

## **AISLAMIENTO ACÚSTICO EQUIPOS CLIMATIZACIÓN**

## ÍNDICE

<b>A.</b>	<b>INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>3</b>
<b>B.</b>	<b>LEGISLACIÓN VIGENTE.....</b>	<b>3</b>
<b>C.</b>	<b>ESTUDIO ACÚSTICO DE AISLAMIENTO DE ENFRIADORAS DE CUBIERTA .....</b>	<b>6</b>
<b>D.</b>	<b>ESTUDIO ACÚSTICO DE AISLAMIENTO DE UTAS EN FALSOS TECHOS DE RECINTOS.....</b>	<b>9</b>
<b>E.</b>	<b>ESTUDIO ACÚSTICO DE AISLAMIENTO DE FAN-COILS EN FALSOS TECHOS. ....</b>	<b>11</b>
<b>F.</b>	<b>OTRAS RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>

## A. INTRODUCCIÓN.

En la elaboración de este informe técnico para la evaluación del cumplimiento de los criterios del proyecto, han intervenido las siguientes empresas especialistas, coordinadas por **Plenum Ingenieros**:



- ✓ Tel: 691132214 / 913565931.
- ✓ Calle Méjico, 19, bajo derecha. 28028 Madrid.



- ✓ Tel: 609115541 / 916226059.
- ✓ Calle Príncipe de Vergara, 36 1º izq. 28001 Madrid.



ALLPE® Ingeniería y Medioambiente S.L. C.I.F. B-83168385  
Calle Isabel Colbrand 10, 5 Planta Ofic. 134 28050 Madrid. [www.allpe.com](http://www.allpe.com)

## B. LEGISLACIÓN VIGENTE

En el presente caso la legislación vigente en materia de ruido se recoge en la Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica de 25 de febrero de 2011.

A modo de resumen, a continuación se expresan aquellos artículos de interés para este informe.

Art. 2. Ámbito de aplicación.

Quedan sometidos a las prescripciones de esta Ordenanza las actividades de titularidad pública o privada, los emisores acústicos, en los términos en que son definidos en la legislación estatal sobre ruido y los emisores que generen contaminación térmica; así como los emisores fijos que generen contaminación por formas de materia, en lo relativo al procedimiento de adecuación a la legalidad vigente, todo ello de conformidad con las

competencias atribuidas al Ayuntamiento de Madrid por la normativa europea, estatal y autonómica.

#### Artículo 5.- Periodos horarios

A efectos de lo regulado en esta Ordenanza, el día se divide en tres períodos: el diurno constituido por 12 horas continuas de duración, comprendido entre las 7.00 y hasta las 19.00 horas, el periodo vespertino, o periodo tarde, comprendido entre las 19.00 y las 23.00 horas, y el nocturno, entre las 23.00 y las 7.00 horas. Los intervalos horarios así definidos harán aplicable un valor de los índices de ruido determinado según las tablas correspondientes.

A efectos de la aplicación de los artículos 15 y 16, el período nocturno en días festivos se amplía a 9 horas continuas de duración, comprendidas entre las 23.00 de la víspera y las 8.00 horas.

#### Artículo 16. - Límites de niveles sonoros transmitidos a locales acústicamente colindantes

Toda instalación, establecimiento, actividad o comportamiento deberá respetar los límites de transmisión a locales acústicamente colindantes, detallados en la siguiente tabla, en función del uso del local receptor y medidos conforme al apartado 1 del Anexo III de la Ordenanza.

Uso del local receptor	Tipo de estancia o recinto	Índices de ruido Descriptor $L_{kAeq,5s}$		
		DÍA	TARDE	NOCHE
	Dormitorios	30	30	25
Educativo	<b>Aulas</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
	Despachos, salas de estudio o lectura	30	30	30
Hospedaje	Estancias de uso colectivo	45	45	45
	Dormitorios	35	35	25
Cultural	Cines, teatros, salas de conciertos. Salas de conferencias y exposiciones	30	30	30
Administrativo y de Oficinas	<b>Despachos profesionales</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
	<b>Oficinas</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Restaurantes y cafeterías		45	45	45
Comercio		50	50	50
Industria		55	55	55

Para pasillos, aseos y cocina, los límites serán 5 dB(A) superiores a los indicados para el local al que pertenezcan. Para zonas comunes, los límites serán 15 dB(A) superiores a los indicados para el uso característico del edificio al que pertenezcan. En el caso de locales de uso

sanitario, residencial u hospedaje esas tolerancias se aplicarán sobre los límites correspondientes a estancias.

Estos límites se considerarán cumplidos, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el Anexo III de la Ordenanza no excedan en ningún caso en 5 dB(A) o más el límite de aplicación fijado en tabla anterior.

## C. ESTUDIO ACÚSTICO DE AISLAMIENTO DE ENFRIADORAS DE CUBIERTA

### 1. DESCRIPCIÓN DE LOS LOCALES E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES SONORAS

El presente informe tiene como objeto estimar el ruido transmitido, tanto al interior del edificio como al exterior, por las enfriadoras a instalar en la cubierta del edificio del paseo de la Castellana 112 (Madrid).

Las instalaciones a valorar son dos enfriadoras que se colocaran en una cubierta del edificio en la que existen a unos 2 metros de distancia unas ventanas del propio edificio que pertenecen a oficinas de la planta 5ª. En cuanto a edificios vecinos los más cercanos son edificios residenciales de la c/ Balbina Valverde, con una altura inferior a la cubierta donde se instalaran las enfriadoras.

En los cálculos se valoraran dos posibles modelos de enfriadora cuyas características acústicas (declaradas por el fabricante) son:

CARRIER 30XA0602-A (modelo estándar)

Espectro unidad 30XA0602-A	dBA	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	61	60	61	59	57	49	45

CARRIER 30XA0602-A (OPC 258 Super Low Sound))

Espectro unidad 30XA0602-A (OPC 258)	dBA	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	54	54	57	52	50	42	40

### 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### TRANSMISIÓN DE RUIDO HACIA EL INTERIOR

##### INTERIOR OFICINAS PLANTA 5ª (VENTANAS)

Para calcular el nivel transmitido, se ha procedido a estimar mediante el programa INSUL de Marshall Day Acoustics el aislamiento aportado por un sistema de doble ventana de dimensiones 1,6x2,1 m formado por una exterior preexistente con carpintería de puertas correderas y vidrio Climalit 6/12/6 y una nueva ventana interior con carpintería Technal y acristalamiento ClimalitStadipSilence 6/12/4.4.2. También se ha estimado el nivel de presión sonora en el exterior de dichas ventanas resultando el cálculo siguiente para cada una de los modelo de enfriadora:

PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO PARCIAL INTERIOR  
PASEO DE LA CASTELLANA Nº112  
SEDE AGENCIA ESTATAL SEGURIDAD AEREA  
**Estudio Acústico Equipos Climatización**

Espectro unidad 30XA0602-A	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	61	60	61	59	57	49	45
SPL a 2 m (ventanas)	79	79	80	78	76	68	64
SPL a 2 m (ventanas) 2 enfriadoras	82	82	83	81	79	71	67
Reduccion doble ventana Rw (dB)	47	39	42	41	46	55	63
Nivel sonoro resultante interior	39	43	41	40	33	16	4
Limite OPCAT oficinas	40 dBA						

Espectro unidad 30XA0602-A (OPC 258)	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	54	54	57	52	50	42	40
SPL a 2 m (ventanas)	73	73	76	71	69	61	59
SPL a 2 m (ventanas) 2 enfriadoras	76	76	79	74	72	64	62
Reduccion doble ventana Rw (dB)	47	39	42	41	46	55	63
Nivel sonoro resultante interior	33	37	37	33	26	9	-1
Limite OPCAT oficinas	40 dBA						

## TRANSMISIÓN DE RUIDO HACIA EL INTERIOR

### INTERIOR OFICINAS PLANTA 4ª (FORJADO)

Para calcular el nivel transmitido (ruido aéreo), se ha procedido a estimar mediante el programa INSUL de Marshall Day Acoustics el aislamiento aportado por un forjado mediante bovedilla cerámica, losa de hormigón y e impermeabilización de unos 300 mm de espesor.

En este cálculo no se estima la transmisión por vía estructural por lo que, para evitar esta, se deberán colocar elementos elásticos de la marca Tecno elástica modelo Viscoren en los apoyos de la bancada metálica sobre los pilares ejecutados sobre la cubierta. Así mismo las enfriadoras deberán estar soportadas con aisladores de muelle de baja frecuencia de resonancia (3-4 Hz) de la misma marca modelo Metalfase y serie 300 o 320 en función del nº de apoyos de la máquina.

Espectro unidad 30XA0602-A	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	61	60	61	59	57	49	45
SPL a 0,5 m	91	91	92	90	88	80	76
SPL a 0,5 m 2 enfriadoras	94	94	95	93	91	83	79
Aislamiento forjado Rw	61	47	49	56	64	71	76
Nivel sonoro resultante interior	39	47	46	37	27	12	3
Limite OPCAT oficinas	40 dBA						

PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO PARCIAL INTERIOR  
PASEO DE LA CASTELLANA Nº112  
SEDE AGENCIA ESTATAL SEGURIDAD AEREA  
**Estudio Acústico Equipos Climatización**

Espectro unidad 30XA0602-A (OPC 258)	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	54	54	57	52	50	42	40
SPL a 0,5 m	85	85	88	83	81	73	71
SPL a 0,5 m 2 enfriadoras	88	88	91	86	84	76	74
Aislamiento forjado Rw	61	47	49	56	64	71	76
Nivel sonoro resultante interior	34	41	42	30	20	5	-2
Limite OPCAT oficinas	40 dBA						

## TRANSMISIÓN DE RUIDO HACIA EL EXTERIOR

### LÍMITE DE LA CUBIERTA

Espectro unidad 30XA0602-A	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	61	60	61	59	57	49	45
SPL a 1,5 m (limite cubierta)	82	81	82	80	78	70	66
SPL a 1,5 m 2 enfriadoras	85	84	85	83	81	73	69
Limite OPCAT horario diurno residencial tipo II (a)	55 dBA						

Espectro unidad 30XA0602-A (OPC 258)	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	54	54	57	52	50	42	40
SPL a 1,5 m (limite cubierta)	76	75	78	73	71	63	61
SPL a 1,5 m 2 enfriadoras	79	78	81	76	74	66	64
Limite OPCAT horario diurno residencial tipo II (a)	55 dBA						

## TRANSMISIÓN DE RUIDO HACIA EL EXTERIOR

### FACHADA EDIFICIO VECINO

En vista del incumplimiento de los valores de emisión en el borde del edificio se ha estimado tanto los niveles transmitidos a la fachada del edificio vecino más cercano (situado a unos 20 metros), como los niveles previstos con la instalación de una pantalla acústica, realizada en paneles tipo sándwich de chapa galvanizada lisa y perforada, con lana mineral interior, y estructura soporte en perfiles normalizados.

Espectro unidad 30XA0602-A	dBA (± 3)	Espectro en octabas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	61	60	61	59	57	49	45
SPL a 20 m (fachada vecino)	59	59	60	58	56	48	44
SPL a 20 m 2 enfriadoras	62	62	63	61	59	51	47
Perdida por insercion pantalla h 3m		18	19	20	22	24	26
Nivel sonoro resultante edificio vecino	42	44	44	40	37	27	21
Limite OPCAT horario diurno residencial tipo II (a)	55 dBA						

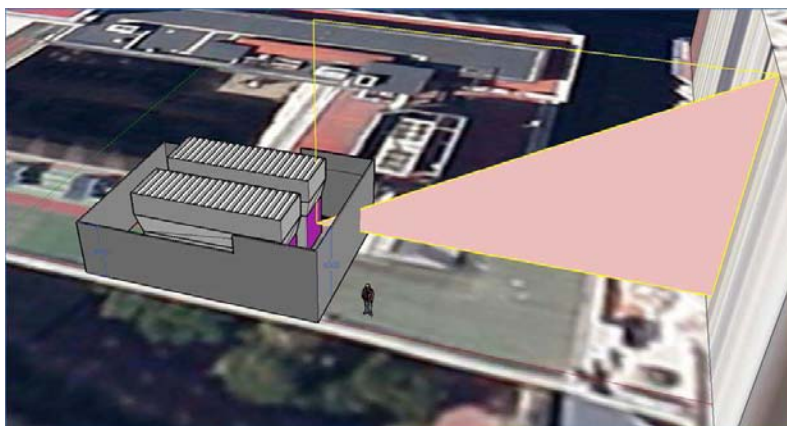
PLENUM INGENIEROS, S.L.P.

Av. Albufera, 321 Pl-3· 28031· MADRID· T 91 332 44 62 · [www.plenum-ingenieros.com](http://www.plenum-ingenieros.com)



Espectro unidad 30XA0602-A (OPC 258)	dBA (± 3)	Espectro en octavas dB					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz
SPL A 17 m	54	54	57	52	50	42	40
SPL a 20 m (fachada vecino)	53	53	56	51	49	41	39
SPL a 20 m 2 enfriadoras	56	56	59	54	52	44	42
Perdida por insercion pantalla h 3m		18	19	20	22	24	26
Nivel sonoro resultante edificio vecino	35	38	40	33	30	20	16
Limite OPCAT horario diurno residencial tipo II (a)	55 dBA						

#### SOLUCIÓN PROPUESTA:



Se valora la instalación de una pantalla acústica, compuesta por paneles acústicos con unas dimensiones de 11m x 9,5m y una altura variable entre 3m y 4m.

En dicha pantalla se contempla una puerta acústica de acceso de dimensiones 800mm x 2.000mm.

Todo el material irá en acabado galvanizado.

## D. ESTUDIO ACÚSTICO DE AISLAMIENTO DE UTAS EN FALSOS TECHOS DE RECINTOS.

#### SOLUCIÓN PROPUESTA:

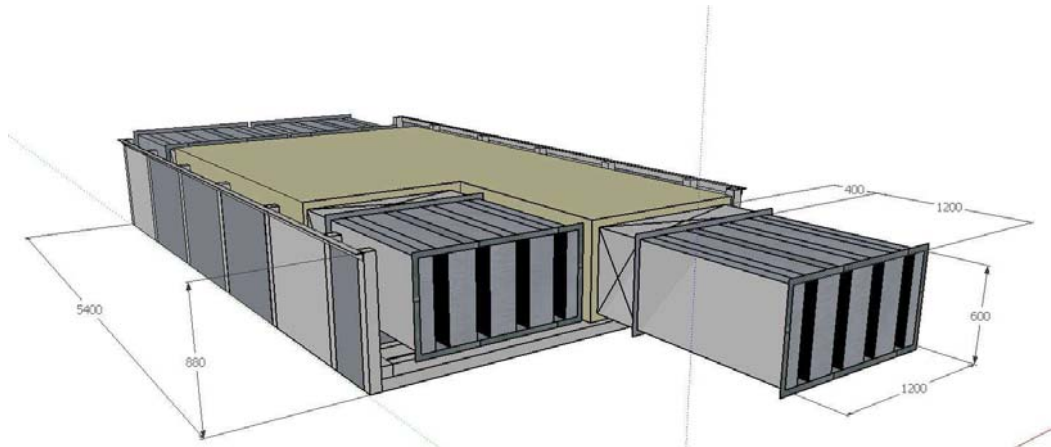
Se valora la instalación de un cerramiento acústico, compuesta por paneles acústicos de 80mm de espesor con unas dimensiones de 5.400m x 3.000m y una altura de 800mm y una estructura de tubos de 80x80x2.

Se suministrarán cuatro silenciadores disipativos de dimensiones 1.200 x 600 mm.x 1.200 mm.que generarán una pérdida de carga inferior a 1 mmcda. con una velocidad de paso inferior a 5m/s.

Los apoyos de la UTA sobre la estructura del cerramiento se realizarán mediante aisladores de baja frecuencia.

La atenuación del conjunto del cerramiento será de 24dB. Todo el material irá en acabado galvanizado.

El diseño del cerramiento es el siguiente:



## **E. ESTUDIO ACÚSTICO DE AISLAMIENTO DE FAN-COILS EN FALSOS TECHOS.**

### **1. FAN-COIL ZONA DESPACHOS**

#### **SOLUCIÓN PROPUESTA:**

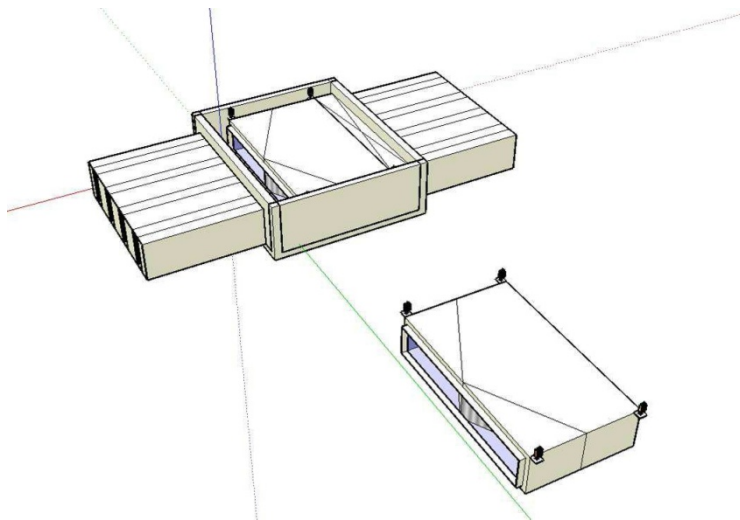
En la zona destinada a despachos el requisito es estar por debajo de 40dB, para ello se propone encapsulado completo de FAN-COIL C-16 con refuerzo de aislamiento de encuentro conductos fancoil o si la dirección de obra considera necesario silenciadores disipativos.

El encapsulado estará formado por una carcasa estructural de tubo de 50x50x3 y paneles acústicos de 50mm de espesor desmontables, con las especificaciones constructivas que se definan en obra.

Se realizará un collarín con panel acústico de 50 mm, abrazando los conductos reforzando el encuentro con los fancoils, con esto se consigue atenuar acústicamente la salida y entrada de aire de los conductos. Este refuerzo del aislamiento acústico de los conductos, se prolongará un mínimo de 1500 mm desde el fancoil.

Todo el material irá en acabado galvanizado.

Los cálculos y diseño efectuados son los siguientes:



**PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO PARCIAL INTERIOR**  
**PASEO DE LA CASTELLANA Nº112**  
**SEDE AGENCIA ESTATAL SEGURIDAD AEREA**  
**Estudio Acústico Equipos Climatización**

**CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN RECINTO CERRADO,  
A TRAVÉS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO / VENTILACIÓN**

Ref.: **CASTELLANA 112**

Fecha: **02/12/2014**      NSIL-100 / 200 de 1.200 x 300 x 1.200  
Q = 3.110 m<sup>3</sup>/h / P. carga = 2,4 mmcd

NIVEL POT. ACÚSTICA VENTILADOR L <sup>W</sup> [dB]	f (Hz)								NIVEL GLOBAL	
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>eq</sub> [dB]	L <sub>eqA</sub> [dB(A)]
	79,3	78,2	74,2	71,2	67,6	61,8	54,2	47,9	83,0	73,0

Pérdidas conducto      **4,0    5,6    6,6    10,3    8,9    4,9    4,3    4,9**

CALCULAR EN SOLAPA

Aten. real Silenciador      **SI    10,0    14,0    27,0    41,0    45,0    45,0    36,0    25,0**

**Pm [dB(A)]**  
**5,6**

**Pm [dB(A)]**  
**30,5**

CARACTERÍSTICAS DE LA SALA RECEPTORA									
Aire a sala	100,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
DIMENSIONES	LARGO	5,0 m	V= 50 m3						
	ANCHO	4,0 m							
	ALTO	2,5 m							
Distancia oyente (m.)	1,5								

FÓRMULA SCHULTZ      **61,6    64,1    35,8    13,6    8,4    5,7    4,2    8,0**

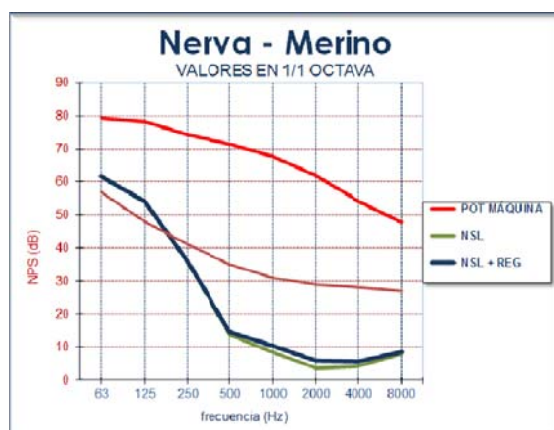
**L<sub>eqA</sub> [dB(A)]**  
**40,2**

CURVA CRITERIO NC      **NC 30    57    48    41    35    31    29    28    27**

**L<sub>eqA</sub> [dB(A)]**  
**39,8**

Atenuación extra necesaria      **4,3    6,1    0,0    3,0    0,0    0,0    0,0    0,0**

SUMA SPL + REG:	f (Hz)								L <sub>eqA</sub> [dB(A)]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	61,6	64,1	35,8	14,7	10,3	5,9	5,6	8,6	40,2



## 2. FAN-COIL UBICADOS EN ZONAS COMUNES Y RESTO LOCALES SOLUCIÓN PROPUESTA:

En la zona destinada a oficinas y zonas comunes el requisito es estar por debajo de 45dB, para ello se propone la instalación de un collarín con panel acústico de 50 mm, reforzando el encuentro con los fancoils, con esto se consigue atenuar acústicamente la salida y entrada de aire de los conductos. Este refuerzo del aislamiento acústico de los conductos, se prolongará un mínimo de 1500 mm desde el fancoil.

No se contempla el encapsulado de la máquina.

Los cálculos efectuados son los siguientes:

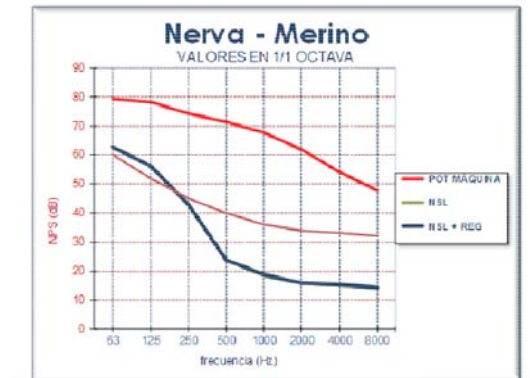
### CÁLCULO DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN RECINTO CERRADO, A TRAVÉS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO / VENTILACIÓN

Ref.: **CASTELLANA 112**

NSIL-125 / 200 de 975 x 300 x 900

Fecha: 02/12/2014 Q = 3.110 m³/h / P.carga = 2,2 mmcd

		fr (Hz)								NIVEL GLOBAL	
NIVEL POT. ACÚSTICA VENTILADOR		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L AE	L dBA
Núms	1	79,3	78,3	74,3	71,3	67,6	61,8	54,2	47,9	80,0	73,0
		79,3	78,3	74,3	71,3	67,6	61,8	54,2	47,9	80,0	73,0
Fórmulas conducto		4,0	5,6	6,0	10,3	6,9	4,9	4,9	4,9	Rm dBA	
CALCULAR EN SOLAPA										5,6	
Aten. real Silenciador	SI	8,0	11,0	19,0	30,0	34,0	32,0	24,0	18,0	Rm dBA	
										23,3	
CARACTERÍSTICAS DE LA SALA RECEPTORA											
Área sala	100,0%	3	3	3	3	3	3	3	3		
DIMENSIONES	LARGO	6,0 m									
	ANCHO	5,0 m		V= 75 m³							
	ALTO	2,5 m									
Distancia oyente (m.)	1,5										
FÓRMULA SCHULTZ		42,7	56,2	42,8	22,7	18,5	15,8	15,2	14,1	L dBA	
										42,6	
CURVA CRITERIO NC	NC 35	60	52	45	40	36	34	33	32	L dBA	
										44,3	
Atenuación extra necesaria		2,7	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		fr (Hz)								L dBA	
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
SUMA SPL + REG:		62,7	56,2	42,9	23,8	18,7	16,0	15,4	14,3	42,6	



## **F. OTRAS RECOMENDACIONES**

Como ya se ha comentado, para evitar posibles problemas de generación de ruidos, se recomienda la instalación de lámina de impacto en todas las juntas entre conductos y estructura del edificio, y el cuelgue de los conductos con sistemas amortiguados que palien las posibles vibraciones generadas por el flujo de aire en circulación en la estructura del conducto.

La funcionalidad de los aislamientos propuestos para los cerramientos estará limitada por la eficacia de los silenciadores instalados, por lo que el cerramiento por sí mismo no puede garantizar el aislamiento indicado debido a la entrada y salida de los conductos que rompen su estanqueidad. El ingeniero, no se responsabiliza de los posibles problemas de sobrecalentamiento de las máquinas que puedan originar los cerramientos.

Todos los cálculos y especificaciones de material que se reflejan en este informe, son relativas a conseguir la adecuada insonorización de las máquinas objeto de estudio. La eficacia del aislamiento acústico a ruido aéreo propuesto no solo depende de los sistemas acústicos planteados sino también de su correcta instalación y perfecto acabado. Por tanto, la realización de los trabajos deberá estar dirigida y supervisada por el técnico competente que garantice la eficacia y seguridad de la instalación.

Madrid, Diciembre de 2014:

Fdo.

David García Andrés

Ingeniero Técnico Industrial