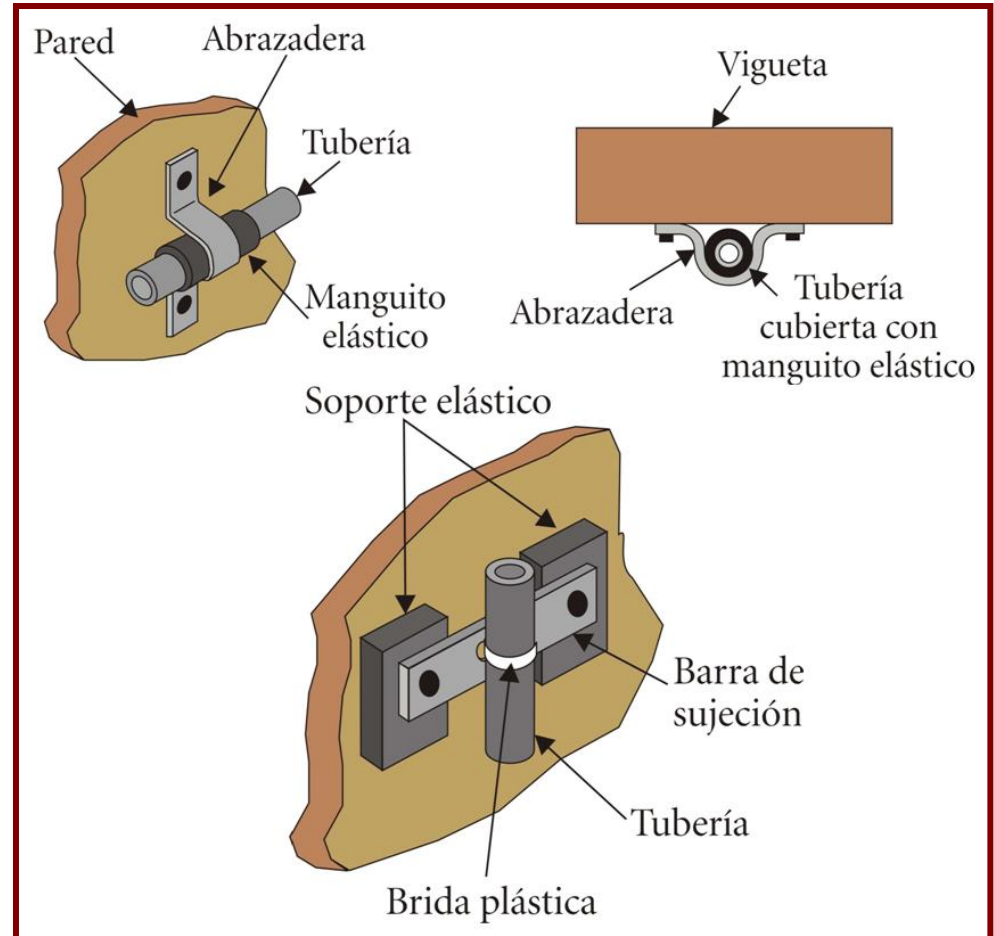


BPAAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

Fijación "elástica" de tuberías y conducciones

- Las tuberías deben fijarse a elementos constructivos del edificio (tabique forjados, pilares, etc.) , mediante uniones "elástica" para evitar la transmisión de ruido y vibraciones por vía estructural

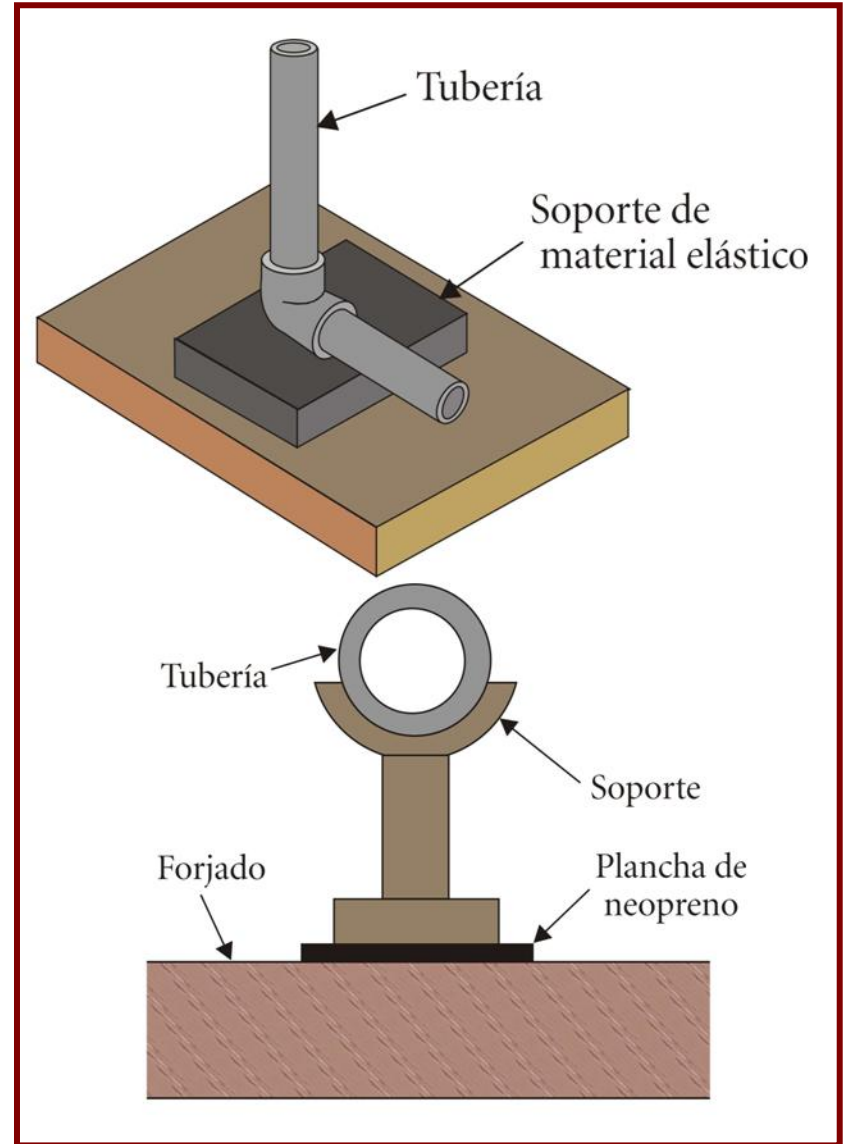


BPAAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

Apoyo de tuberías y conducciones

- En aquellos casos en los que las conducciones tengan una sección y peso importante, puede ser necesario que se apoyen sobre la estructura del edificio, en cuyo caso el apoyo debe realizarse elásticamente de acuerdo con el principio de "desolidarización estructural".

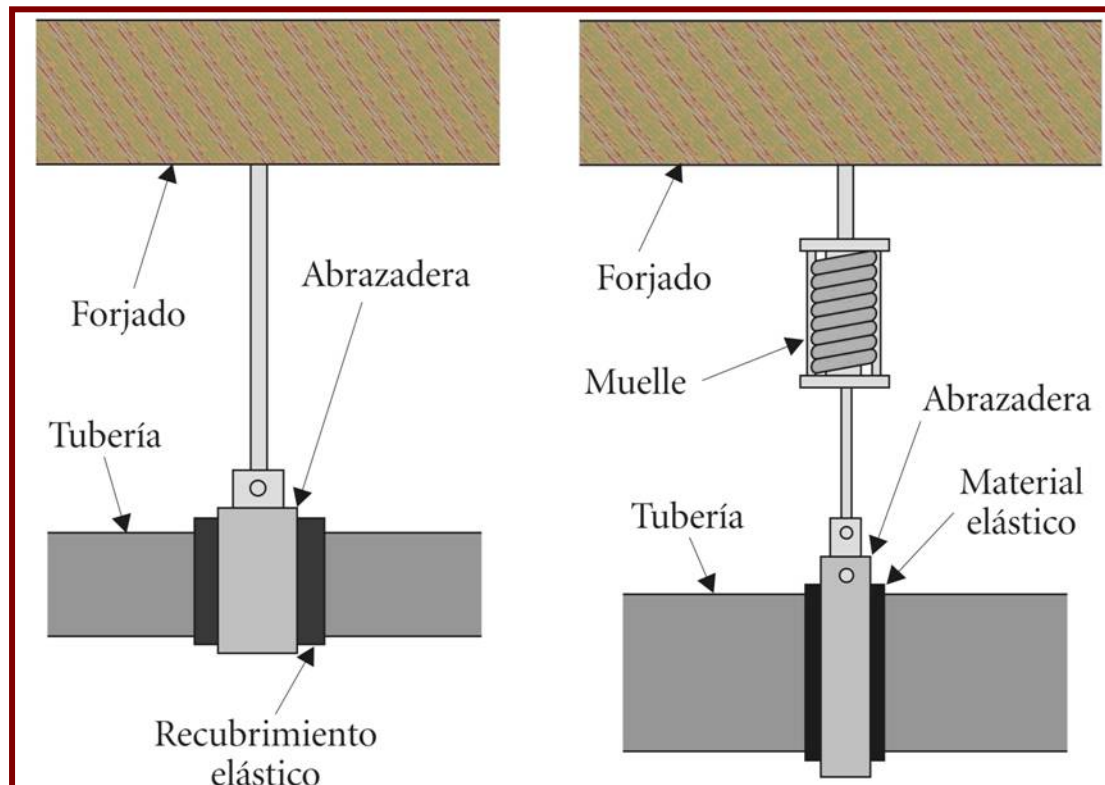


BPAAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

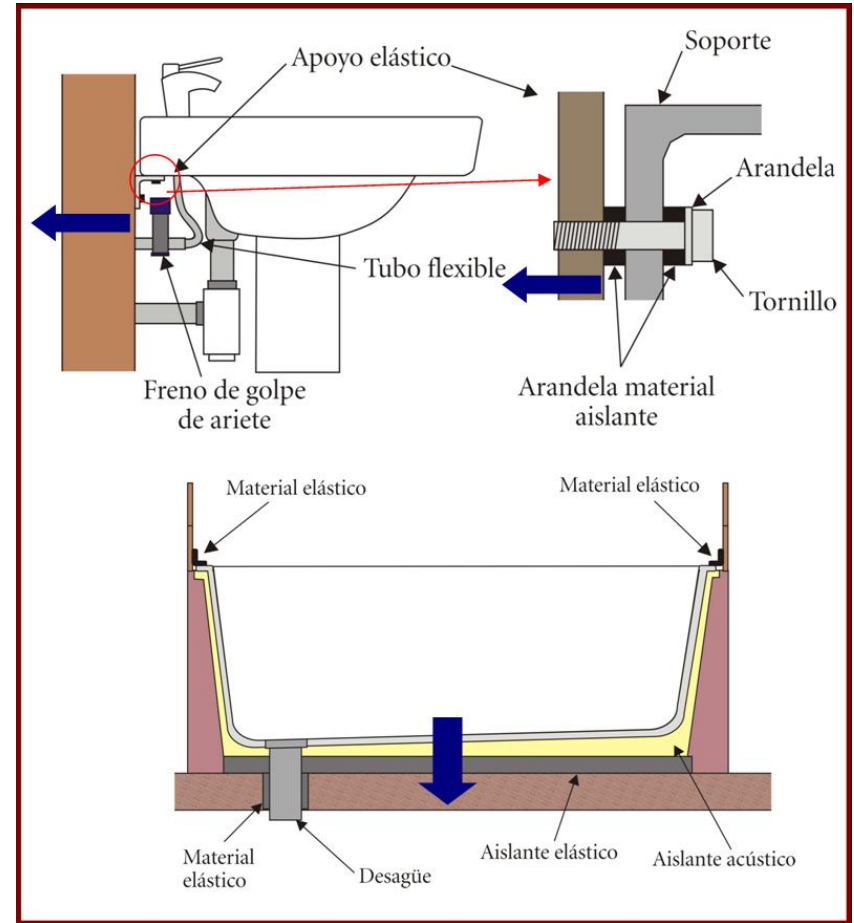
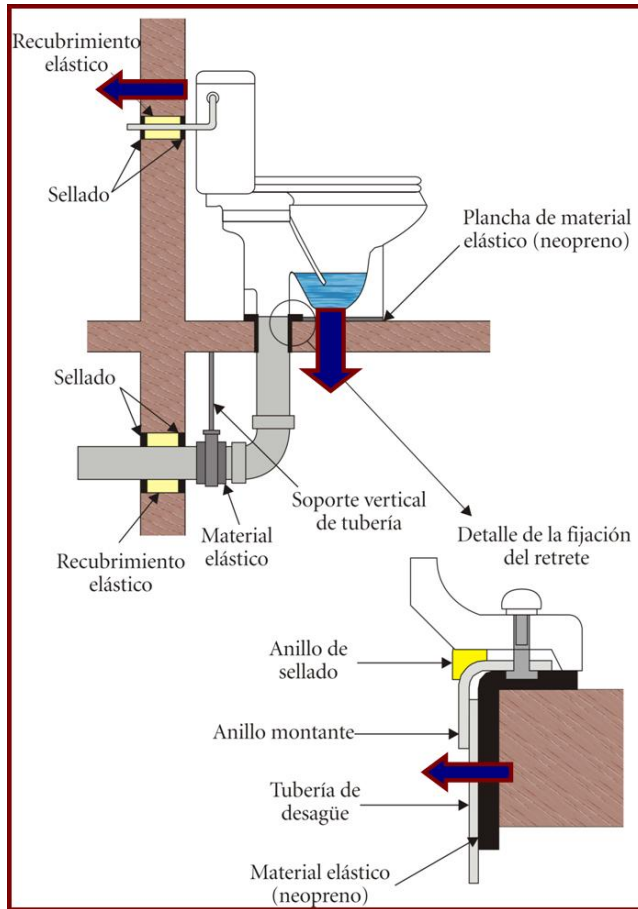
Suspensión elástica de tuberías y conducciones

- En aquellos casos en los que las tuberías deban fijarse a techos o forjados, esta fijación debe realizarse utilizando elementos de suspensión elástica debidamente seleccionados y dimensionados de acuerdo con aspectos ambientales y resistentes



BPAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras



Sanitarios

- En las figuras se muestran, soluciones constructivas para la instalación de este tipo de elementos destinadas al control de ruido transmitido por vía estructural y golpe de ariete

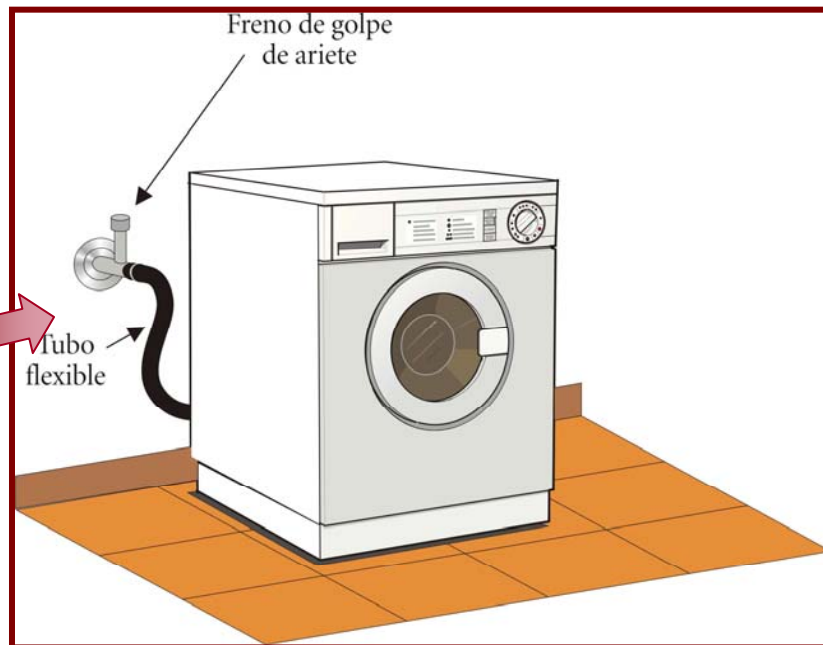


BPAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

Electrodomésticos

- Las soluciones aplicables al ruido y vibraciones generados por electrodomésticos se basan fundamentalmente en la selección de modelos con bajos niveles de emisión sonora, el apoyo elástico de los mismos sobre el suelo y la no transmisión de ruido y vibraciones a través de las conducciones de alimentación y desagüe.

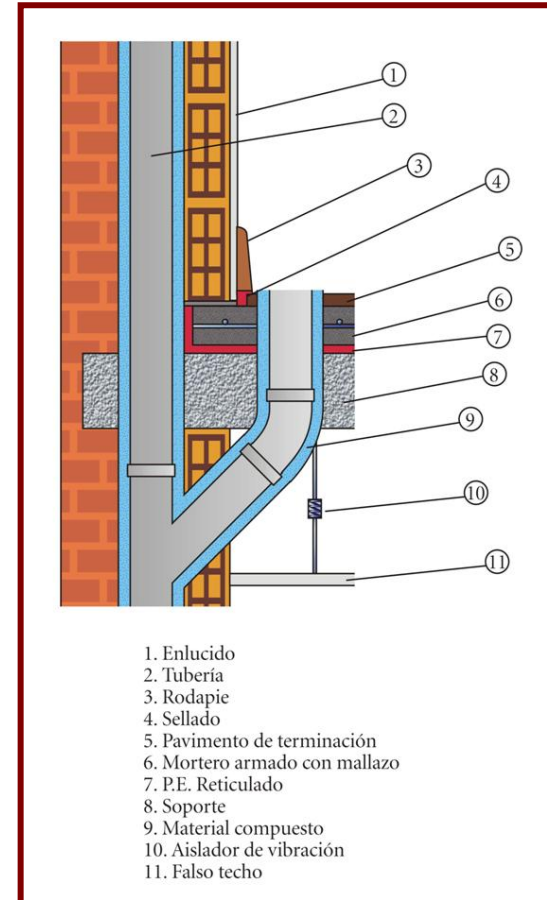


BPAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

Bajantes

- En la figura se muestra un montaje de bajante “acústico”, basado en la utilización de materiales específicos para el control del ruido aéreo y estructural, generado por este tipo de flujos.
- Además de los aspectos relativos a la instalación, existen soluciones tipo “**bajantes acústicas**” como sistemas integrados de mayor rendimiento acústico y con elementos de montaje especiales, en materiales poliméricos y fundición



BPAE: Instalaciones de fontanería

Medidas Correctoras

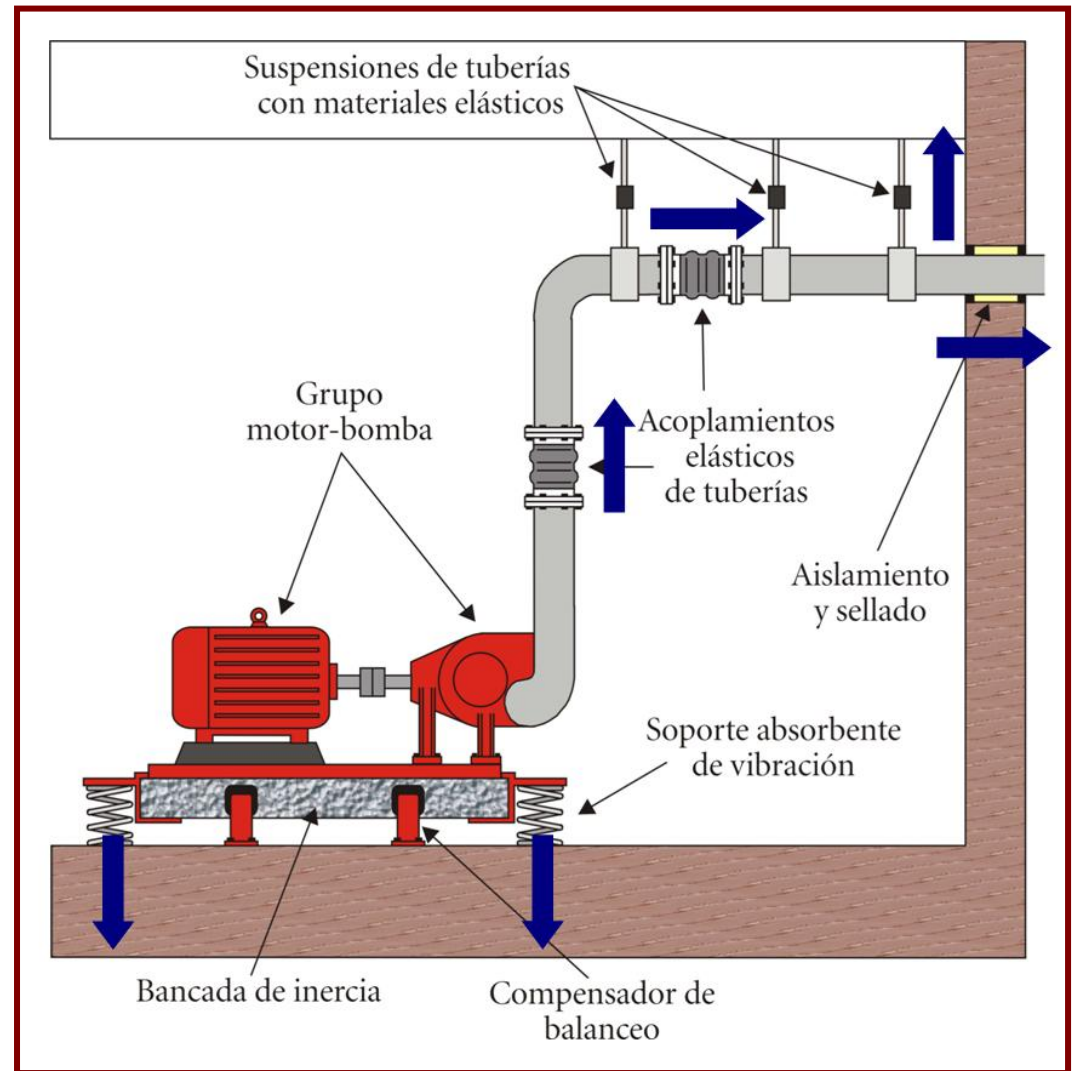
Ruido y vibraciones de equipos

Criterios básicos de control de ruido y vibraciones :

- ✓ Selección de equipos "poco ruidosos"
- ✓ Desolidarización de los equipos tanto respecto de los elementos estructurales del edificio como respecto a las conducciones.

Ejemplo: instalación de bombeo.

- ✓ Bancada de inercia para el aislamiento vibratorio de grupo
- ✓ Suspensiones elásticas para las conducciones
- ✓ Acoplamientos elásticos en las conducciones



BPAE: Instalaciones de fontanería

Síntesis de BPA en instalaciones de fontanería

1.-Control de ruido generado por aparatos sanitarios

Ruido estructural	Evitar el contacto directo de estos elementos con paredes y suelos interponiendo elementos elásticos en fijaciones y apoyos Aislar platos de ducha y bañera mediante particiones selladas, rellenas de materiales aislantes y absorbentes
Ruido aéreo	Utilizar pavimentos flotantes en cuartos húmedos Seleccionar para su instalación en las viviendas grifería, inodoros, sistemas, mecanismos y demás elementos con bajos niveles de emisión sonora.

2.-Control de ruido generado por electrodomésticos

Ruido estructural	Evitar el contacto directo de estos elementos con paredes y suelos interponiendo elementos elásticos y antivibratorios en fijaciones y apoyos Utilizar conductos largos y flexibles, o en su caso manguitos antivibratorios en la alimentación y desagüe para evitar la transmisión de vibraciones a la red Instalar adecuadamente los electrodomésticos (nivelación, distancias a muebles y paredes, etc.)
Ruido aéreo	Seleccionar electrodomésticos con bajos niveles de emisión sonora
Golpe de ariete	Instalar amortiguadores de golpe de ariete Utilizar conductos largos y flexibles, o en su caso en la alimentación y desagüe para compensar el efecto del golpe de ariete

4.-Control de ruido generado por flujo de aguas residuales

Ruido estructural	Evitar el contacto directo de las bajantes con la estructura del edificio fijándolas mediante uniones elásticas y elementos aisladores de vibraciones.
Ruido aéreo	Alojar las bajantes en cámaras debidamente aisladas Utilizar tuberías con características acústicas específicas Diseñar y dimensionar adecuadamente la red secundaria de aireación Considerar en diseño la ubicación de las bajantes evitando su paso por zonas sensibles de las viviendas (cuartos de estar, dormitorios, etc.)

5.-Control de ruido generado por maquinaria impulsora

Ruido estructural	Evitar el contacto directo de los equipos (bombas, grupos de presión, ...) con la estructura del edificio interponiendo bancadas de inercia, elementos antivibratorios, pavimento flotante, etc.) Evitar uniones rígidas entre los equipos y las conducciones a las que dan servicio intercalando elementos compensadores, manguitos antivibratorios, etc. Ubicar los equipos en recintos con un acondicionamiento vibroacústico específico y preferentemente situados lejos de zonas sensibles. Garantizar un adecuado mantenimiento de los equipos
Ruido aéreo	Seleccionar equipos con bajos niveles de emisión sonora y vibratoria Seleccionar bombas con baja velocidad de giro (poco revolucionadas)

3.-Control de ruido generado por conducciones

Ruido estructural y vibraciones	Evitar el paso de tuberías por zonas sensibles (dormitorios, salas de estar), agrupándolas y distribuyéndolas mediante galerías de servicio ubicadas y acondicionadas desde el punto de vista acústico. Evitar uniones rígidas y contactos directos de las conducciones tanto con la estructura del edificio como con aquellos elementos constructivos que puedan actuar como emisores sonoros: -Utilizando elementos elásticos para la suspensión y fijación de las tuberías. -Interponiendo materiales elásticos entre las conducciones y las zonas pasantes a través de paredes, techos, forjados, etc. -Aislado las conducciones empotradas, evitando el contacto directo evitando el contacto directo mediante tubos corrugados. Evitar la transmisión de vibraciones desde las bombas hacia las conducciones intercalando compensadores y manguitos antivibratorios
Ruido aéreo	Revestir las conducciones vistas de material aislante Ubicar las bajantes en cámaras de instalaciones debidamente aisladas Diseñar adecuadamente la red de aireación secundaria para evitar sifonamientos por aspiración
Ruido de flujo	Dimensionar adecuadamente el diámetro de las tuberías para evitar ruido de turbulencia, de manera que la velocidad de circulación sea siempre inferior a 3 m/s, siendo recomendables valores Minimizar el número de codos, empalmes y reducciones Evitar cambios bruscos de dirección utilizando radios de curvatura adecuados Evitar variaciones bruscas de sección utilizando elementos de con cambio de sección gradual (racords cónicos) Diseñar la red para que no se superen los 3.8 bar de presión, instalando en su caso válvulas reguladores de presión Instalar filtros para evita el exceso de partículas en suspensión
Golpe de ariete	Instalar amortiguadores de golpe de ariete



BPAE: Instalaciones de Calefacción



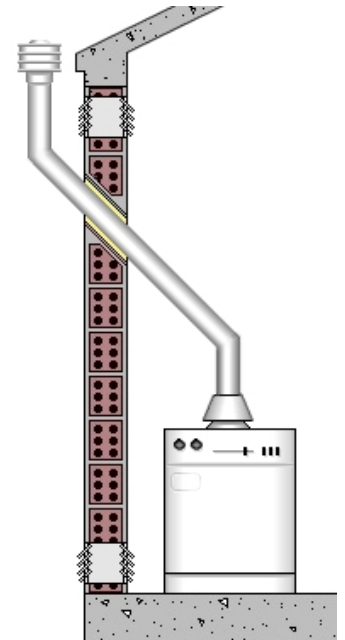
BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Origen del ruido y las vibraciones en cuartos de calderas

Los cuartos de calderas: son los recintos en los que se concentran las fuentes de ruido más importantes de los sistemas de calefacción-ACS, Es de vital importancia que en la etapa de diseño del edificio se planifiquen e incorporen al diseño y ejecución de los mismos los aspectos relativos al control de ruido y vibraciones en este tipo de recintos.

Los elementos que de forma básica integran los cuartos de calderas son:

- *Grupo térmico/Caldera*
- *Sistema de impulsión/circulación agua*
- *Sistemas de acumulación ACS*
- *Sistemas auxiliares de evacuación de humos*



BPAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Origen del ruido y las vibraciones en calderas

Existen dos fuentes principales de ruido y vibraciones en calderas:

a) Ruido generado por la cámara de combustión: este ruido es consecuencia directa del proceso de quemado del combustible, teniendo un carácter "explosivo" con predominio de bajas frecuencias, este proceso provoca igualmente resonancias mecánicas en los elementos de la caldera, especialmente en los paneles de protección.

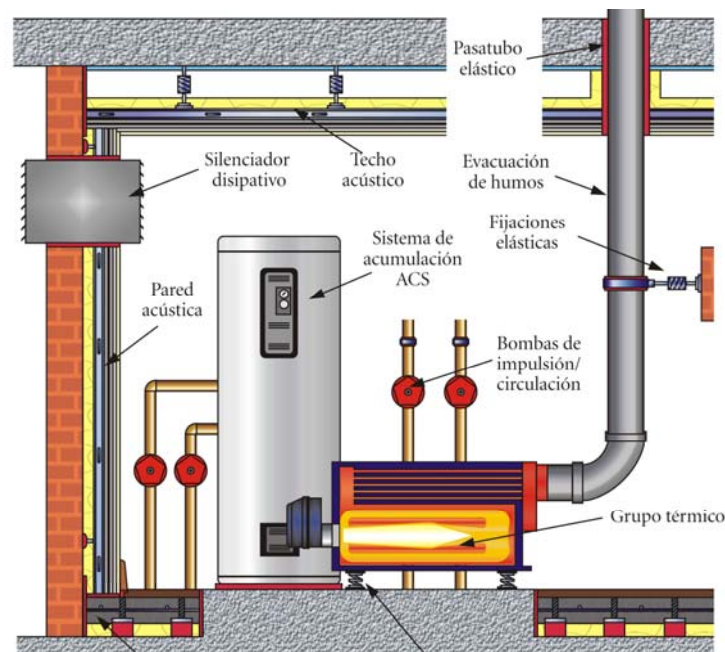
b) Ruido generado por los quemadores: el ruido generado en los quemadores es consecuencia del flujo a alta velocidad del combustible en los inyectores, este tipo de ruido se caracteriza por tener un espectro en el que predominan bajas y medias frecuencias y por alcanzar niveles sonoros muy elevados que pueden alcanzar entre 80 y 90 dBA, Estos niveles pueden transmitirse, de no existir un tratamiento adecuado, tanto al exterior a través del sistema de evacuación de humos como a las estancias adyacentes por vía aérea y estructural.



BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Origen del ruido y las vibraciones en sistemas de impulsión

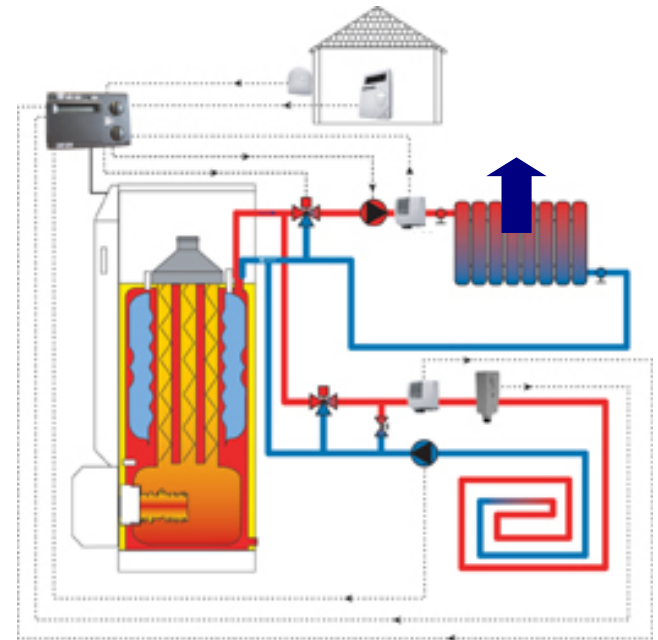
Estos sistemas están integrados por bombas de circulación destinadas a impulsar tanto el agua caliente sanitaria (ACS) como el agua destinada a los circuitos de calefacción. En lo referente a las medidas de control vibroacústico, la filosofía a seguir no difiere de la considerada para la circulación de agua fría.



BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Origen del ruido y las vibraciones en redes de distribución de agua de calefacción y ACS

- ✓ La red de distribución de agua caliente al tener su origen en la sala de calderas, es una excelente vía de transmisión del ruido y las vibraciones que en ella se generan (caldera, bombas, ventiladores, etc.).
- ✓ Además del ruido y las vibraciones generadas "mecánicamente" por los equipos, ha de considerarse el ruido y vibraciones asociadas a la propia circulación y turbulencias del agua por las conducciones, así como el causado, por las expansiones y contracciones de las mismas como consecuencia de los cambios de temperatura del agua, especialmente en el caso de tuberías metálicas destinadas a calefacción.



BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Origen del ruido y las vibraciones en red de evacuación de humos

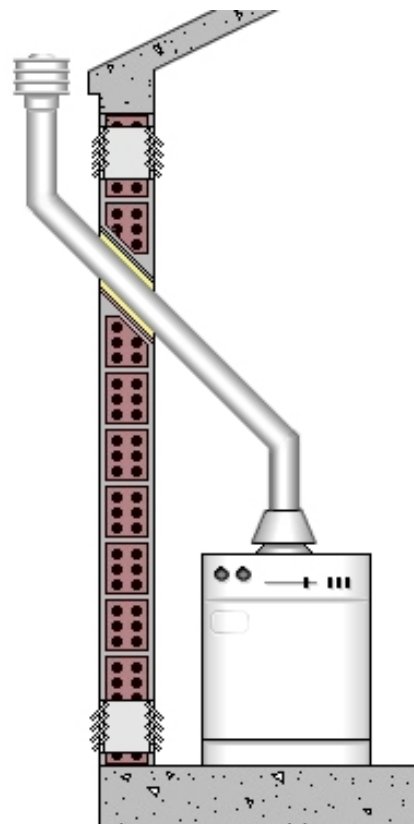
✓El ruido generado en la red de evacuación de humos es debido fundamentalmente a tres factores:

- Circulación de los gases por los conductos de evacuación.*
- Actuación de sistemas auxiliares de impulsión.*
- Resonancia mecánica de los conductos.*

✓La transmisión de ruido y vibraciones en estos sistemas se produce por vía estructural tanto a través de las fijaciones a paredes y techos como por el contacto directo entre los conductos y los forjados o muros que atraviesan.

✓La transmisión por vía aérea se produce fundamentalmente en las zonas de paso de los conductos de evacuación por cámaras coincidentes con recintos habitados.

✓Para evitar estas transmisiones debe ejecutarse un tratamiento adecuado de los pasos de las conducciones de evacuación de humos a través de los elementos estructurales utilizando pasatubos elásticos así como elementos de fijación y suspensión elástica a paredes y techos, prestando también atención al aislamiento de los conductos frente a ruido aéreo mediante materiales acústicos aislantes.



BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Origen del ruido y las vibraciones en instalaciones de calefacción eléctrica

En el caso de calefacciones basadas en radiadores eléctricos las fuentes de ruido más importantes son:

- **Ruidos de expansión/contracción** : originados por los procesos de expansión/contracción de los radiadores que son amplificadas por los elementos constructivos a los que están fijados.
- **Ruidos de resonancia mecánica**: estos ruidos son debidos al fenómeno de resonancia mecánica de baja frecuencia, resultando un ruido de baja frecuencia similar al emitido por transformadores.

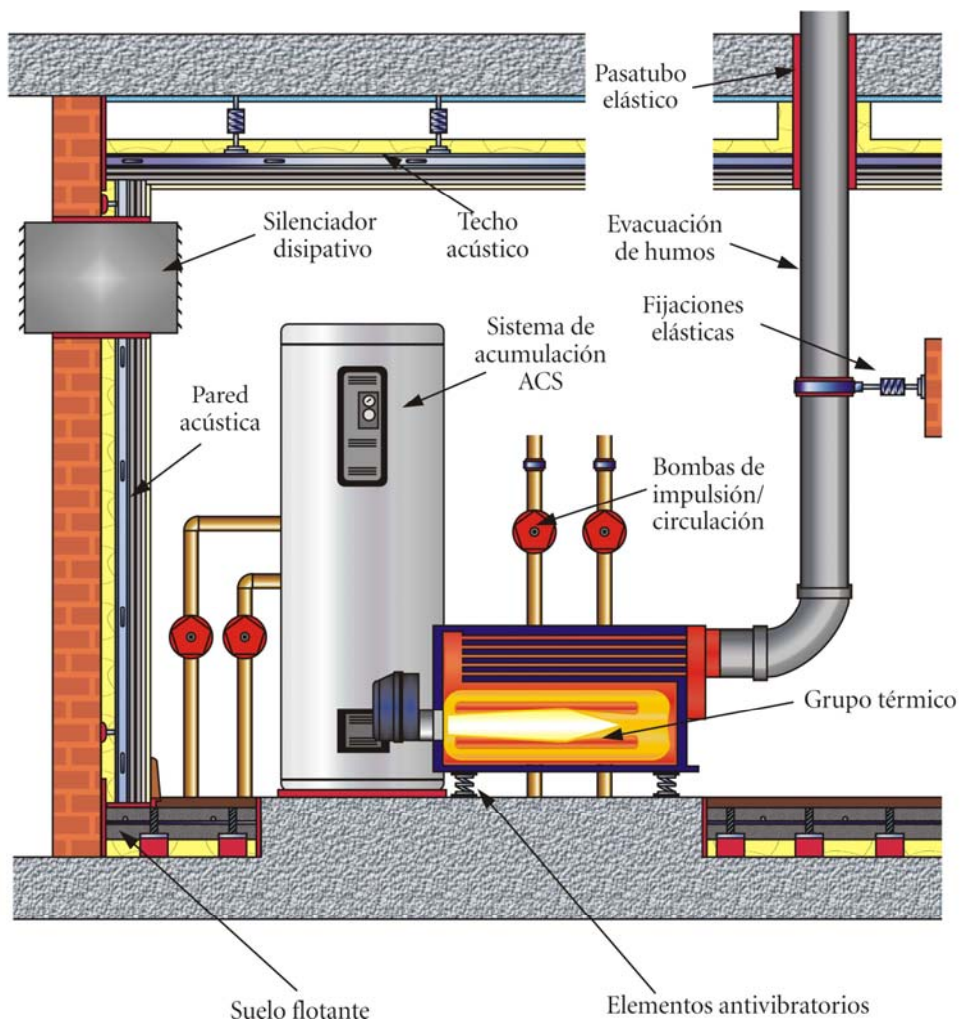
✓ La transmisión de estos ruidos se produce por vía estructural a través de los soportes de los radiadores, por lo que debe evitarse que los anclajes de los mismos a las paredes de las habitaciones se realicen de forma rígida, interponiendo para ello elementos elásticos entre la pared y el elemento de fijación del radiador.

✓ Otra fuente de ruido molesto en radiadores eléctricos es el debido al funcionamiento, "tipo clic", de los termostatos, por lo que deben seleccionarse para su instalación termostatos de tecnología "silenciosa".



BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Medidas correctoras



BPAAE: Instalaciones de calefacción y ACS

Síntesis de BPAAE en instalaciones de calefacción y ACS

Control de ruido generado los sistemas de distribución de agua caliente	
Ruido estructural	Utilizar sistemas elásticos para la fijación y suspensión de las conducciones de distribución de ACS y agua de calefacción
	En tuberías empotradas utilizar tubo corrugado para permitir contracciones y expansiones libres
	No fijar rígidamente los radiadores a los elementos estructurales, interponiendo elementos elásticos

Control de ruido generado los sistemas de calefacción eléctrica	
Ruido estructural	No fijar rígidamente los radiadores a los elementos estructurales, interponiendo elementos elásticos
Ruido aéreo	Seleccionar termostatos de tecnología silenciosa

Control de ruido generado los sistemas de evacuación de humos	
Ruido estructural	No fijar rígidamente los conductos a elementos estructurales, utilizando elementos de fijación o suspensión elásticos
	Tratar adecuadamente el paso a través de elementos constructivos (techos, forjados paredes, cámaras) evitando mediante coquillas o pasatubos elásticos el contacto con los mismos y sellando adecuadamente las holguras.
Ruido aéreo	Aislar acústicamente los conductos a su paso por cámaras y zonas sensibles
	Seleccionar sistemas de apoyo a la circulación de humos silenciosos
	Instalar sistemas de atenuación sonora en la salida de humos al exterior

Control de ruido generado por grupos térmicos y elementos auxiliares	
Ruido estructural	Evitar el apoyo directo del grupo térmico sobre el suelo estructural interponiendo bancadas de inercia y aisladores de vibraciones
	Utilizar manguitos antivibratorios o elementos compensadores en la conexión con las tuberías de la red de distribución de ACS y agua de calefacción
	Evitar el contacto directo entre los depósitos de acumulación de ACS y el suelo estructural interponiendo materiales flexibles y elementos antivibratorios
Ruido aéreo	Evitar el contacto directo entre las bombas de circulación y los elementos estructurales (paredes y suelos) utilizando en su caso bancadas de inercia, elementos antivibratorios y fijaciones elásticas
	Seleccionar grupos térmicos de bajo nivel sonoro y aislamiento acústico
	Seleccionar bombas de circulación e impulsión de bajo nivel sonoro Garantizar un adecuado mantenimiento de la instalación

Control de ruido en cuartos de calderas	
Ruido estructural	Instalar pavimentos flotantes Desolidarizar adecuadamente los encuentros techo-pared y suelo-pared
	Tratar acústicamente los pasos de tuberías de distribución a través de techos, suelos y paredes utilizando recubrimientos elásticos y sellando con materiales flexibles las holguras.
Ruido aéreo	Instalar paredes acústicas dobles con material absorbente en la cámara
	Instalar techos acústicos suspendidos con material absorbente en la cámara
	Instalar rejillas acústicas en las ventanas de ventilación
	Ubicar los cuartos de calderas lejos de zonas sensibles del edificio



BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación



BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Introducción

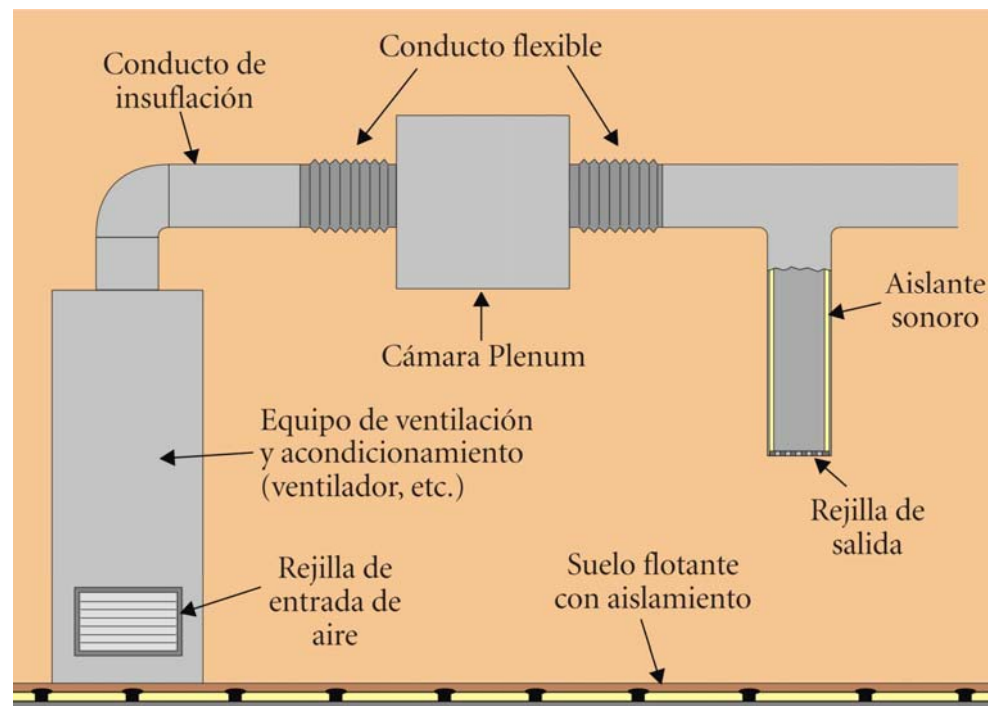
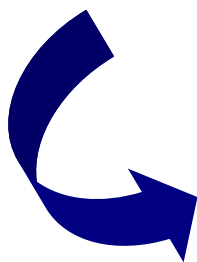
- ✓ *Los equipos de climatización bien de tipo centralizado o individual se instalan cada vez con más frecuencia tanto edificios de viviendas como de servicios.*
- ✓ *Es práctica habitual que el diseño e instalación de un sistema de climatización se realice sin tener en cuenta que los niveles de ruido generados pueden repercutir negativamente en la funcionalidad y confort de:*
 - *Zonas interiores habitables y de trabajo.*
 - *Entorno sonoro exterior.*
- ✓ *A la hora de planificar una instalación de estas características debe realizarse un estudio específico previo para evaluar los niveles de ruido que producirá la instalación y la manera de minimizar la producción y propagación de los ruidos y vibraciones generados.*
- ✓ *Este planteamiento requiere de una planificación vibroacústica que, en el caso de edificios no construidos, debe afrontarse en la fase de proyecto considerando aspectos tales como la ubicación y selección de los equipos, el diseño localización y características de los conductos, etc.*
- ✓ *Esta situación es más delicada en el caso de edificios ya construidos puesto que existe una menor libertad de diseño y ejecución.*



BPAAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Elementos integrantes

Los elementos esenciales de un sistema centralizado de aire acondicionado, son los *ventiladores* destinados a producir el movimiento del aire, los *conductos* que canalizan el aire procedente del ventilador hacia las zonas a acondicionar, las *rejillas de ventilación* que son los elementos a través de los cuales se produce la salida del aire de los conductos hacia los recintos, las *rejillas de retorno* que permiten que el aire circule desde las estancias hacia al conducto de retorno, los *filtros* que filtran las partículas en suspensión presentes el aire y finalmente los *intercambiadores de enfriamiento y calefacción* que son los dispositivos que permiten enfriar o calentar el aire

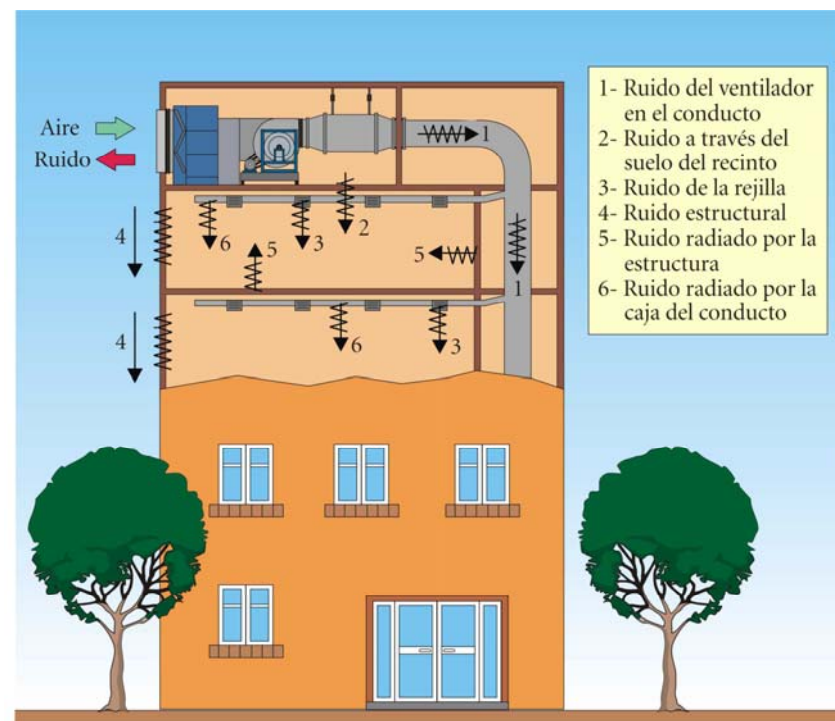
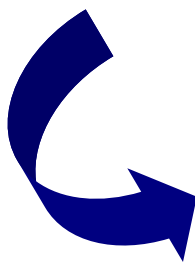


BPAAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Origen del ruido y las vibraciones

Las fuentes de ruido y vibraciones más importantes en los sistemas de climatización y ventilación son:

- Los ventiladores
- Las turbulencias producidas por el flujo de aire a través de los conductos
- Las turbulencias producidas por el paso de aire a través de las rejillas
- Transmisión de ruido aéreo y estructural a través de los conductos.



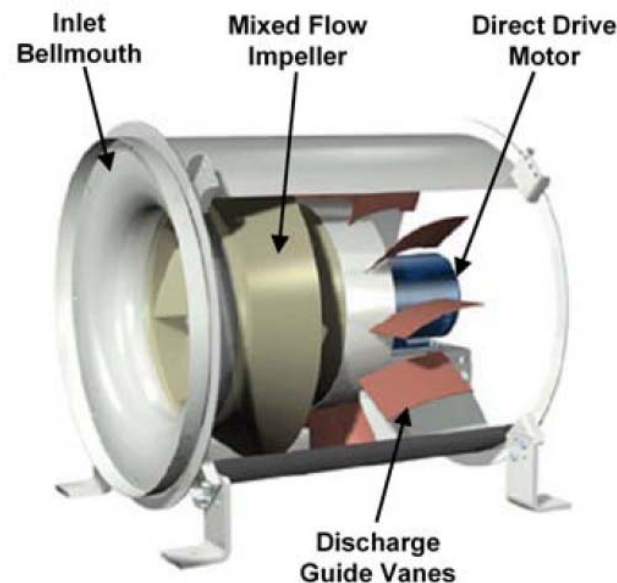
BPAAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Ruido y vibraciones generadas por ventiladores

Los ventiladores de propulsión y de retorno de aire son los elementos que producen mayores niveles sonoros en un sistema de climatización, generándose básicamente dos tipos de ruidos, el de carácter *mecánico* originado por el funcionamiento del motor eléctrico, la carcasa del ventilador, las desalineaciones de ejes entre otros, y el de origen *aerodinámico* que deriva tanto del giro de los álabes como de las turbulencias generadas por éstos al impulsar el aire.

El ruido generado por ventiladores tiene sus valores máximos generalmente en la zona de bajas frecuencias, en torno a los 250 Hz.

Para predecir los niveles sonoros que generan puede recurrirse a la información proporcionada por el fabricante o cuando esta no esté disponible a procedimientos aproximados



Data

Type	Motor power kW	Voltage V	Maximum current A	Maximum duty m³/h	Pressure (max) Pa	Sound level* dB(A)	Weight kg	Article number
GSF-2-133/62-009T	0,09	230/400	0,53/0,30	490	470	71	4	113 340 950
GSF-2-140/62-025T	0,25	230/400	1,27/0,65	690	530	72	6	113 350 001
GSF-2-140/62-025S	0,25	230	2,20	690	530	72	7	113 350 051
GSF-2-146/62-037T	0,37	230/400	1,80/1,05	730	580	74	7	113 350 151
GSF-2-146/62-037S	0,37	230	2,9	730	580	74	8	113 350 171
GSF-2-180/75-055T	0,55	230/400	2,35/1,35	1250	710	76	8	113 350 201
GSF-2-180/75-055S	0,55	230	4,0	1250	710	76	10	113 350 251
GSF-2-180/85-075T	0,75	230/400	3,10/1,70	1050	870	78	8	113 350 301
GSF-2-180/85-075S	0,75	230	4,9	1050	870	78	10	113 350 311
GSF-2-180/85-110T	1,10	230/400	4,45/2,45	1400	870	78	9	113 350 351
GSF-2-180/85-110S	1,10	230	7,1	1400	870	78	11	113 350 361
GSF-6-450/203-400T	4,00	400/690	9,00/5,20	9500	750	80	105	113 351 551
GSF-6-450/203-550T	5,50	400/690	12,0/6,95	11700	750	80	115	113 351 552

* - in the middle of the performance curve.



BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Ruido generado en conductos de ventilación

Ruido producido en los conductos de aire: en los conductos de los sistemas de climatización existen cambios de dirección y sección y obstáculos que provocan la aparición de turbulencias. Estas turbulencias dependen de la velocidad de circulación del aire por lo que al margen de otros condicionantes, es conveniente que esta velocidad sea lo menor posible, lo que lleva consigo la necesidad de utilizar de conductos de mayor sección.

Ruido producido en los dispositivos terminales de ventilación: se entiende como tales los difusores y rejillas situados al final de un conducto a través de los cuales fluye o es evacuado el aire de una habitación.

Los difusores y las rejillas suelen incorporar deflectores con la finalidad de distribuir el aire de manera regular que incrementan cuanto mayor sea la deflexión, el nivel de ruido emitido.

Otros elementos a considerar son los amortiguadores de control de volumen de aire, estos elementos aumentan el nivel de ruido al restringir el flujo de aire, de esta manera si se reduce a la mitad el caudal de aire el nivel de ruido generado aumenta de 10 a 20 dBA, dependiendo del diseño de la salida de aire.

Transmisión cruzada entre recintos: este fenómeno se produce como consecuencia de la propagación de sonidos entre distintas estancias a través del sistema de conducción de aire.



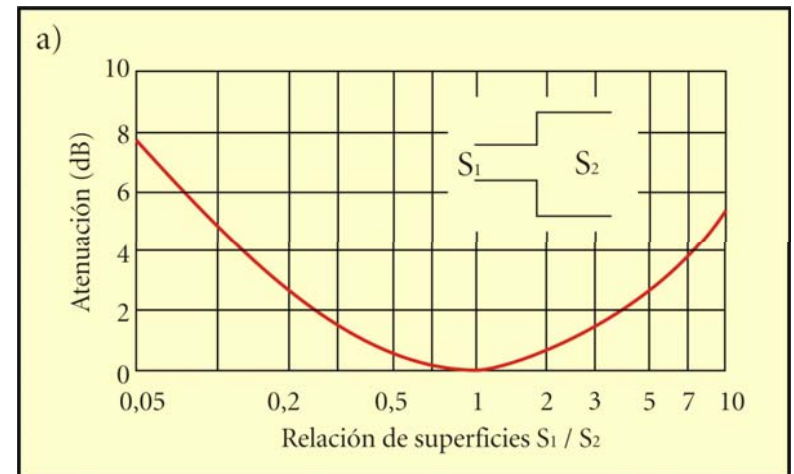
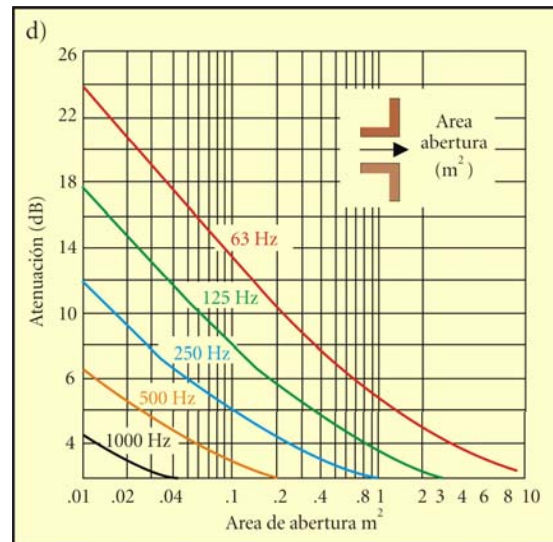
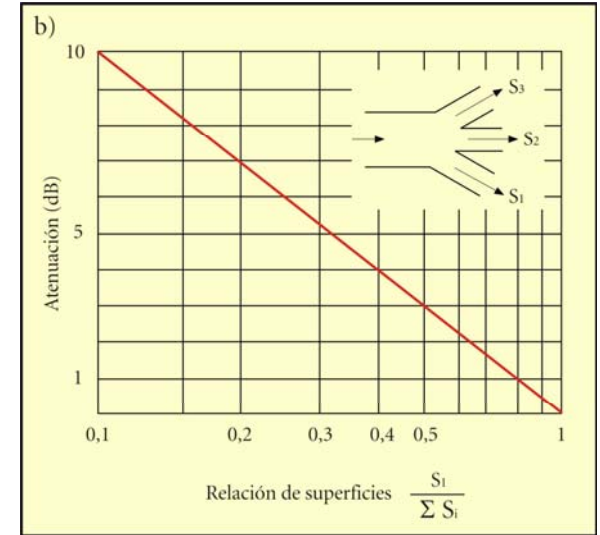
BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Atenuaciones en conductos de ventilación

Los niveles sonoros sufren a lo largo de la red de conducciones atenuaciones en:

- ✓ Conductos rectos (rozamiento)
- ✓ Codos
- ✓ Cambios de sección
- ✓ Bifurcaciones
- ✓ Inserción de salidas

cuya estimación puede realizarse utilizando ábacos como los mostrados



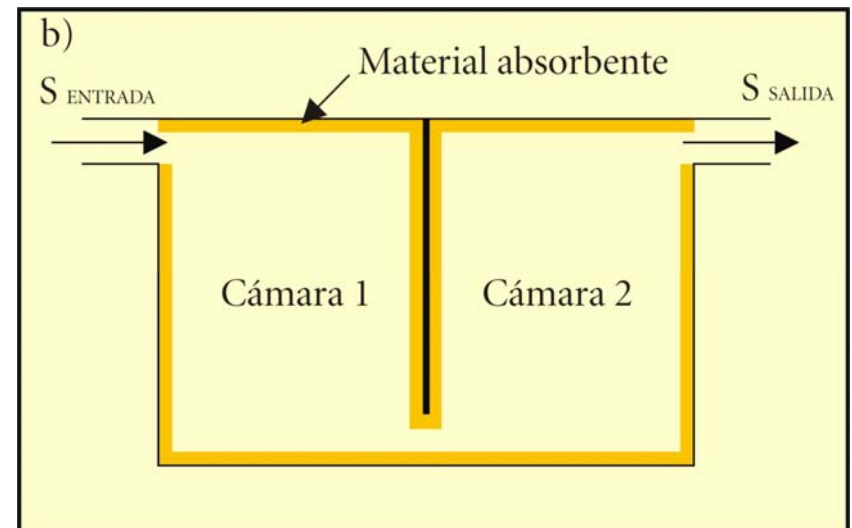
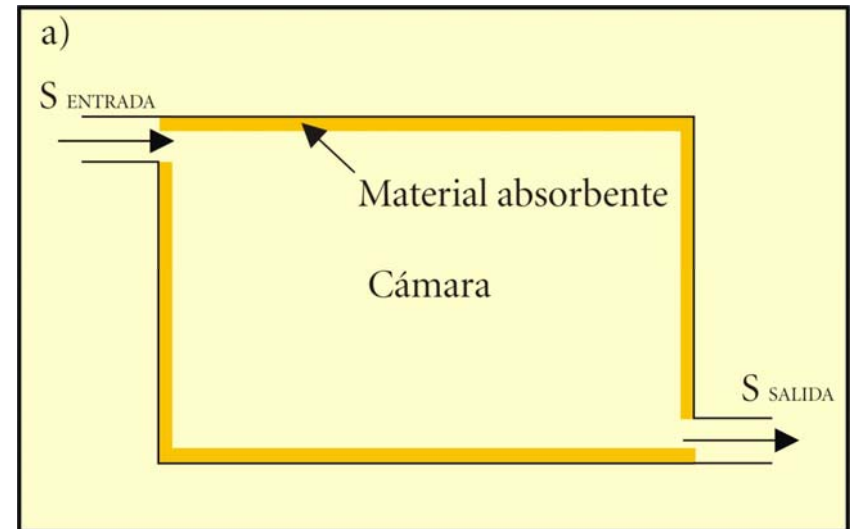
BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Medidas correctoras: plenums

Plenums: para aumentar la atenuación en el sistema de conducción de aire, especialmente en bajas frecuencias que son las predominantes en el ruido emitido por ventiladores, puede recurrirse a situar a la salida o entrada de la instalación cámaras recubiertas de materiales absorbentes.

Estas cámaras deben diseñarse de manera que absorban eficientemente la energía sonora obstaculizando lo menos posible el paso del aire a través de ellas.

En la figuras pueden apreciarse estos dos tipos de plenum



BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Medidas correctoras: silenciadores

Los silenciadores pueden ser de diversos tipos dependiendo tanto de su geometría (circular o rectangular) como de su principio de funcionamiento (disipativo, reactivo, etc.):

- Circulares
- Rectangulares (Splitters)
- Silenciadores flexibles y rígidos

Su objetivo es la reducción de los niveles sonoros generados por el flujo de aire, contribuyendo igualmente a la reducción de las transmisiones cruzadas.

Las características fundamentales a la hora de seleccionar un silenciador son su *atenuación sonora*, las *pérdidas de carga* que produce su inserción y finalmente la *potencia sonora* que generan.



BP AE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Medidas correctoras: Rejillas y difusores

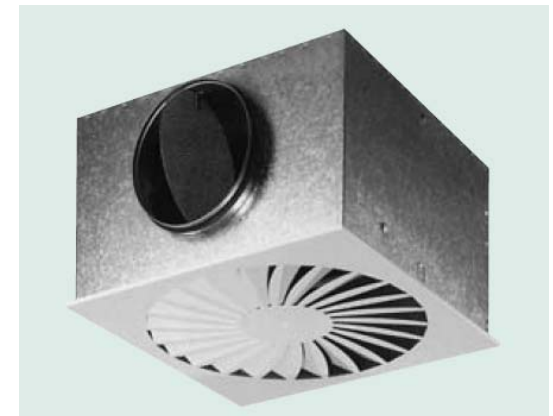
Las rejillas y difusores son elementos que pueden llegar a generar importantes niveles de ruido en el interior de los recintos, por lo que deben ser cuidadosamente seleccionados.

Para estimar el nivel de ruido generado por rejillas se utilizará la expresión:

$$L_p = L_{W, \text{rejilla}} + 10 \times \text{Log} \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R_c} \right)$$

donde:

$$L_{W, \text{rejilla}} = L_{W, \text{ventilador}} - \text{atenuación del conducto}$$

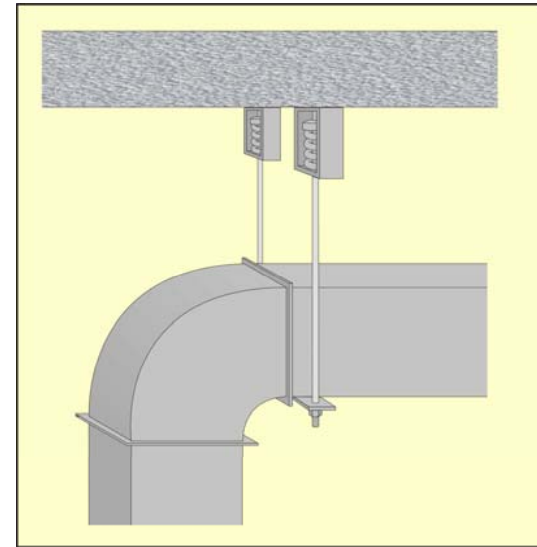


Q	Ejemplo de localización de la rejilla	La rejilla emite hacia:
1	En el centro del recinto	Todo el volumen del recinto
2	Sobre una superficie del recinto	La mitad del volumen del recinto
4	En la intersección de dos superficies del recinto	La cuarta parte del volumen del recinto
8	En la intersección de tres superficies del recinto	La octava parte del volumen del recinto

BPAAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Medidas correctoras: Suspensión de conductos

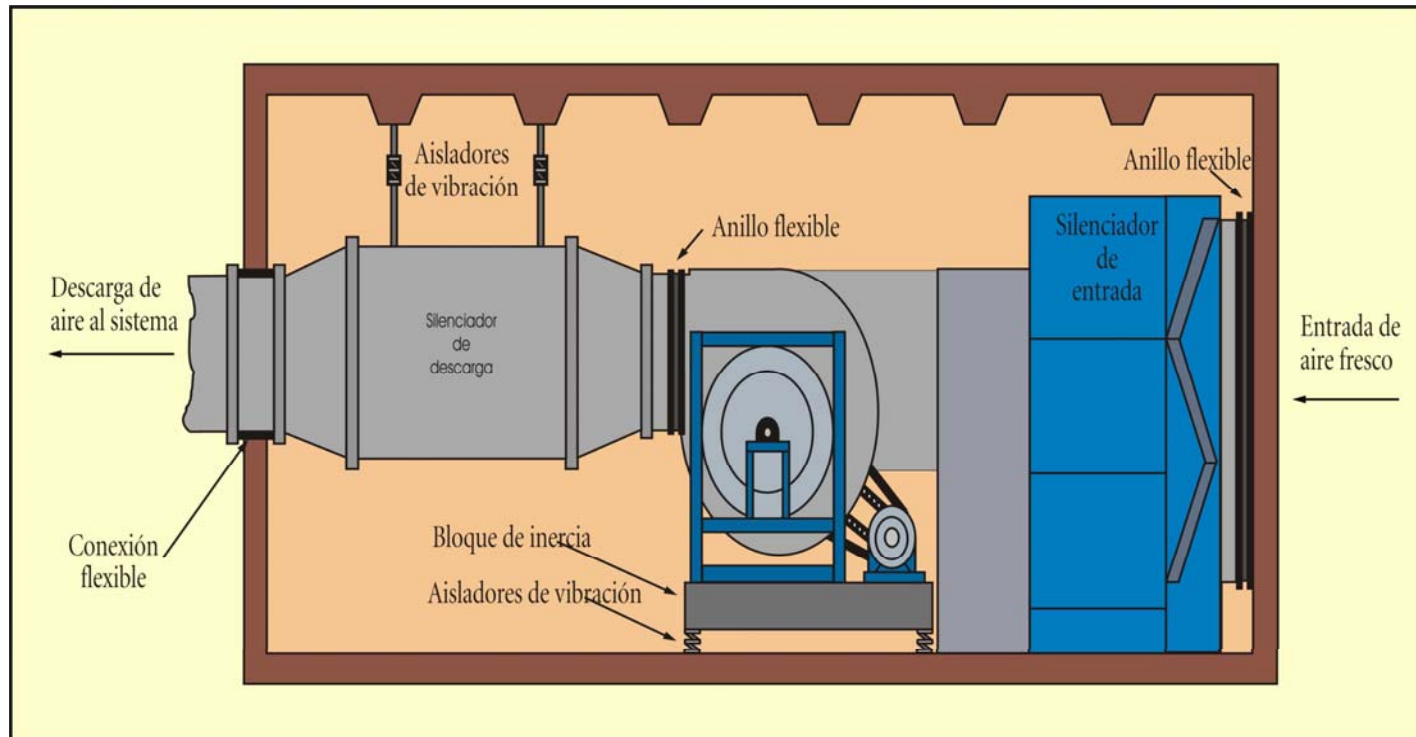
- ✓ Los conductos de climatización y ventilación deben estar "desolidarizados" de la estructura de los edificios para evitar la transmisión por vía estructural de ruido y vibraciones.
- ✓ Es cálculo y selección de los elementos de suspensión debe realizarse de manera cuidadosa considerando tanto aspectos de resistencia mecánica en función de la carga como vibroacústicos (frecuencias de excitación y naturales).
- ✓ Una inadecuada selección de estos elementos puede provocar importantes problemas de transmisión de ruido y vibraciones que "inutiliza" el coste económico de compra e instalación



BP AE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Medidas correctoras: Equipos

En la figura se presentan de forma sintetizada las medidas a adoptar sobre equipos de climatización/ventilación que consisten básicamente en la instalación de silenciadores de entrada y salida de aire, uniones flexibles y alineadas con los conductos, suspensiones.



BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Síntesis de BPAE en instalaciones de Climatización y Ventilación

Control de ruido generado por las tuberías de agua de condensación

Ruido estructural y vibraciones	Los acoplamientos de las bombas a la red de tuberías y a la torre de enfriamiento, deben hacerse mediante acoplamientos elásticos para evitar la transmisión de ruido y vibraciones a la red.
Ruido Aéreo	La velocidad máxima del agua de condensación al circular por las tuberías debe ser de 1.5 m/s o 2 m/s como máximo para evitar la formación de turbulencias, ruidos y elevadas caídas de presión.

Control de ruido en salas de máquinas de climatización

Ruido estructural y vibraciones	Instalar pavimentos flotantes
	Situar las unidades de climatización sobre bloques de inercia aislados de la estructura del edificio por medio de aisladores de vibración. Desolidarizar adecuadamente los encuentros techo-pared y suelo-pared
Ruido Aéreo	Tratar acústicamente los pasos de tuberías de distribución a través de techos, suelos y paredes utilizando recubrimientos elásticos sellando con materiales flexibles las holguras.
	Aislar adecuadamente frente a ruido aéreo el recinto mediante soluciones constructivas aislantes y absorbentes en techos, paredes, pilares y suelos flotantes
	Instalar rejillas acústicas en las ventanas de ventilación de la sala Ubicar las salas lejos de zonas sensibles del edificio

Control de ruido generado por rejillas y difusores

Ruido estructural y vibraciones	Deben utilizarse conductos flexibles en la unión de difusores con el ramal correspondiente del conducto.
Ruido Aéreo	Conviene minimizar la deflexión del flujo de aire para reducir los niveles de ruido generado.
	Es recomendable controlar el caudal de aire por medio de amortiguadores de volumen de aire situados en el conducto en vez de estar en la salida de aire.
	La salida del aire del ramal del difusor debe alinearse con la toma del ramal para evitar aumentos de los niveles sonoros de hasta 1.5 dB(A).
	Debe evitarse que la distancia entre el difusor y el conducto sea inferior a dos veces el diámetro del conducto de unión con el difusor.

Control de ruido generado por conductos

Ruido aéreo	Instalar filtros en la aspiración de los ventiladores para impedir la entrada de polvo e impurezas en el sistema.
	En sistemas centralizados de ventilación, los equipos deberán tener silenciadores en las bocas de entrada y salida del ventilador para reducir los ruidos a la entrada y salida del ventilador.
	Recubrir internamente las conducciones con un material aislante/absorbente para incrementar la atenuación sonora y minimizar el efecto de transmisión cruzada.
	La atenuación de conductos aislados es tanto mayor cuanto menor sea su sección por lo que si las condiciones de presión y caudal de aire lo permiten se recomienda dividir una conducción de gran sección en otras menores tratadas con material absorbente.
	En el caso de conductos ramificados para ventilar diferentes estancias se recomienda emplear una cámara "pleumín" absorbente a la salida del ventilador.
	En conducciones existentes pueden instalarse células absorbentes perforadas antes de la salida de cada rejilla, siempre que no modifique las condiciones de flujo del sistema.
	Para una conducción de una sección dada, cuanto mayor sea la relación perímetro/área mayor será la atenuación, por lo que son preferibles los conductos de sección rectangular los cuadrados de la misma sección, a costa de un mayor coste en material absorbente.
	Redondear o suavizar las superficies de metal en la dirección perpendicular al flujo de aire.



BPAE: Instalaciones de Climatización y Ventilación

Síntesis de BPAE en instalaciones de Climatización y Ventilación

Control de ruido generado por las tuberías de agua de condensación

Ruido estructural y vibraciones	Los acoplamientos de las bombas a la red de tuberías y a la torre de enfriamiento, deben hacerse mediante acoplamientos elásticos para evitar la transmisión de ruido y vibraciones a la red.
Ruido Aéreo	La velocidad máxima del agua de condensación al circular por las tuberías debe ser de 1.5 m/s o 2 m/s como máximo para evitar la formación de turbulencias, ruidos y elevadas caídas de presión.

Control de ruido generado equipos individuales de climatización

Ruido estructural y vibraciones	Fijar las unidades externas e internas mediante elementos antivibratorios y suspensiones elásticas a los elementos estructurales (paredes, techos, forjados, azoteas, etc.) Realizar los pasos de las conducciones a través de los elementos constructivos de forma elástica (manguitos, coquillas) sellando elásticamente las holguras.
Ruido Aéreo	Seleccionar equipos silenciosos tanto exterior como interiormente. Ubicar las unidades exteriores en zonas adecuadas tanto desde el punto de vista de la generación de ruido hacia el interior de la propia vivienda como hacia otras viviendas en el exterior.

Control de ruido generado por equipos de climatización

Ruido estructural	El flujo de aire a la entrada y salida del ventilador debería ser lo más lento posible para disminuir turbulencias, ya que si no pueden producirse incrementos de hasta 10 dB(A) en la emisión de ruido. Disminuir los recodos y cambios bruscos de dirección en los conductos con el fin de disminuir el ruido producido por turbulencias del flujo de aire. En los recodos se pueden colocar láminas para redireccionar el flujo de aire y minimizar las turbulencias y el ruido generado.
--------------------------	--

Control de ruido generado por conductos

Ruido estructural y vibraciones	No realizar bajo ningún concepto una conexión rígida entre el conjunto motor-ventilador y las conducciones de aire. Desolidarizar en su montaje motores y ventiladores de la estructura mediante fijaciones, suspensiones flexibles y elementos antivibratorios. Los empalmes entre los módulos de los conductos deben realizarse utilizando elementos elásticos para minimizar la propagación de vibraciones a través de los mismos. Añadir material amortiguante a las paredes de los conductos para evitar que entren en resonancia.
Ruido del turbulencias	El flujo de aire a la entrada y salida del ventilador debería ser lo más lento posible para disminuir turbulencias, ya que si no pueden producirse incrementos de hasta 10 dB(A) en la emisión de ruido. Disminuir los recodos y cambios bruscos de dirección en los conductos con el fin de disminuir el ruido producido por turbulencias del flujo de aire. En los recodos se pueden colocar láminas para redireccionar el flujo de aire y minimizar las turbulencias y el ruido generado.

Control de ruido generado equipos individuales de climatización

Ruido estructural y vibraciones	Fijar las unidades externas e internas mediante elementos antivibratorios y suspensiones elásticas a los elementos estructurales (paredes, techos, forjados, azoteas, etc.) Realizar los pasos de las conducciones a través de los elementos constructivos de forma elástica (manguitos, coquillas) sellando elásticamente las holguras.
Ruido Aéreo	Seleccionar equipos silenciosos tanto exterior como interiormente. Ubicar las unidades exteriores en zonas adecuadas tanto desde el punto de vista de la generación de ruido hacia el interior de la propia vivienda como hacia otras viviendas en el exterior.

Control de ruido generado por ventiladores en instalaciones centralizadas

Ruido estructural y vibraciones	Desolidarizar en su montaje motores y ventiladores de los conductos de distribución mediante fieltros, anillos flexibles o soluciones elásticas. Desolidarizar en su montaje motores y ventiladores de la estructura del edificio mediante fijaciones, suspensiones flexibles y elementos antivibratorios.
Ruido aéreo	Seleccionar unidades que garanticen bajos niveles de emisión de ruido y vibraciones. Evitar que el ventilador trabaje fuera de su zona óptima ya que en caso contrario se pueden producir incrementos de hasta 10 dB(A) en la emisión de ruido. Instalar silenciadores en las bocas de entrada y salida del ventilador para reducir los ruidos a la entrada y salida del aire. El flujo de aire a la entrada y salida del ventilador debería ser lo más lento posible para disminuir turbulencias, ya que si no pueden producirse incrementos de hasta 10 dB(A) en la emisión de ruido. En el caso de emplear ventiladores axiales se recomienda la colocación de guías para alinear el flujo de aire, evitando que se produzcan turbulencias.

Control de ruido generado por rejillas y difusores

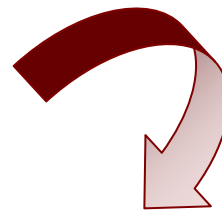
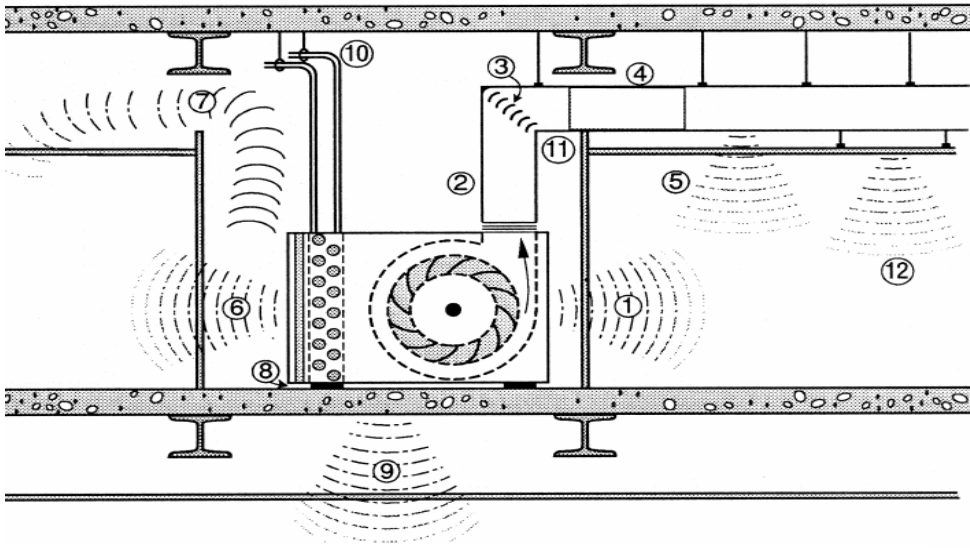
Ruido estructural y vibraciones	Deben utilizarse conductos flexibles en la unión de difusores con el ramal correspondiente del conducto.
Ruido Aéreo	Conviene minimizar la deflexión del flujo de aire para reducir los niveles de ruido generado. Es recomendable controlar el caudal de aire por medio de amortiguadores de volumen de aire situados en el conducto en vez de estar en la salida de aire. La salida del aire del ramal del difusor debe alinearse con la toma del ramal para evitar aumentos de los niveles sonoros de hasta 15 dB(A). Debe evitarse que la distancia entre el difusor y el conducto sea inferior a dos veces el diámetro del conducto de unión con el difusor.



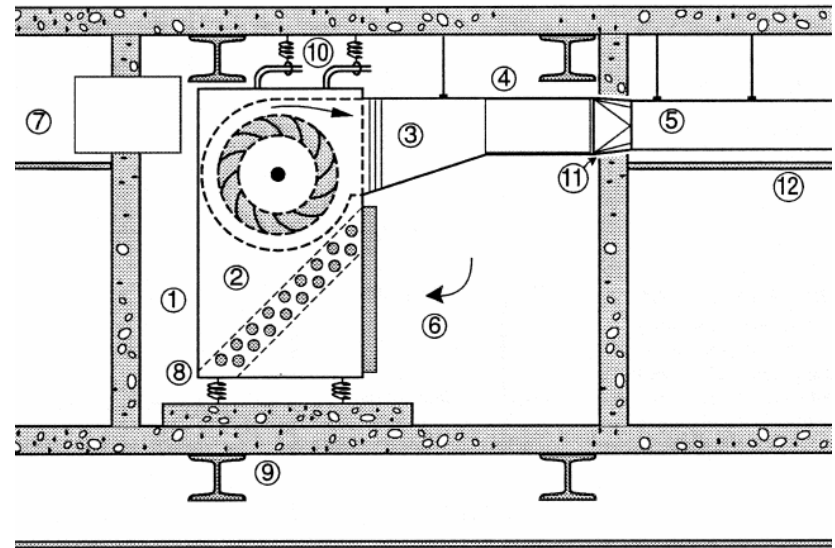
Errores /Soluciones en Instalaciones de Climatización y Ventilación



PROBLEMAS



SOLUCIONES



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

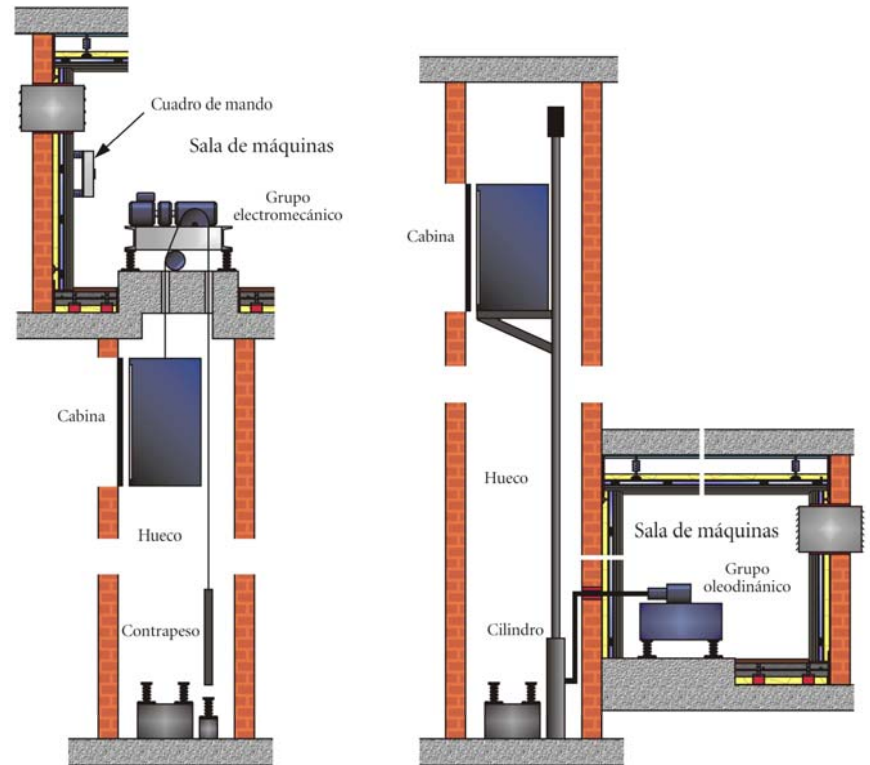


BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Introducción

- ✓ Las instalaciones de ascensores constituyen una importante fuente ruido y vibraciones en los edificios ya pueden llegar a producir niveles superiores a los 60 dBA en el interior de las viviendas cercanas a las salas de máquinas, estas molestias afectan igualmente, aunque en menor medida, a todas las zonas del edificio debido tanto a la apertura y cierre de puertas como al propio desplazamiento del ascensor.
- ✓ Es necesario realizar un adecuado estudio vibroacústico de este tipo de instalaciones para minimizar su incidencia sonora sobre los recintos afectados, incorporando criterios acústicos tanto en la etapa de diseño de estas instalaciones como en su ejecución.
- ✓ Las instalaciones de transporte vertical en edificios pueden clasificarse en dos tipos básicos:

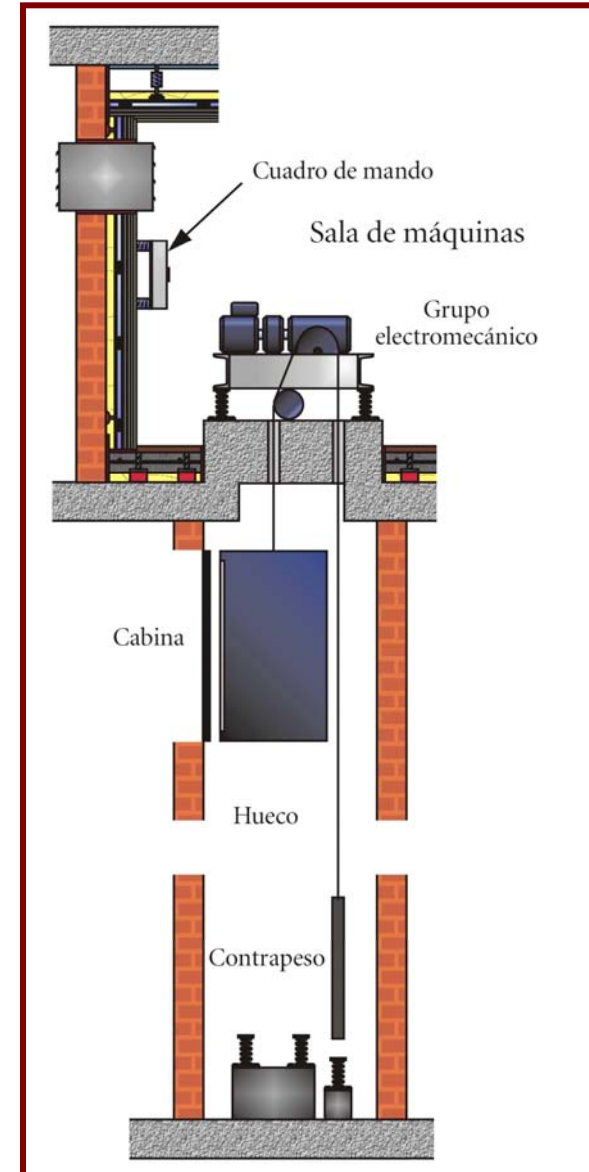
- **Instalaciones electromecánicas** en las que la tracción de la cabina se realiza mediante un grupo motriz eléctrico situado en la parte superior del edificio
- **Instalaciones oleodinámicas** en las que el movimiento de la cabina se realiza mediante un pistón hidráulico situado en la parte inferior de la edificación



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Origen del ruido y vibraciones en salas de máquinas de tracción electromecánica

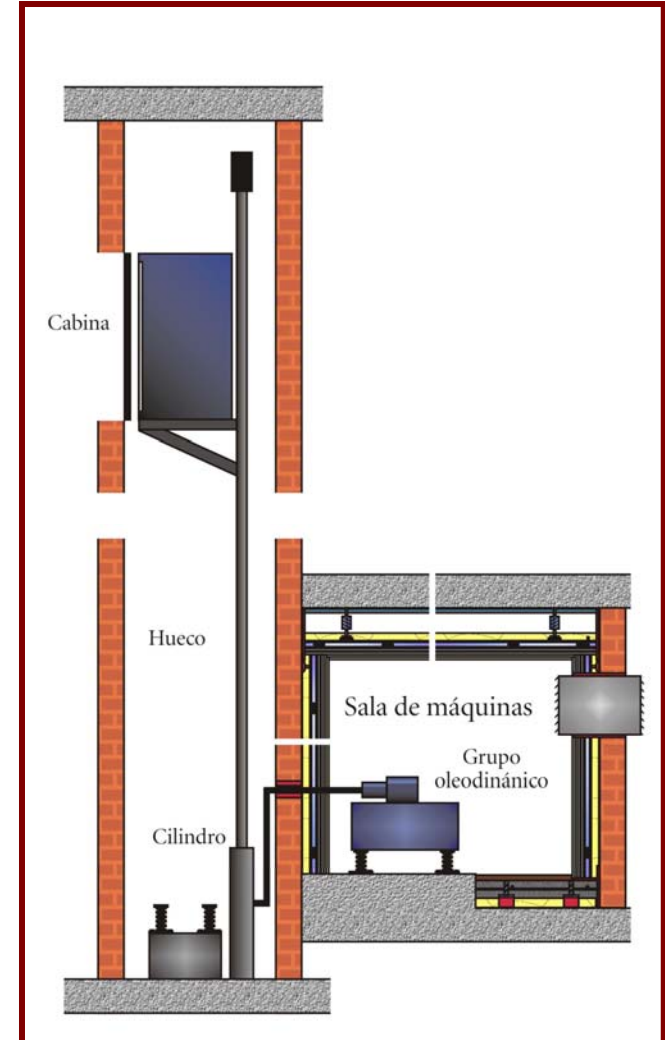
- ✓ El ruido y las vibraciones generadas por el grupo motriz electromecánico se producen fundamentalmente durante las maniobras de arranque y frenado, resultando su efecto especialmente molesto por su carácter impulsivo.
- ✓ Durante estas operaciones se generan vibraciones que se que se transmiten al edificio tanto como vibración como bajo la forma de ruido de baja frecuencia lo que requiere de una adecuada configuración antivibratoria del asentamiento del grupo motriz mediante la utilización de bancadas de inercia sobre resortes.
- ✓ En lo que se refiere al cuadro de maniobras, la fuente principal de ruido aéreo son los contactores, así como el sistema de regulación de velocidad, por lo que para disminuir este tipo de ruido los cuadros deben estar alojados en armarios adecuados fijados a las paredes de la sala mediante sistemas de anclaje flexibles para evitar la transmisión de ruido y vibraciones por vía estructural.



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Origen del ruido y vibraciones en salas de máquinas de tracción hidráulica

- ✓ Las salas de máquinas oleodinámicas permiten una mayor libertad de ubicación que las electromecánicas ubicándose generalmente en recintos colindantes con la parte inferior del hueco del ascensor.
- ✓ Las principales fuentes de ruido y vibraciones en este tipo de instalaciones es el *grupo oleodinámico*
- ✓ En este tipo de instalaciones las principales fuentes de ruido y vibraciones son:
 - Maniobras de los contactores
 - Ruido de funcionamiento del compresor
 - Ruido de las electroválvulas (estrangulamiento del fluido)
- ✓ Con un tratamiento adecuado los niveles sonoros emitidos por el depósito del aceite y la bomba, son notablemente inferiores a los generados por la tecnología electromecánica.
- ✓ Como en todos los caso de recintos que albergan maquinaria deben seguirse los criterios generales de control de ruido y vibraciones minimizando tanto la transmisión del ruido aéreo mediante un adecuado diseño del aislamiento acústico de los recintos, como la del ruido estructural y vibraciones con las oportunas técnicas de desolidarización.



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Origen del ruido y vibraciones en ascensores sin sala de máquinas

Esta clase de elevadores estaban concebidos inicialmente para su instalación en edificios cuya arquitectura obligara a prescindir de la sala de máquinas. En este tipo de ascensores todo el conjunto motriz se sitúa en el propio hueco del ascensor no siendo necesaria la construcción de la sala de máquinas, bien en su parte superior (electromecánicos) o bien en la parte inferior (hidráulicos).

Por razones económicas la instalación de este tipo de ascensores se ha generalizado, convirtiéndose en muchos casos en una auténtica **"pesadilla acústica"**, debido a su generalmente precaria instalación y a los bajos niveles de calidad acústica de los huecos de los ascensores.



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Origen del ruido y vibraciones en cabinas

El ruido generado por el desplazamiento y maniobra de las cabinas se debe tanto al movimiento de traslación de la cabina, como a las maniobras de apertura y cierre de puertas así como a la operación de desenclavamiento de las puertas de acceso.

Los niveles de ruido y vibraciones generados por la traslación de las cabinas con tracción electromecánica son, como ya se ha dicho, notablemente superiores a los asociados a la tracción hidráulica, debido tanto a la mayor interacción estructural del ascensor con el edificio como consecuencia del desplazamiento del contrapeso y el contacto con las guías, como al propio funcionamiento del grupo motriz.

En ambos casos el ruido generado por la maniobra de apertura/cierre de puertas es especialmente "ruidoso" ya que el ruido que se genera se transmite hacia todas las plantas del edificio a través del hueco de la escalera.

Para evitar este tipo de transmisión sonora es necesario realizar una **adecuada integración arquitectónica de la instalación**, utilizar sistemas silenciosos de apertura/cierre de puertas de cabina y dar un adecuado tratamiento acústico al hueco del ascensor.



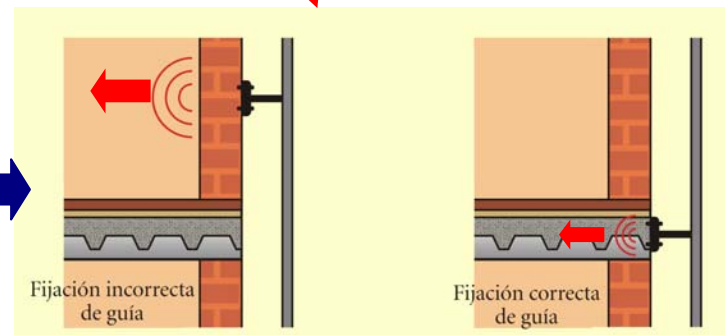
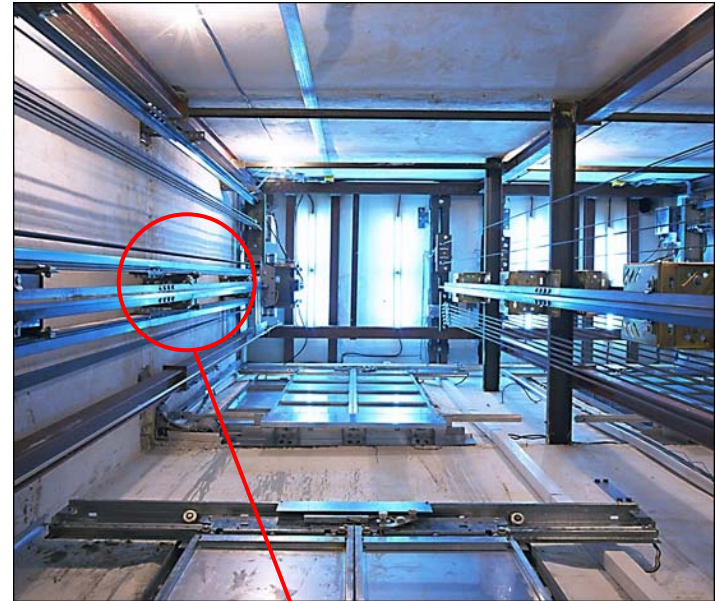
BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Origen del ruido y vibraciones en el hueco del ascensor

El origen del ruido y vibraciones en el interior del hueco del ascensor electromecánico es la interacción de la guías con la estructura del edificio a través de los soportes de fijación de las mismas.

El hueco del ascensor actúa como "chimenea acústica" para la transmisión vertical del ruido en el edificio, ello requiere de un adecuado tratamiento acústico absorbente/aislante a sus paredes interiores así como una mayor masa superficial a las paredes que lo delimitan.

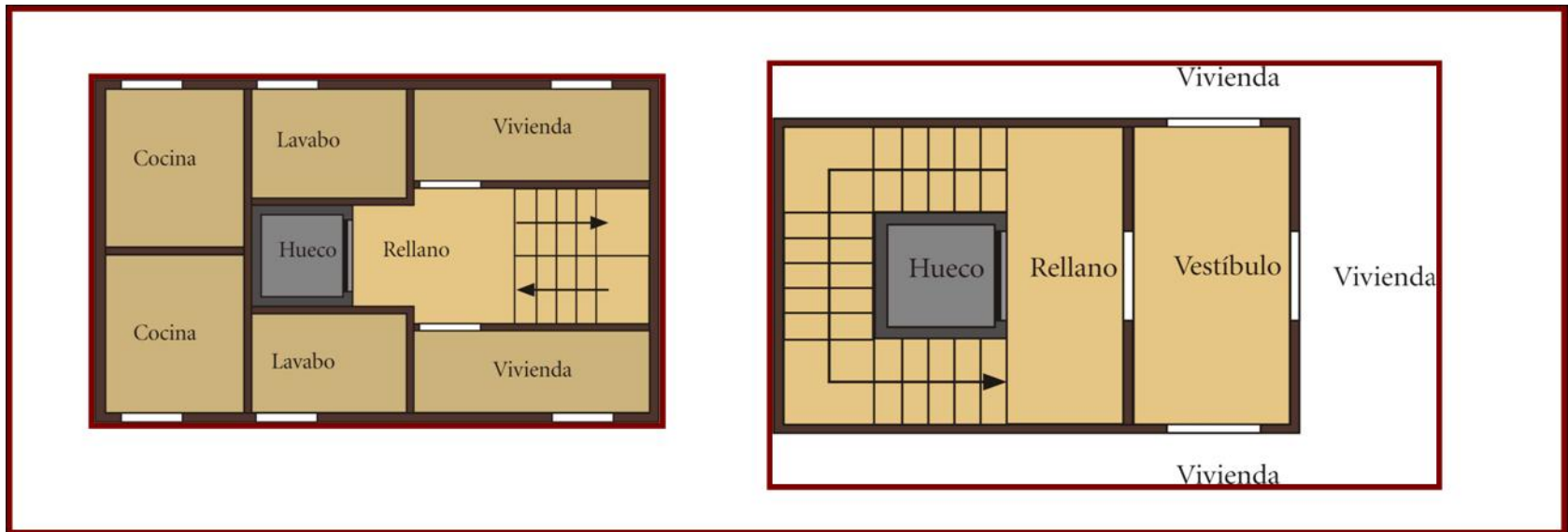
Para minimizar la transmisión del ruido estructural asociado a la traslación de la cabina la fijación de guías debería realizarse sobre los forjados tal y como muestra la figura evitando el anclaje sobre las paredes de los recintos ya que al tener estos mayor flexibilidad y generalmente menor masa, actúan como eficaces transmisores - emisores de ruido y vibraciones hacia el interior del edificio.



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

Medidas correctoras: planificación arquitectónica

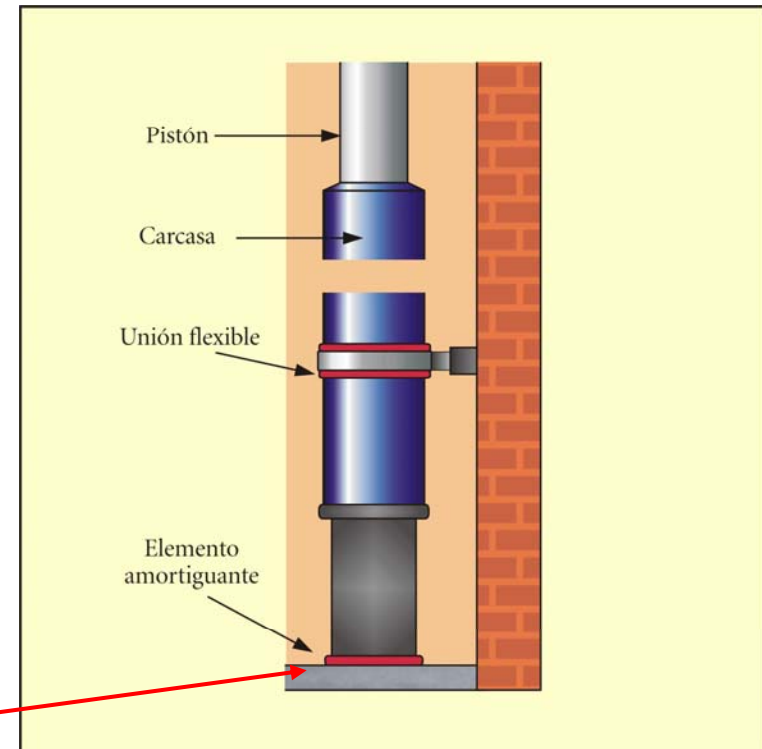
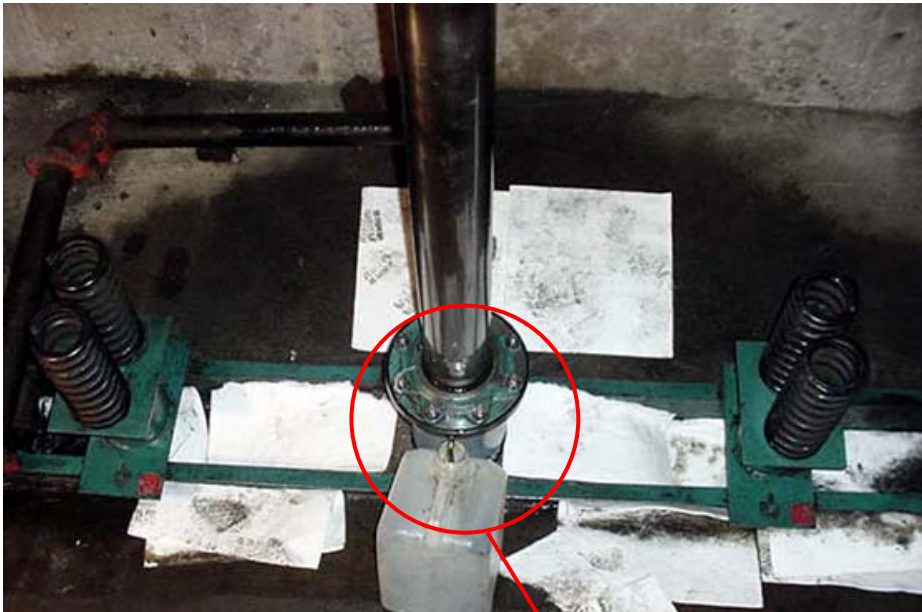
A la hora de realizar la distribución en planta de las viviendas debe tenerse especial cuidado en compatibilizar las instalaciones de los ascensores con usos compatibles con los recintos colindantes, independizando cuando ello sea posible las viviendas del rellano del ascensor mediante vestíbulos independientes del hueco de la escalera



BPAE: Instalaciones de Transporte Vertical

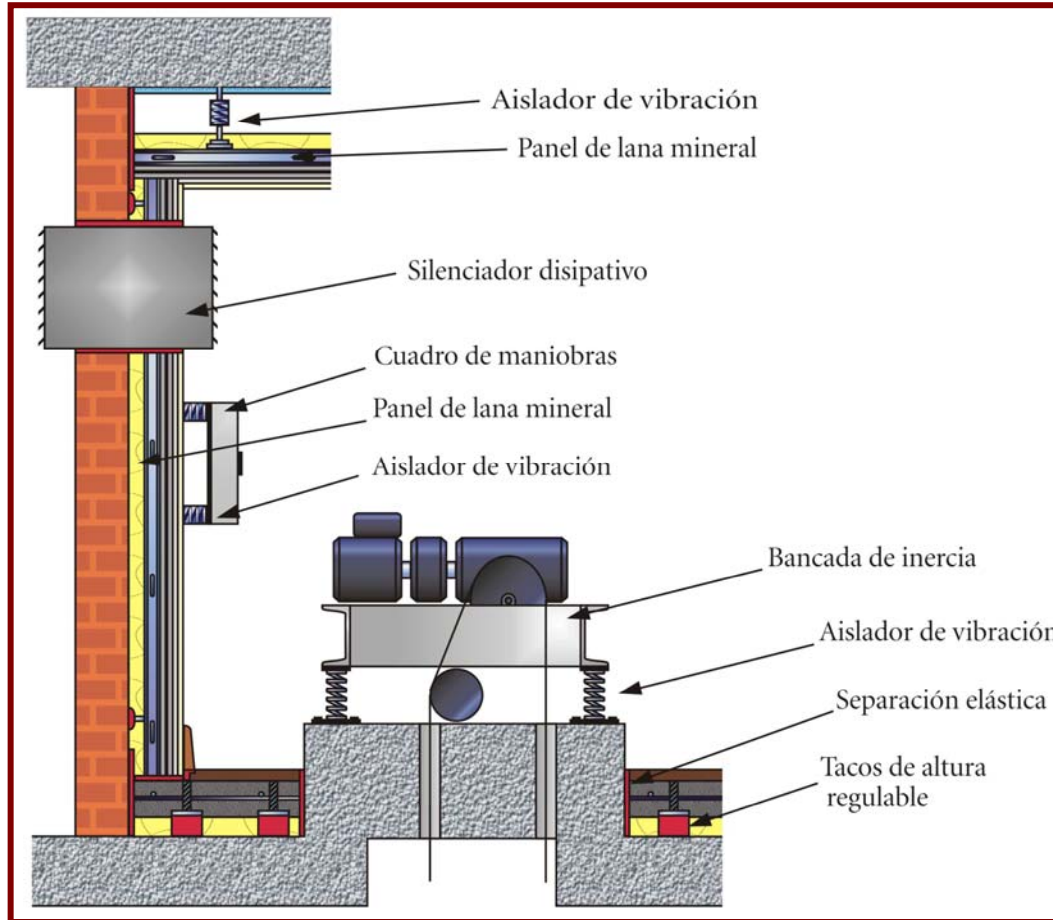
Medidas correctoras: desolidarización del pistón hidráulico

En el caso de instalaciones hidráulicas el pistón debe aislarse estructuralmente, tal y como se muestra en la figura, de la estructura del edificio utilizando para ello un sistema elástico de unión entre el soporte y el pistón, así como un elemento amortiguante entre el pistón y la cimentación o forjado



BP AE: Instalaciones de Transporte Vertical

Medidas correctoras: Sala de máquinas



BP AE: Instalaciones de Transporte Vertical

Síntesis de BP AE en Instalaciones de Transporte Vertical

Control de ruido y vibraciones generado en el hueco del ascensor	
Ruido estructural y vibraciones	Fijar los soportes de las guías en las intersecciones de los forjados, no sobre los cerramientos verticales.
	Aislar los soportes de amarre del pistón a los elementos estructurales interponiendo juntas elásticas en las fijaciones.
	Aislar mediante elementos amortiguadores la base de soporte del pistón de su elemento estructural de apoyo.
	Evitar que las paredes del hueco sean colindantes con viviendas
Ruido Aéreo	Diseñar una distribución en planta que permita separar mediante una puerta la escalera y accesos a las viviendas del rellano del ascensor.
	Cuando las paredes del hueco lindan con las de una vivienda, éstas deben corresponder estancias "no sensibles" (lavabos, almacenes, cocina), y estar reforzadas acústicamente
	Diseñar las paredes del hueco con mayor masa superficial y tratarlas acústicamente para evitar transmisiones verticales y horizontales.

Control de ruido y vibraciones de elementos mecánicos	
Ruido estructural y vibraciones	Evitar los golpes de las zapatas contra el tambor del freno regulando adecuadamente los muelles.
	Evitar el golpeo de la palanca de emergencia que libera el freno contra el armazón del motor.
	Disminuir la separación entre las zapatas y el tambor para lograr una carrera más corta.
	Evitar el contacto metal-metal en los electroimanes del freno interponiendo una junta de material elástico.
Ruido Aéreo	Seleccionar dispositivos mecánicos con tecnología silenciosa

Control de ruido y vibraciones por maniobra de puertas	
Ruido estructural y vibraciones /Aéreo	Utilizar siempre puertas automáticas frente a las semiautomáticas.

Control de ruido y vibraciones de cuadros de maniobras	
Ruido estructural y vibraciones	Evitar que el armario este fijado rigidamente a cualquiera de los elementos estructurales de la sala, utilizando siempre elementos elásticos de fijación.
Ruido Aéreo	Evitar que la puerta del armario, donde se encuentra el cuadro de maniobras, permanezca abierta.
	Seleccionar dispositivos de control y maniobra con tecnología silenciosa
	Instalar armarios con tratamiento acústico

Control de ruido y vibraciones en salas de máquinas de ascensores	
Ruido estructural y vibraciones	Instalar pavimentos flotantes con losa flotante de 20 cm. de espesor mínimo
	Situar el grupo electromecánico sobre bloques de inercia aislados de la estructura del edificio por medio de aisladores de vibración.
	Aislar los distintos elementos del grupo oleodinámico de la estructura del edificio por medio de aisladores de vibración
	Desolidarizar adecuadamente los encuentros techo-pared y suelo-pared de la sala
	Tratar acústicamente los pasos de conducciones hidráulicas y eléctricas a través de techos, suelos y paredes utilizando recubrimientos elásticos sellando con materiales flexibles las holguras.
Ruido Aéreo	Aislar adecuadamente frente a ruido aéreo el recinto mediante soluciones constructivas aislantes y absorbentes en techos, paredes, pilares y suelos flotantes.
	Instalar rejillas acústicas en los orificios de ventilación de la sala
	Ubicar las salas lo más alejado posible de zonas sensibles del edificio
	Seleccionar equipos electromecánicos/ hidráulicos con bajo nivel de emisión de ruido y vibraciones

