

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (5)

PLANTA TIPO

Recintos emisores: Unidades de uso diferentes
Recintos instalaciones/actividad
Zonas comunes
Exterior

Recintos receptores: Protegidos
Habitables

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (6)

¿QUÉ DATOS NECESITO CONOCER DE CADA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA?

Tabiques → m y R_A

Eltos. Verticales → m y R_A para elto. base
 ΔR para trasdosados
m y R_A hoja exterior fachadas

Eltos. Horizontales → m y R_A para forjados
 ΔR para suelo flotantes

Fachadas → R_A para fachada
 R_A de huecos, persianas, etc.

Cubiertas → R_A para cubiertas
 R_A de huecos, claraboyas, etc.
TRANSITABLES, además:
m y L_n para forjados
 ΔL_n para revestimientos

Justificación mediante ensayo o Catálogo de Elementos Constructivos

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15 consultoría acústica		Introducción	Aislam. Fachadas	Unidades de uso diferentes	Otros casos
EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (7)					
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS					
Elemento	Descripción	Datos acústicos	Fuente		
Fachada	Enf + Citara LP + Enf	$R_A=42$ dBA $m=149$ Kg/m ²	Excel P.04.a o Excel F.3.4.a		
	Cámara + Lana mineral 48mm + PYL 15mm	$\Delta R_A=15$ dBA	Excel TR.1.b		
Ventanas	Abatibles aluminio 4-12-8	$R_A=33$ dBA $R_{Atr}=30$ dBA (para $S<2.7$ m ²)	CEC 4.3.2.1 Excel V.27		
Forjados plantas tipo	Forjado unidireccional 25+5, bov hormigón	$R_A=55$ dBA $L_{n,w}=78$ dBA $m=372$ Kg/m ²	Excel Fo.U.5		
	Lámina poliestireno elastificado 20mm bajo losa de 8cm de hormigón	$\Delta R_A=4$ dBA $\Delta L_w=21$ dBA	Excel S.1.n		
	Techo continuo PYL 15 mm con absorbente acústico	$\Delta R_A=5$ dBA $\Delta L_w=10$ dBA	Excel T.1.c		

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15 consultoría acústica		Introducción	Aislam. Fachadas	Unidades de uso diferentes	Otros casos
EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (8)					
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS (II)					
Elemento	Descripción	Datos acústicos	Fuente		
Forjado suelo planta primera	Forjado unidireccional 25+5, bov hormigón	$R_A=55$ dBA $L_{n,w}=78$ dBA $m=372$ Kg/m ²	Excel Fo.U.5		
	Lámina poliestireno elastificado 20mm bajo losa de 8cm de hormigón	$\Delta R_A=4$ dBA $\Delta L_w=21$ dBA	Excel S.1.n		
Entre viviendas	Enf + Tabicón LH 7 cm + Enf	$R_A=36$ dBA $m=89$ Kg/m ²	Excel P.01.a		
	2 x (Cámara + Lana mineral 48mm + PYL 15mm)	$\Delta R_A=16$ dBA	Excel TR.1.a		
Viviendas-Zonas comunes	Enf + citara LP + Enf	$R_A=42$ dBA $m=149$ Kg/m ²	Excel P.04.a		
	Cámara + Lana mineral 48mm + PYL 15mm	$\Delta R_A=15$ dBA	Excel TR.1.b		

©Jose Javier González-Outón Coca

○○○○○○○○●○○ **Introducción**

○○○○○○○○○○ **Aislam. Fachadas**

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ **Unidades de uso diferentes**

○○○○○○○○○○ **Otros casos**

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (9)

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS (III)

Elemento	Descripción	Datos acústicos	Fuente
Huecos de instalaciones	Enf + citara LP + Enf	$R_A=42$ dBA $m=149$ Kg/m ²	Excel P.04.a
	Cámara + Lana mineral 48mm + PYL 15mm	$\Delta R_A=15$ dBA	Excel TR.1.b
Tabiquería interior	PYL de 15 mm en estructura autoportante de 48mm con lana mineral	$R_A=43$ dBA $m=26$ Kg/m ²	Excel P.28.a

©Jose Javier González-Outón Coca

○○○○○○○○●○○ **Introducción**

○○○○○○○○○○ **Aislam. Fachadas**

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ **Unidades de uso diferentes**

○○○○○○○○○○ **Otros casos**

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (10)

IDENTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS

RELACIÓN ENTRE RECINTOS		REQUISITOS A RUIDO AÉREO	REQUISITOS A RUIDO DE IMPACTOS	RECINTO MÁS DESFAVORABLE (Ubicación, emisor/receptor...)	PREDICCIÓN DE AISLAMIENTO EN PROYECTO		
					AÉREO (dBA)	IMPACTOS (dBA)	
Dentro de una ud. de uso	Tabiquería interior	$R_A \geq 33$ dBA	-		$R_A =$	-	
Unidades de uso diferentes	Vertical	protegido – protegido	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		protegido – habitable	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		habitable – habitable	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	-		$D_{nT,A} =$	-
	Horizontal	protegido – protegido	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		protegido – habitable	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		habitable – habitable	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	-		$D_{nT,A} =$	-
Zonas comunes	Vertical	z.c. – protegido	c/ptas. o ventanas	$R_{A(pta)} \geq 30$ dBA; $R_{A(vent)} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA	$R_{A(pta)} =$ $R_{A(vent)} =$	$L'_{nT,w} =$
			s/ptas. o ventanas	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA	$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		z.c. – habitable	c/ptas. o ventanas	$R_{A(pta)} \geq 20$ dBA; $R_{A(vent)} \geq 50$ dBA	-	$R_{A(pta)} =$ $R_{A(vent)} =$	-
			s/ptas. o ventanas	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	-	$D_{nT,A} =$	-
	Horizontal	z.c. – protegido	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		z.c. – habitable	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (1.1)

IDENTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS (II)

RELACIÓN ENTRE RECINTOS			REQUISITOS A RUIDO AÉREO	REQUISITOS A RUIDO DE IMPACTOS	RECINTO MÁS DESFAVORABLE (Ubicación, emisor/receptor...)	PREDICCIÓN DE AISLAMIENTO EN PROYECTO	
						AÉREO (dBA)	IMPACTOS (dBA)
Instalac. o actividad	Vertical	protegido – inst/act	$D_{nT,A} \geq 55 \text{ dBA}$	$L'_{nT,w} \leq 60 \text{ dBA}$		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		habitable – inst/act	$D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$	-		$D_{nT,A} =$	-
	Horizontal	protegido – inst/act	$D_{nT,A} \geq 55 \text{ dBA}$	$L'_{nT,w} \leq 60 \text{ dBA}$		$D_{nT,A} =$	$L'_{nT,w} =$
		habitable – inst/act	$D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$	-		$D_{nT,A} =$	-
Medianeras		exterior – rec. interior	$D_{2m,nT,Atr} \geq 40 \text{ dB A}$	-		$D_{2m,nT,Atr} =$	-
		rec. interior – rec. int.	$D_{nT,A} \geq 50 \text{ dBA}$	-		$D_{nT,A} =$	-
Fachadas		exterior – rec. protegido	$D_{2m,nT,Atr} \geq \dots \text{ dBA}$	-		$D_{2m,nT,Atr} =$	-
		patio – rec. protegido	$D_{2m,nT,Atr} \geq \dots \text{ dBA}$	-		$D_{2m,nT,Atr} =$	-

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (1.2)

AISLAMIENTO EN FACHADAS

- No hay mapa estratégico de ruido, luego $L_d = 60 \text{ dBA}$.
- Uso residencial, luego solo exigible aislamiento a ruido aéreo con dormitorios y estancias.
- No hay ruido exterior dominante de aeronaves, luego los valores de la tabla 2.1 no hay que corregirlos

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, 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

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (13)

FACHADAS. SELECCIÓN DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE

$$D_{2m,nT,A} = R'_A + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \lg \frac{V}{6T_0S}$$

Solo estudiamos estancias y dormitorios

1er sumando: Se ve muy afectado por las ventanas.

2º sumando: Forma de la fachada.

3er sumando: El más desfavorable es aquel que V/S sea más pequeño.

Buscamos un recinto con poca profundidad y mucha sup de ventanas.

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (14)

FACHADAS. SELECCIÓN DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE (II)

Este recinto resulta ser el más desfavorable

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (15)

AISLAMIENTO DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE

CTE
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

CTE
Código Técnico de la Edificación

Herramienta de Cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido v1.0

Cálculo conjunto del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos

Recintos Adyacentes
4 aristas comunes

Recintos Superpuestos
4 aristas comunes

Tutorial I

Cálculo del aislamiento acústico a ruido del exterior

Aislamiento en Fachadas

Tutorial II

Cálculo del tiempo de reverberación y absorción acústica

Tutorial III

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (16)

AISLAMIENTO DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	5,76	Alto l_2 (m)	2,8	Superficie S_f (m ²)	16,128
REF	Elemento Estructural Básico	m ³ (kg/m ³)	R _{L,A}	REF	Forma de la fachada
F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	FF 1	Plano de Fachada
					α_w
					0
					h_{lim}
					0
					ΔL_n
					0
					REF
					Revestimiento Interior
					R.0.0
					Sin Revestimiento
					$\Delta R_{e,A}$
					0
REF	S_v (m ²)	Ventana	R _{v,A}	C _v	Transmisión Aérea Directa I $D_{n,A1,A}$
V.27	1,65	Ventana sencilla OSC/NP 4-(6...16)-8	33	-4	0
					S_0 (m ²)
					0
					$D_{n,1,A}$ (dB)
					0
					(sirendores con tratamiento acústico...)
					0
					(sirendores sin tratamiento acústico)
					0
					(techos suspendidos, conductos, pasillos...)
					L_2 (dBA)
					60
					Tipo de Ruido
					Automóviles
					$D_{2m,21,21}$
					35
					Requisito CTE
					30
					CUMPLE

Introducir las dimensiones de la fachada. El ancho será la suma de ambas fachadas (esquina).

©Jose Javier González-Outón Coca

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (1-7)

AISLAMIENTO DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE (III)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	5,76	Alto l_2 (m)	2,8	Superficie S_f (m ²)	16,128						
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{f,A}$	REF	Forma de la fachada	α_w	h_{lm}	$\Delta L_{f,b}$	REF	Revestimiento Interior	$\Delta R_{e,A}$
F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
REF	S_v (m ²)	Ventana	$R_{v,A}$	$C_{v,r}$	Transmisión Aérea Directa I $D_{n,r1,A}$	S_v (m ²)	$D_{n,r1,A}$ (dB)	<small>(sirendores con tratamiento acústico...)</small> <small>(sirendores sin tratamiento acústico)</small> <small>(techos suspendidos, conductos, pasillos...)</small>			
V.27	1,65	Ventana sencilla OSC/NP 4-(6...16)-8	33	-4	Transmisión Aérea Directa II $D_{n,r2,A}$	0	0				
					Transmisión Aérea Indirecta $D_{n,r3,A}$	0	0				
					L_d (dBA)	Tipo de Ruido			$D_{2m,0,0,0}$	Requisito CTE	
					60	Automóviles			35	30	CUMPLE

Introducir la solución constructiva y la forma de la fachada. α_w es la absorción acústica del techo, y h_{lm} es la altura del punto de mira

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (1-8)

AISLAMIENTO DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE (IV)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	5,76	Alto l_2 (m)	2,8	Superficie S_f (m ²)	16,128						
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{f,A}$	REF	Forma de la fachada	α_w	h_{lm}	$\Delta L_{f,b}$	REF	Revestimiento Interior	$\Delta R_{e,A}$
F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
REF	S_v (m ²)	Ventana	$R_{v,A}$	$C_{v,r}$	Transmisión Aérea Directa I $D_{n,r1,A}$	S_v (m ²)	$D_{n,r1,A}$ (dB)	<small>(sirendores con tratamiento acústico...)</small> <small>(sirendores sin tratamiento acústico)</small> <small>(techos suspendidos, conductos, pasillos...)</small>			
V.27	1,65	Ventana sencilla OSC/NP 4-(6...16)-8	33	-4	Transmisión Aérea Directa II $D_{n,r2,A}$	0	0				
					Transmisión Aérea Indirecta $D_{n,r3,A}$	0	0				
					L_d (dBA)	Tipo de Ruido			$D_{2m,0,0,0}$	Requisito CTE	
					60	Automóviles			35	30	CUMPLE

Introducir tipo de ventana y superficie. Esto datos influyen mucho en el aislamiento.

Introducir el valor de ruido día y el tipo de ruido dominante

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (19)

AISLAMIENTO DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE (V)

Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V, (m ³)	
Residencial y sanitario Dormitorios		25,7	

Elemento	REF	Elemento Estructural Básico	m', (kg/m ²)	F _s	REF	Revestimiento	ΔR _{f,A}	l _r (m)
Elemento f1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	50,0	S.1.n	AC + M 50 + AR E/PS 20	4	5,76
Elemento f2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	50,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5	5,76
Elemento f3 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	40,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,8
Elemento f4 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	40,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,8

Introducir la solución constructiva de cada elemento

Introducir el tipo de recinto y el volumen de la estancia. Observar la diferencia de aislamiento al variar la geometría.

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (20)

AISLAMIENTO DEL RECINTO MÁS DESFAVORABLE (VI)

Uniones de los Elementos Constructivos

Arista	REF	Elemento Estructural Básico	K _{er}	K _{re}	K _{ce}	Vista
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	6,5	11,8	6,5	Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	6,5	11,8	6,5	Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	T 0.5	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo	17,8	-4,5	17,8	Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	T 0.5	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo	17,8	-4,5	17,8	Vista en planta

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Introducir el tipo de unión.

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (23)

FACHADAS. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Cálculo de Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Fachadas

Cálculos

Contribución Directa										
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{Dd,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$		
	58	0	58,0	16,128	1,65	33	42,8	5,26975E-05		

Contribución de Flanco a flanco										
i=j	$R_{F,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$	
1	58,0	55,0	4	6,5	1	5,76	16,128	71,5	7,12587E-08	
2	58,0	55,0	5	6,5	1	5,76	16,128	72,5	5,66028E-08	
3	58,0	43,0	0	17,8	1	2,8	16,128	75,9	2,56243E-08	
4	58,0	43,0	0	17,8	1	2,8	16,128	75,9	2,56243E-08	
								67,5	1,7911E-07	

Contribución de Flanco a directo													
i	$R_{F,m,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{Fd,A}$	K_{Fd}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Fd,A}$	$\tau_{Fd} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$
1	58,0	58	16,128	1,65	33	42,8	0	11,8	1	5,76	16,128	66,6	2,16514E-07
2	58,0	58	16,128	1,65	33	42,8	0	11,8	1	5,76	16,128	66,6	2,16514E-07
3	58,0	58	16,128	1,65	33	42,8	0	-4,5	1	2,8	16,128	53,5	4,50782E-06
4	58,0	58	16,128	1,65	33	42,8	0	-4,5	1	2,8	16,128	53,5	4,50782E-06
												50,2	9,44866E-06

Contribución de Directo a flanco													
j	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$
1	58	16,1	1,65	33	42,8	55,0	4	6,5	1	5,76	16,128	63,9	4,10897E-07
2	58	16,1	1,65	33	42,8	55,0	5	6,5	1	5,76	16,128	64,9	3,26387E-07
3	58	16,1	1,65	33	42,8	43,0	0	17,8	1	2,8	16,128	68,3	1,47756E-07
4	58	16,1	1,65	33	42,8	43,0	0	17,8	1	2,8	16,128	68,3	1,47756E-07
												59,9	1,0328E-06

©Jose Javier González-Outón Coca


Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (23)

FACHADAS. AISLAMIENTO OBTENIDO

$D_{2m,nT,Atr}$	Requisito CTE
35	30 CUMPLE

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

AISLAMIENTO ENTRE UNIDADES DE USO. CASO MÁS DESFAVORABLE.

Ruido aéreo:

$$D_{nT,A} = R'_A + 10 \cdot \lg \left(\frac{0,32 \cdot V}{S_s} \right)$$


EL RECINTO MÁS DESFAVORABLE SERÁ UNO QUE TENGA Poca PROFUNDIDAD

Ruido impactos:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \cdot \lg (0,032 \cdot V)$$

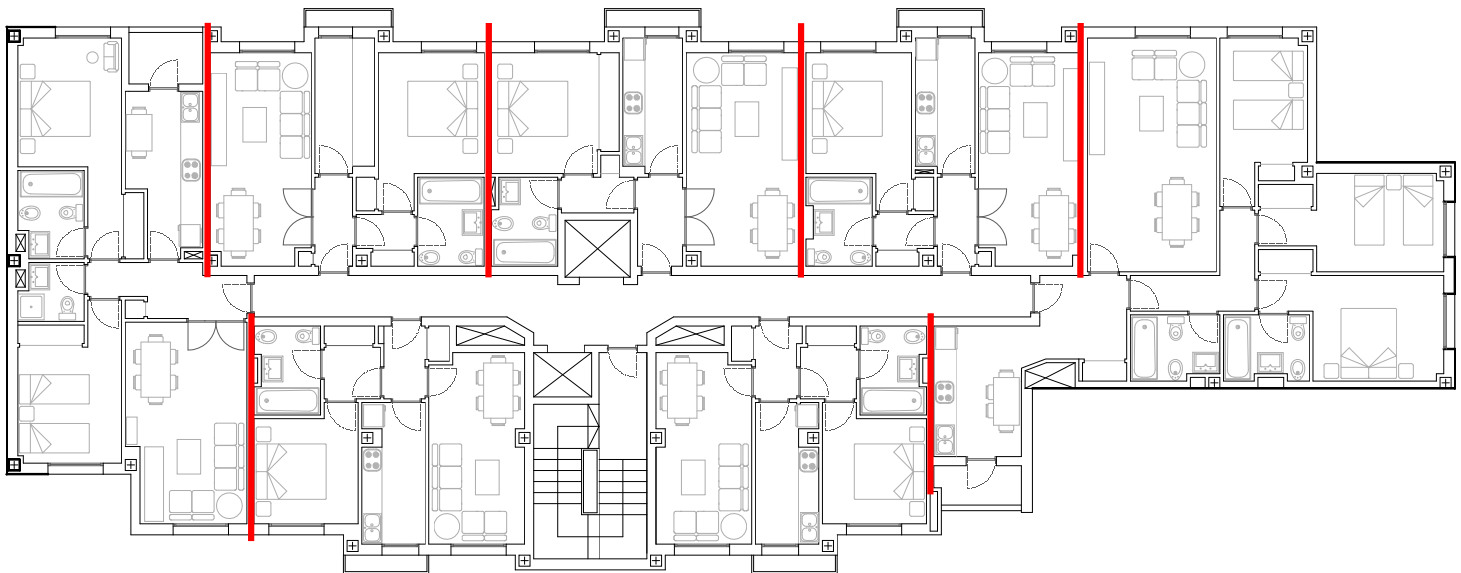
EL RECINTO MÁS DESFAVORABLE SERÁ UNO QUE TENGA POCO VOLUMEN

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

SEPARACIÓN ENTRE UNIDADES DE USO. CASOS



PROTEGIDO - PROTEGIDO	PROTEGIDO - HABITABLE	HABITABLE - HABITABLE
Dormitorio – Dormitorio Dormitorio – Salón Salón – Salón	Salón – Cocina Salón – Baño Dormitorio – Cocina	Baño – baño Cocina - baño

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

AISLAMIENTO DORMITORIO - DORMITORIO

DIMENSIONES:

Altura: 2'8 m
 Anchura: 3'3 m
 Profundidad: 2'9 m

Recinto receptor: el de menor volumen

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

AISLAMIENTO DORMITORIO – DORMITORIO (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador									
Ancho l_1 (m)	Alto l_2 (m)	Superficie S_s (m ²)							
3,3	2,8	9,24							
REF	Elemento Estructural Básico	m ³ (kg/m ³)	$R_{e,k}$	REF	Revestimiento Recinto Emisor	$\Delta R_{e,k}$	REF	Revestimiento Recinto Receptor	$\Delta R_{e,k}$
P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16
		S_{vpl} (m ²)	$R_{vpl,k}$	$D_{e,ref}$					
Ventanas, puertas y lucernarios		0	0	0					
				$D_{e,el,k}$					
				0					
				$D_{e,ind,k}$					
				0					

$D_{e,el,k}$	Requisito CTE
57	50 CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE
49	65 CUMPLE

Dimensiones del elemento separador vertical

Definición de la solución constructiva

Superficie de huecos en elemento separador

Aireadores

Conductos

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

AISLAMIENTO DORMITORIO – DORMITORIO (III)

Recinto Emisor

Tipo de Recinto		Otra unidad de uso						Revestimiento		
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,d}	L _{e,w}	S _e (m ²)	REF	ΔR _{e,d}	ΔL _w		
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5 U_BH 300 mm	372,0	55,0	78,0	10,4	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4	21	
Elemento F2 (Techo)	Fo.U.5 U_BH 300 mm	372,0	55,0	78,0		T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5	10	
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	-		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F4 (Pared)	P28.a YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	-		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	

Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V _r (m ³)		Otra unidad de uso			Revestimiento	
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,d}	REF	ΔR _{e,d}			
Elemento f1 (Suelo)	Fo.U.5 U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4		
Elemento f2 (Techo)	Fo.U.5 U_BH 300 mm	372,0	55,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5		
Elemento f3 (Pared)	F3.4.a RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0		
Elemento f4 (Pared)	P28.a YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0		

Definición de las soluciones constructivas

Tipos de recintos

Volumen en el receptor (la menor de ellas)

Superficie de suelo en el emisor (para impactos)

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

AISLAMIENTO DORMITORIO – DORMITORIO (IV)

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{cr}	K _{ce}	K _{cr}	Vista
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C.0.1 Unión rígida en + de elementos homogéneos	0,3	10,9	10,9	Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C.0.1 Unión rígida en + de elementos homogéneos	0,3	10,9	10,9	Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T.0.1 Unión rígida en T de elementos homogéneos	2,6	6,0	6,0	Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C.0.5 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	20,7	15,3	15,3	Vista en planta

f3
Unión en T de elementos homogéneos

f4
Unión en + de elemento homogéneo y elemento autoportante

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (29)

AISLAMIENTO DORMITORIO – DORMITORIO (V)

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
57	50	CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE	
49	65	CUMPLE



©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (30)

AISLAMIENTO SALÓN – DORMITORIO



PROTEGIDO - PROTEGIDO	PROTEGIDO - HABITABLE	HABITABLE - HABITABLE
Dormitorio – Dormitorio Dormitorio – Salón Salón – Salón	Salón – Cocina Salón – Baño Dormitorio – Cocina	Baño – baño Cocina - baño

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (31)

AISLAMIENTO SALÓN – DORMITORIO (II)

Elemento separador: Altura: 2'8 m
 Anchura: 3'25 m

Volumen dormitorio: 29'12 m³

Volumen salón: 49'5 m³

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (32)

AISLAMIENTO SALÓN – DORMITORIO (III)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Caso B.

Datos de Entrada

Elemento Separador													
Ancho l _e (m)	3,25		Alto l _e (m)	2,8		Superficie S _e (m ²)	9,1						
REF	Elemento Estructural Básico			m', (kg/m ³)	R _{e,á}	REF	Revestimiento Recinto Emisor		ΔR _{e,á}	REF	Revestimiento Recinto Receptor		ΔR _{e,á}
P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)			89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP		16	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP		16
		S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,á}			Transmisión Aérea Directa D _{e,á}		D _{e,á}			D _{e,á}		Requisito CTE
Ventanas, puertas y lucernarios		0	0			0 (aireadores)		0			56		50 CUMPLE
						Transmisión Aérea Indirecta D _{e,á}		0					
						0 (techos suspendidos, conductos y pasillos)							

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (33)

AISLAMIENTO SALÓN – DORMITORIO (IV)

Recinto Emisor

Tipo de Recinto		Otra unidad de uso		Elemento Estructural Básico			Revestimiento		$\Delta R_{p,d}$
REF			m^2 (kg/m ²)	$R_{p,d}$	REF				
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20		4	
Elemento F2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]		5	
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento		0	
Elemento F4 (Pared)	P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP		16	

Recinto Receptor

Tipo de Recinto: Protegido Volumen V_r (m³): 29,12

Tipo de Recinto		Otra unidad de uso		Elemento Estructural Básico			Revestimiento		$\Delta R_{p,d}$
REF			m^2 (kg/m ²)	$R_{p,d}$	REF				
Elemento f1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20		4	
Elemento f2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]		5	
Elemento f3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento		0	
Elemento f4 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento		0	

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (34)

AISLAMIENTO SALÓN – DORMITORIO (V)


Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K_{m1}	K_{m2}	K_{m3}	Vista
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo) C 0.1	Unión rígida en + de elementos homogéneos	0,3	10,9	10,9	Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo) C 0.1	Unión rígida en + de elementos homogéneos	0,3	10,9	10,9	Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared) T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	2,6	6,0	6,0	Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared) T 0.5	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo	15,3	-2,9	15,3	Vista en planta

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos


AISLAMIENTO SALÓN – DORMITORIO (VI)

$D_{nT,A}$	Requisito CTE
56	50 CUMPLE



Este caso (protegido - protegido) es más desfavorable que dormitorio - dormitorio

©Jose Javier González-Outón Coca



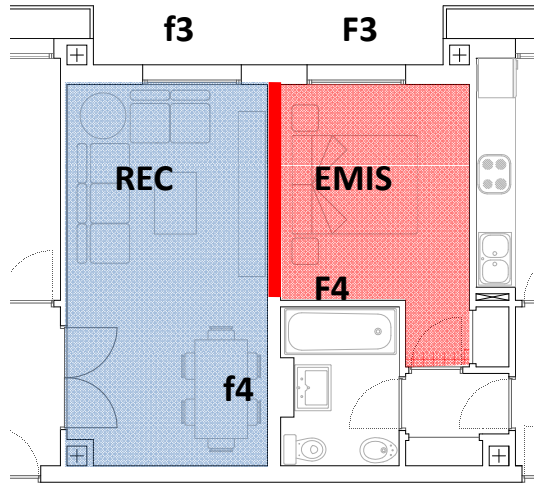
Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

AISLAMIENTO DORMITORIO – SALÓN

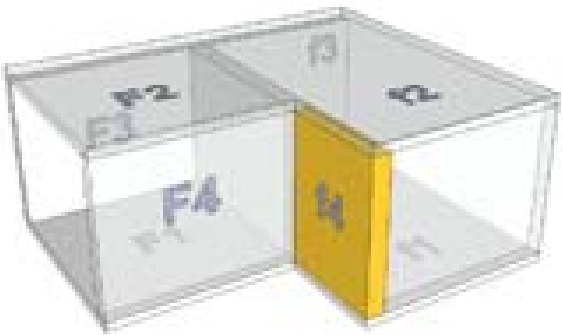


Elemento separador: Altura: 2'8 m
 Anchura: 3'25 m

Volumen dormitorio: 29'12 m³

Volumen salón: 49'5 m³

Se intuye que va a dar un aislamiento mayor



©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (37)

AISLAMIENTO DORMITORIO – SALÓN (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 3 aristas comunes. Caso A.

Datos de Entrada

Elemento Separador									
Ancho l_1 (m)		Alto l_2 (m)		Superficie S_e (m ²)					
4,5		2,55		11,475					
REF	Elemento Estructural Básico	m' ³ (kg/m ³)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{C,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,A}
P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16
		S _{vpp} (m ²)	R _{vpp,A}	Transmisión Aérea Directa D _{o,A,A}		D _{o,A,A}			D _{re,A}
Ventanas, puertas y lucernarios		0	0			0			57
				Transmisión Aérea Indirecta D _{o,A,A}		0			50
								Requisito CTE	
								CUMPLE	

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (38)

AISLAMIENTO DORMITORIO – SALÓN (III)

Recinto Emisor

Tipo de Recinto	Otra unidad de uso									
REF	Elemento Estructural Básico	m' ³ (kg/m ³)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}				
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.1	U_BC 250 mm	305,0	52,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4			
Elemento F2 (Techo)	C.9.6.b	YL 15 mm + AB MW + C + TC + I + AT + T (cubierta invertida)	178,0	47,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5			
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
Elemento F4 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			

Recinto Receptor

Tipo de Recinto	Volumen V _r (m ³)									
REF	Elemento Estructural Básico	m' ³ (kg/m ³)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}				
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.1	U_BC 250 mm	305,0	52,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4			
Elemento F2 (Techo)	C.9.6.b	YL 15 mm + AB MW + C + TC + I + AT + T (cubierta invertida)	178,0	47,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5			
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
Elemento F4 (Pared)	P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16			

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (39)

AISLAMIENTO DORMITORIO – SALÓN (IV)

Uniones de los Elementos Constructivos						
REF	Elemento Estructural Básico	$K_{e,r}$	$K_{e,a}$	$K_{e,p}$		
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.1	Unión rígida en + de elementos homogéneos	1,2	10,3	10,3	Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.1	Unión rígida en + de elementos homogéneos	4,1	9,2	9,2	Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	2,6	6,0	6,0	Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	T 0.5	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo	15,3	15,3	-2,9	Vista en planta

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (40)

AISLAMIENTO DORMITORIO – SALÓN (V)

$D_{nT,A}$	Requisito CTE
57	50 CUMPLE

Efectivamente, el caso más desfavorable es el del receptor de menor volumen

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aíslam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (43)

AISLAMIENTO SALÓN – SALÓN

PROTEGIDO - PROTEGIDO	PROTEGIDO - HABITABLE	HABITABLE - HABITABLE
Dormitorio – Dormitorio Dormitorio – Salón Salón – Salón	Salón – Cocina Salón – Baño Dormitorio – Cocina	Baño – baño Cocina - baño

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aíslam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (43)

AISLAMIENTO SALÓN – SALÓN (II)


Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador											
Ancho l_1 (m)		Alto l_2 (m)		Superficie S_s (m ²)							
REF	Elemento Estructural Básico	m^2 (kg/m ²)	$R_{l,A}$	REF	Revestimiento Recinto Emisor	$\Delta R_{e,A}$	REF	Revestimiento Recinto Receptor	$\Delta R_{r,A}$		
P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)	89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16		
		$S_{v,p}$ (m ²)	$R_{v,p,A}$	Transmisión Aérea Directa $D_{e,A}$		$D_{e,A}$		Transmisión Aérea Indirecta $D_{i,A}$			
Ventanas, puertas y lucernarios		0	0			0 (aireadores)		0 (techos suspendidos, conductos y pasillos)			
										$D_{e,A}$	Requisito CTE
										56	50 CUMPLE
										$L'_{nT,w}$	Requisito CTE
										46	65 CUMPLE

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (43)

AISLAMIENTO SALÓN – SALÓN (III)


Recinto Emisor

Tipo de Recinto		Otra unidad de uso									
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	L _{2,w}	S _v (m ²)	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}	ΔL _w		
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	78,0	22,25	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4	21	
Elemento F2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	78,0		T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5	10	
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	-		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F4 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	-		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	

Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V _v (m ³) 44,04									
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}					
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4				
Elemento F2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5				
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento F4 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

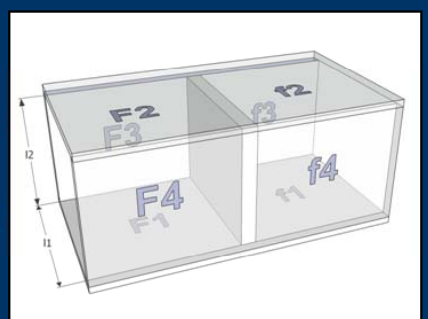
Otros casos


EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (44)

AISLAMIENTO SALÓN – SALÓN (IV)

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{cr}	K _{cs}	K _{cp}			
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.1	Unión rígida en + de elementos homogéneos	0,3	10,9	10,9		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.1	Unión rígida en + de elementos homogéneos	0,3	10,9	10,9		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	2,6	6,0	6,0		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	T 0.5	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo	12,2	15,3	15,3		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15

consultoría acústica

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

AISLAMIENTO SALÓN – SALÓN (V)

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
56	50	CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE	
46	65	CUMPLE



©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15

consultoría acústica

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

ANÁLISIS RESULTADOS AISLAMIENTO ENTRE RECINTOS PROTEGIDOS

Dormitorio – dormitorio

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
57	50	CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE	
49	65	CUMPLE

Salón – dormitorio

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
56	50	CUMPLE

Dormitorio – salón

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
57	50	CUMPLE


Salón – salón

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
56	50	CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE	
46	65	CUMPLE

El caso más desfavorable a ruido aéreo es salón – dormitorio, cuyo valor es $D_{nT,A}=56\text{dBA}$

El caso más desfavorable a ruido de impactos es dormitorio – dormitorio, cuyo valor es $L'_{nT,w}=49\text{dBA}$

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción


Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes


Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (53)

AISLAMIENTO COCINA – DORMITORIO (II)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Caso C.


Datos de Entrada

Elemento Separador									
Ancho l_1 (m)		Alto l_2 (m)		Superficie S_e (m ²)					
1,05		2,8		2,94					
REF	Elemento Estructural Básico			m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor		$\Delta R_{e,A}$
P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)			89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP		16
Ventanas, puertas y lucernarios		S _{op} (m ²)	R _{op,A}	Transmisión Aérea Directa D _{e,A,A}		D _{e,A,A}	Requisito CTE		
0		0	0	0 (aireadores)		0	D _{e,A,A}	50	CUMPLE
				Transmisión Aérea Indirecta D _{e,A,A}		0 (techos suspendidos, conductos y pasillos)			

Recinto Emisor										
Tipo de Recinto										
Otra unidad de uso										
REF	Elemento Estructural Básico			m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento		$\Delta R_{e,A}$	
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm			372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20		4
Elemento F2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm			372,0	55,0	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]		5
Elemento F3 (Pared)	P01.a	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)			89,0	36,0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP		16

Datos de Entrada /
 CEC_Cubiertas /
 CEC_Fachadas /
 CEC_Particiones /
 CEC_Foajados /
 Mis Elementos /
 CEC

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción


Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos


EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (53)

SEPARACIÓN ENTRE UNIDADES DE USO. HABITABLE – HABITABLE



PROTEGIDO - PROTEGIDO	PROTEGIDO - HABITABLE	HABITABLE - HABITABLE
Dormitorio – Dormitorio Dormitorio – Salón Salón – Salón	Salón – Cocina Salón – Baño Dormitorio – Cocina	Baño – baño Cocina - baño

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción


Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes


Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (57)

SEPARACIÓN HORIZONTAL ENTRE DORMITORIOS (II)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores. Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador												
Ancho l_1 (m)		Largo l_2 (m)		Superficie S_s (m ²)								
2,38		3,82		9,0916								
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{f,A}$	$L_{f,w}$	REF	Revestimiento Recinto Emisor	$\Delta R_{f,A}$	ΔL_w	REF	Revestimiento Recinto Receptor	$\Delta R_{f,A}$	ΔL_w
Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	78,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4	21	T.1.c	YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]	5	10

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	
59	50	CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE	
53	65	CUMPLE


Recinto Emisor

Tipo de Recinto	REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{f,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{f,A}$
Otra unidad de uso							
Elemento F1 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F2 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F3 (Pared)	F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F4 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Recinto Receptor

Tipo de Recinto	Volumen V_r (m ³)
Protegido	25,6

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

Aislam. Fachadas


Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (58)

SEPARACIÓN HORIZONTAL ENTRE DORMITORIOS (III)

$D_{nT,A}$	Requisito CTE
59	50 CUMPLE
$L'_{nT,w}$	Requisito CTE
53	65 CUMPLE



©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (59)

RESUMEN DE LO CALCULADO HASTA AHORA

Ya se ha calculado:

1. Aislamiento en fachadas
2. Unidades de uso separadas por elemento vertical
3. Unidades de uso separadas por elemento horizontal
4. Tabiquería interior

Falta por calcular:

1. Separación con zonas comunes
2. Separación con cuartos de instalaciones o actividad
3. Medianeras


©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (60)

SEPARACIÓN CON ZONAS COMUNES



Zona común – salón: Se ve claro cuál es el caso más desfavorable
 Zona común – baño: Son todos los casos iguales
 Zona común – distribuidor: basta cumplir $R_{A(\text{puerta})} > 20\text{dB}$; $R_{A(\text{muro})} > 50\text{dB}$

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (61)

AISLAMIENTO ZONA COMÚN - BAÑO

EMIS

Elemento separador: Ancho: 1'8 m
Alto: 2'5 m

Volumen receptor: 10'88 m³

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (62)

AISLAMIENTO ZONA COMÚN – BAÑO (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Caso B.

Datos de Entrada

Elemento Separador									
Ancho l ₁ (m)	Alto l ₂ (m)	Superficie S _e (m ²)							
1,8	2,5	4,5							
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{e,d}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,d}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,d}
P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16
		S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,d}	Transmisión Aérea Directa D _{vpl,d}		D _{vpl,d}	D _{ref,d}		Requisito CTE
Ventanas, puertas y lucernarios		0	0	Transmisión Aérea Indirecta D _{vpl,d}		0	(aireadores)		49 45 CUMPLE
		(techos suspendidos, conductos y pasillos)							

Recinto Emisor

Tipo de Recinto									
Otra unidad de uso									
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{e,d}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,d}			
Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4			
Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			

Recinto Receptor

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (63)

AISLAMIENTO ZONA COMÚN - SALÓN

Elemento separador: Ancho: 3'05 m
Alto: 2'8 m

Volumen receptor: 49'5 m³

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción

Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (64)

AISLAMIENTO ZONA COMÚN – SALÓN (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 2 aristas comunes. Caso B.


Datos de Entrada

Elemento Separador											
Ancho l ₁ (m)		Alto l ₂ (m)		Superficie S _e (m ²)							
1,8		2,5		4,5							
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{r,A}		
P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	TR.1.a	YL 15 + MW 48 + SP	16		
Ventanas, puertas y lucernarios		S _{vp} (m ²)	R _{vp,A}	Transmisión Aérea Directa D _{a,A,A}		D _{a,R,A}		D _{r,A}		Requisito CTE	
		0	0	0 (aireadores)		0 (techos suspendidos, conductos y pasillos)		50	50	CUMPLE	

Recinto Emisor												
Tipo de Recinto												
Otra unidad de uso												
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{r,A}						
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEP'S 20	4					
Elemento F2 (Techo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0					
Elemento F3 (Pared)	P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0					
Elemento F4 (Pared)	P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0					

Recinto Receptor												
Tipo de Recinto												
Protegido												
REF	Elemento Estructural Básico	m ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{r,A}						
Elemento F1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEP'S 20	4					

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

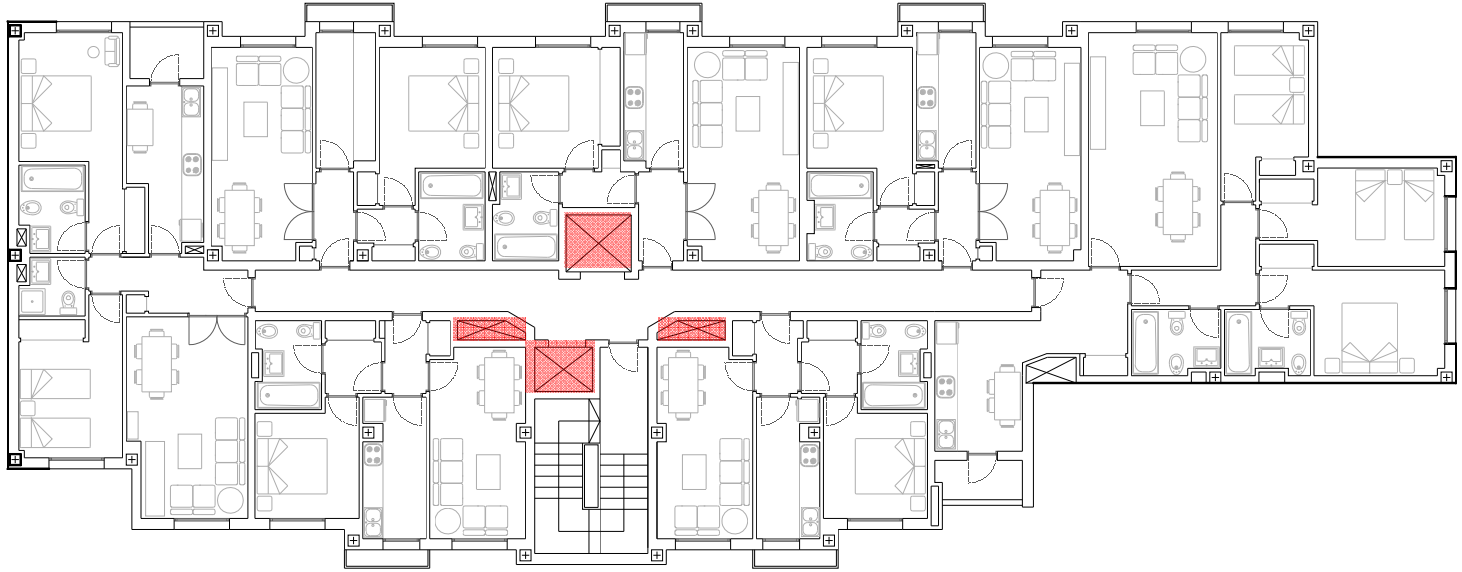
Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos


EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (65)

AISLAMIENTO CON RECINTOS DE INSTALACIONES/ACTIVIDAD



REQUISITOS: Instalaciones – recinto protegido → 55dBA
 Instalaciones – recinto habitable → 45dBA

©Jose Javier González-Outón Coca



Introducción

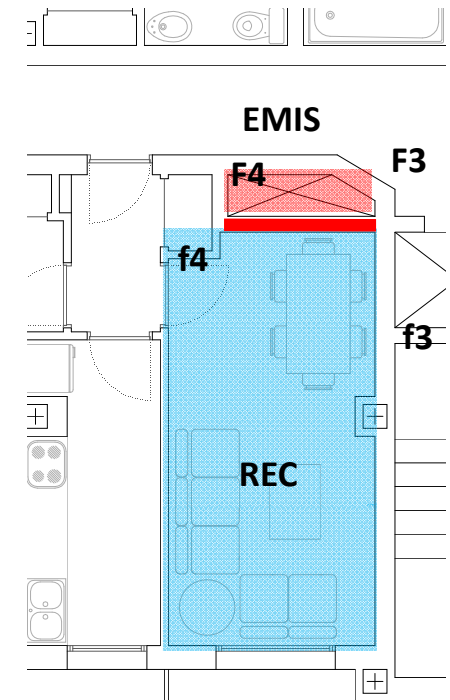
Aislam. Fachadas

Unidades de uso diferentes

Otros casos

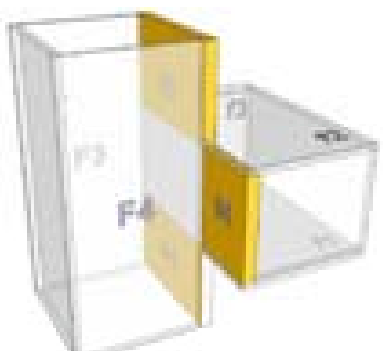
EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (66)

EXTRACCIÓN GARAJE - SALÓN



Elemento separador: Ancho: 1'8 m
Alto: 1'95 m

Volumen receptor: 37'24 m³



©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (67)

EXTRACCIÓN GARAJE – SALÓN (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 1 arista comun. Caso A. (hueco de ascensor).

Datos de Entrada

Elemento Separador											
Ancho l_1 (m)		1,8		Alto l_2 (m)		1,95		Superficie S_s (m ²)		3,51	
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Revestimiento Recinto Emisor	$\Delta R_{o,A}$	REF	Revestimiento Recinto Receptor	$\Delta R_{e,A}$		
P04.a	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	TR.1.c	YL 15 + MW 48 + SP	11		
Ventanas, puertas y lucernarios		S_{vpl} (m ²)	$R_{vpl,A}$	Transmisión Aérea Directa $D_{t,A,A}$		$D_{t,A,A}$	Transmisión Aérea Indirecta $D_{i,A,A}$		Requisito CTE		
		0	0			0			53		
						0			55		
								NO CUMPLE			

Recinto Emisor									
Tipo de Recinto	de actividad o instala	REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{e,A}$	
Elemento F1 (Pared)	P04.a		Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	
Elemento F2 (Pared)	P04.a		Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	
Elemento F3 (Pared)	P04.a		Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores mínimos)	149,0	42,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	
Elemento F4 (Pared)	P28.a		YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	

Recinto Receptor									
Tipo de Recinto	Protegido	Volumen V_r (m ³)		37,24					
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{e,A}$			
Elemento f1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm	372,0	55,0	S.1.n	AC + M 50 + AR EEPS 20	4		

©Jose Javier González-Outón Coca

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (68)

EXTRACCIÓN GARAJE – SALÓN (III)

$D_{t,A}$	Requisito CTE
53	55 NO CUMPLE

POSIBLES SOLUCIONES

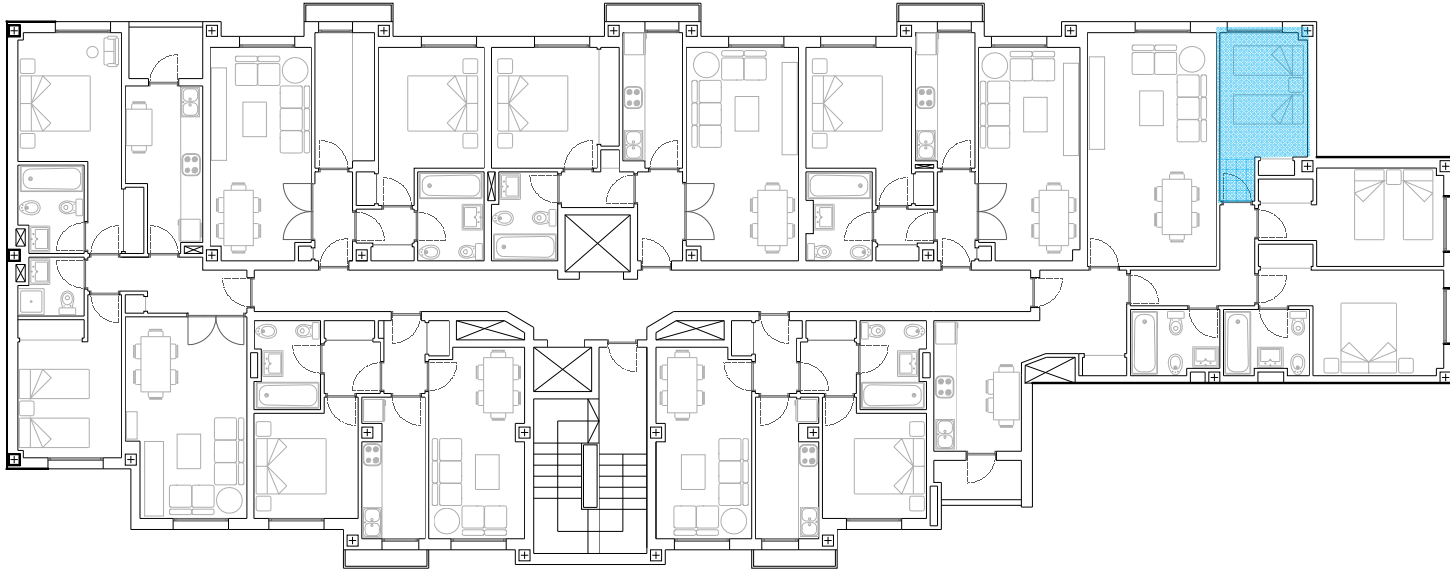
1. Poner bandas elásticas en la citara (hay que buscar los datos de un fabricante)
2. Poner 1 pie LP + trasdosado (es una barbaridad)
3. Poner el trasdosado con panel sandwich de PYL + amortiguador (hace falta datos de fabricante)
4. Cualquier otra que se nos ocurra.

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

RECINTO PROTEGIDO PLANTA PRIMERA – RECINTO ACTIVIDADES PLANTA BAJA



Máximas exigencias en local receptor protegido.
Lo más desfavorable es receptor de poco volumen. Buscamos dormitorio pequeño.
Local en planta baja sin uso definido.

©Jose Javier González-Outón Coca

estudio 15
consultoría acústica

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

RECINTO PROTEGIDO PLANTA PRIMERA – RECINTO ACTIVIDADES PLANTA BAJA (II)

RECOMENDACIONES:

1. Enlucir forjado de la planta baja.
2. Aislar la red colgada y demás instalaciones.
3. Indicar en proyecto que el uso no está definido para que cuando se produzca la adecuación se apliquen los aislamientos necesarios en el emisor.

COMENTARIOS:

1. Teóricamente el ayuntamiento no puede conceder licencia de actividad si no cumple los requisitos acústicos.
2. El Ayuntamiento exigirá un proyecto y un ensayo acústico para verificar el cumplimiento de la Normas de Prevención Acústica y del CTE, conforme al Decreto 326/2003 de la Junta de Andalucía.
3. Los requisitos son diferentes según el uso del local.

©Jose Javier González-Outón Coca

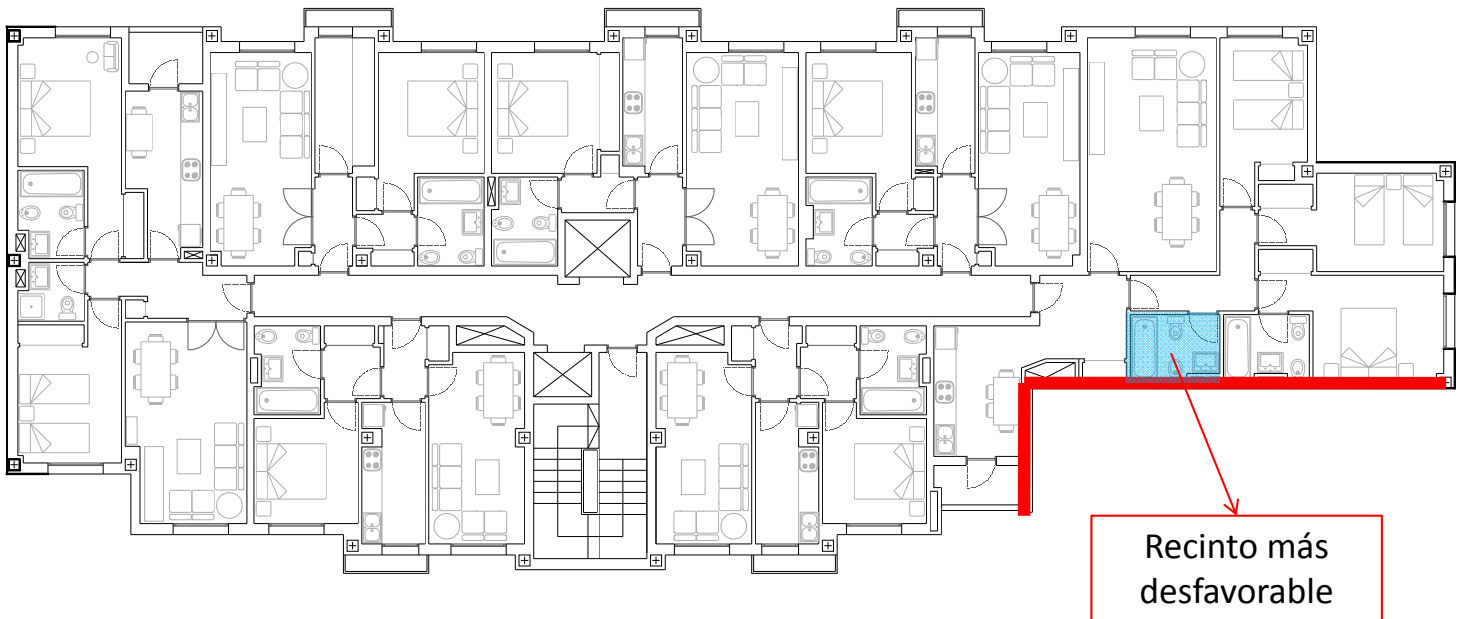


EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (73)


Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

AISLAMIENTO DE LAS MEDIANERAS

c) En los *recintos habitables y recintos protegidos* colindantes con otros edificios:
 El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{2m,nT,Atr}$) de cada uno de los *cerramientos* de una *medianería* entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.



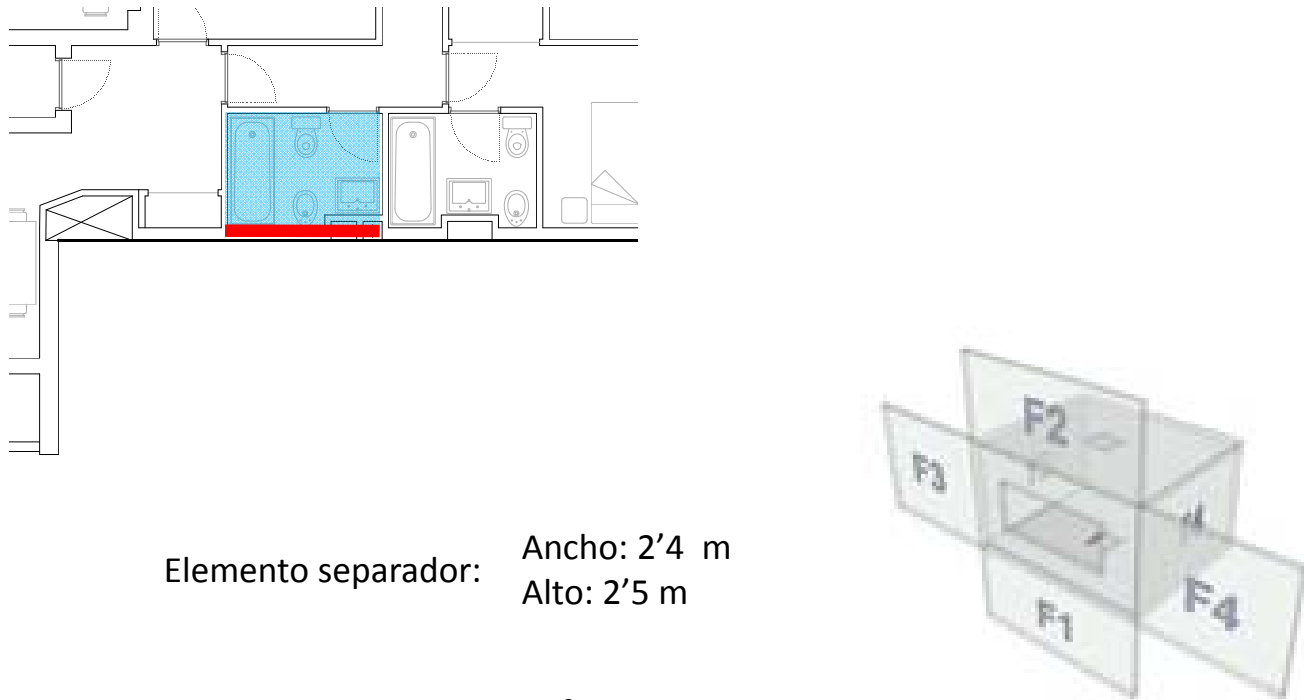
©Jose Javier González-Outón Coca



EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (73)

Introducción
Aislam. Fachadas
Unidades de uso diferentes
Otros casos

AISLAMIENTO DE LA MEDIANERA MÁS DESFAVORABLE



Elemento separador: Ancho: 2'4 m
Alto: 2'5 m

Volumen receptor: 10'5 m³

©Jose Javier González-Outón Coca

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (73)

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

AISLAMIENTO DE LA MEDIANERA MÁS DESFAVORABLE (II)

Documento Básico HR Protección frente al ruido

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de fachada directa

Ancho l_f (m)	4,5	Alto l_f (m)	2,5	Superficie S_f (m ²)	11,25
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Forma de la fachada
F3.4.a	RE + LP 115 + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)	157,0	58,0	FF 1	Plano de Fachada
					α_w
					0
					h_{int}
					0
					ΔL_{f_1}
					0
					REF
					R.0.0
					Revestimiento Interior
					Sin Revestimiento
					$\Delta R_{e,A}$
					0
REF	S_v (m ²)	Ventana	$R_{v,A}$	$C_{v,A}$	Transmisión Aérea Directa I $D_{nT,A}$
V.00	3	Sin Ventana	0	0	0
					(aireadores con tratamiento acústico...)
					0
					(aireadores sin tratamiento acústico)
					0
					(techos suspendidos, conductos, pasillos...)
					Transmisión Aérea Indirecta $D_{nT,A}$
					0
					L_e (dBA)
					60
					Tipo de Ruido
					Automóviles
					$D_{2m,at,dir}$
					34
					Requisito CTE
					30
					CUMPLE

Recinto Receptor

Tipo de Recinto	Residencial y sanitario Dormitorios	Volumen V_r (m ³)	10,5
REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$
	Elemento f1 (Suelo)	Fo.U.5	U_BH 300 mm
			372,0
			55,0
			S.1.n
			Revestimiento
			AC + M 50 + AR EEPS 20
			4
			4,5
			Elemento f2 (Techo)
			Fo.U.5
			U_BH 300 mm
			372,0
			55,0
			T.1.c
			YL 15 + AT MW 50 + C [100-300]
			5
			4,5
			Elemento f3 (Pared)
			P04.b
			Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)
			161,0
			44,0
			TR.1.c
			YL 15 + MW 40 + SP
			11
			2,5
			Elemento f4 (Pared)
			P04.b
			Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)
			161,0
			44,0
			TR.1.c
			YL 15 + MW 40 + SP
			11
			2,5

No cumple el primer requisito

©Jose Javier González-Outón Coca

EJEMPLO DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE (74)

Introducción Aislam. Fachadas Unidades de uso diferentes Otros casos

AISLAMIENTO DEL CONJUNTO DE 2 CERRAMIENTOS. APROXIMACIÓN

EMISOR

RECEPTOR

SECCIÓN

HIPÓTESIS:

1. No hay transmisión por flancos una vez que el sonido ha llegado al centro de la medianera.
2. El aislamiento entre el emisor y el exterior es de 34dBA

Una aproximación es:
$$D_{nT,A(2med)} = 1.4 \cdot R_A + 10 \cdot \lg \left(\frac{0.32V}{S_s} \right)$$

Por tanto el aislamiento del conjunto se puede aproximar a 53dBA

©Jose Javier González-Outón Coca