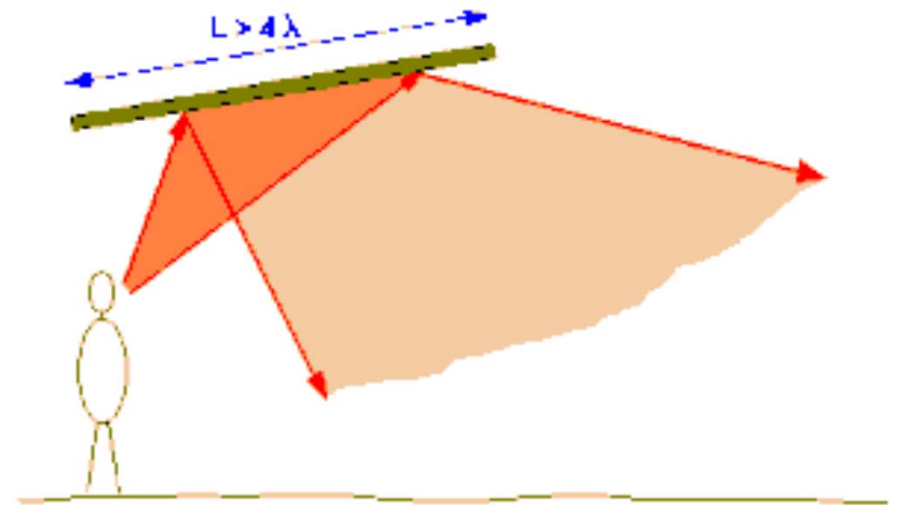
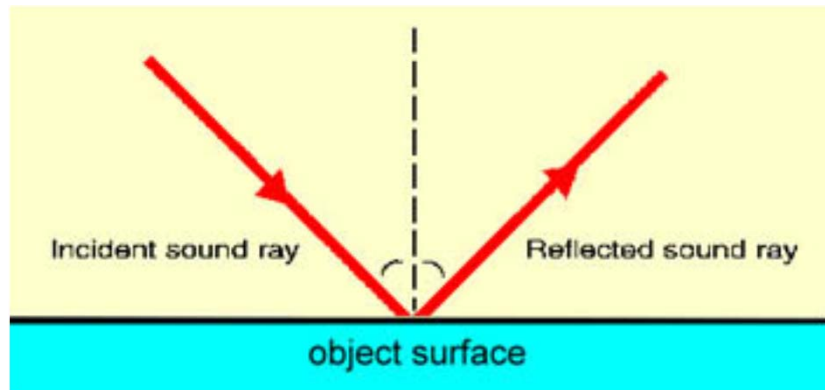


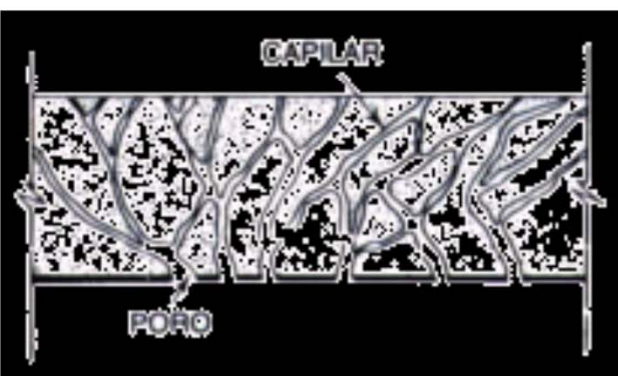
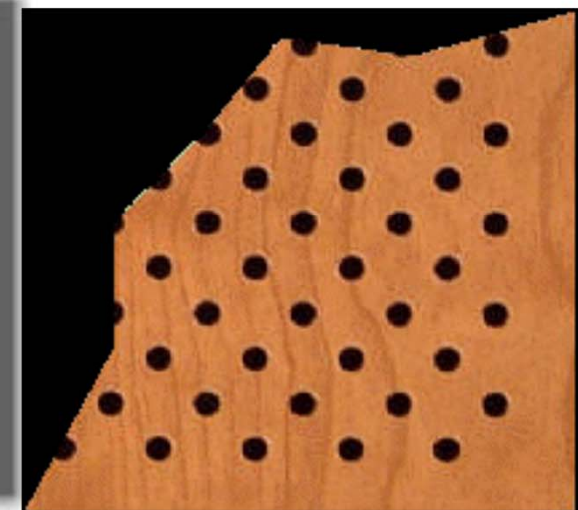
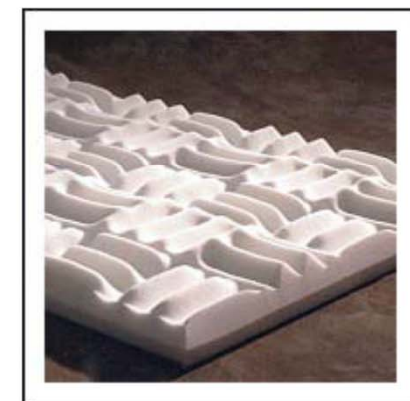
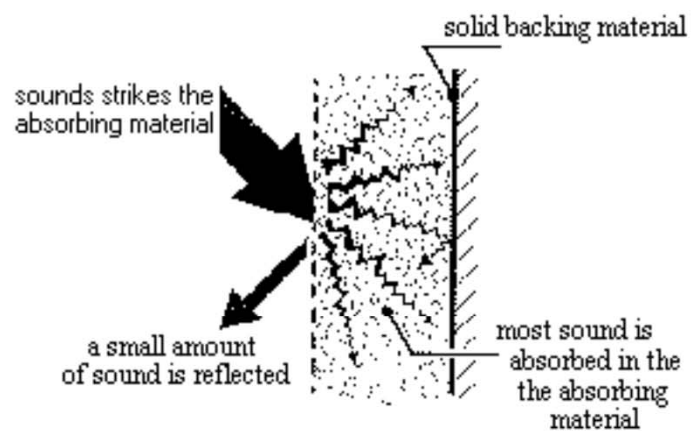
# CONCEPTOS

# REFLEXIÓN

Cuando un frente de onda incide en una superficie se refleja siguiendo un ángulo de reflexión igual al de incidencia. La cantidad de energía que se refleja viene dada por el coeficiente de absorción del material donde incide.

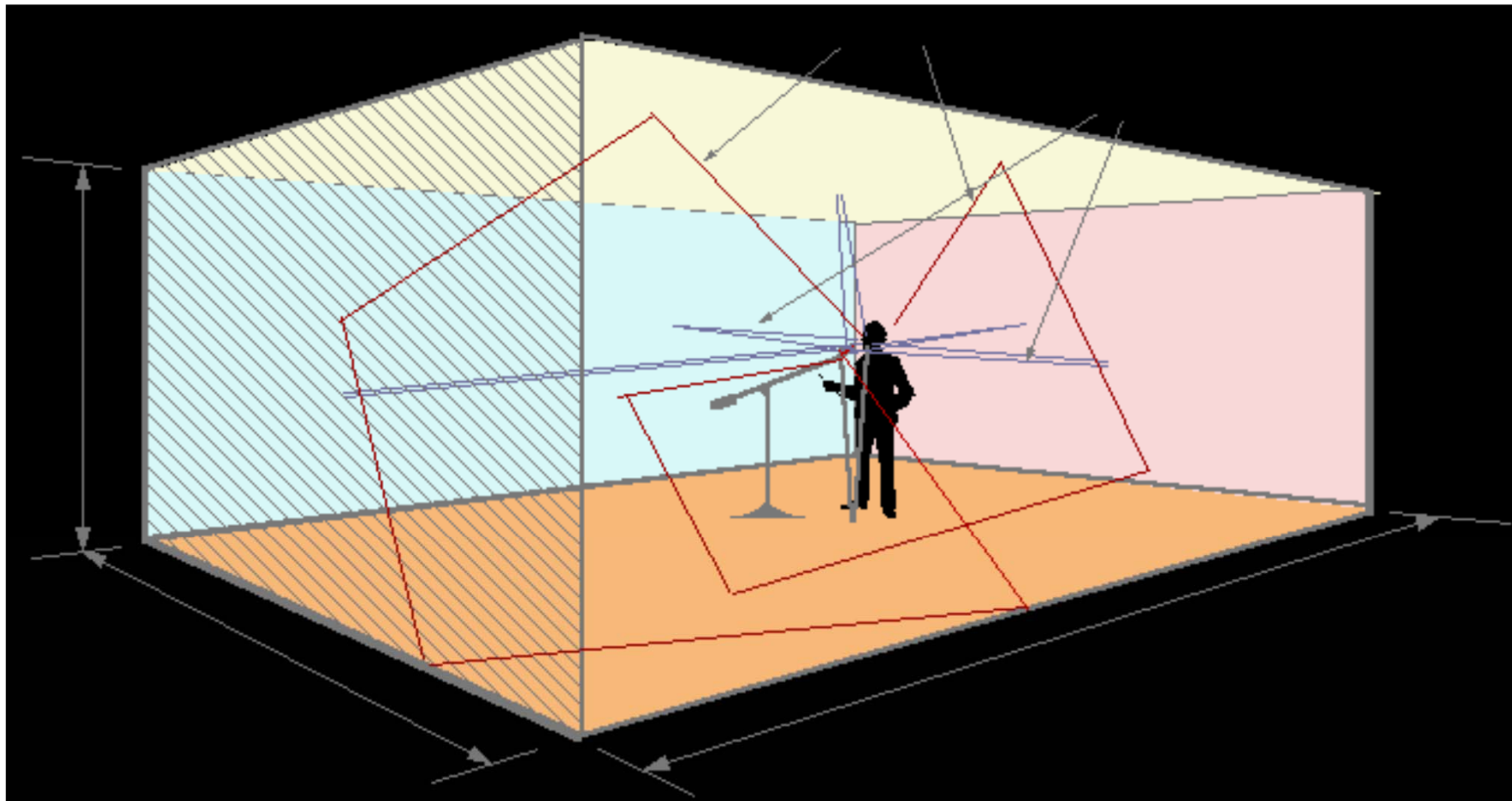


# ABSORCIÓN



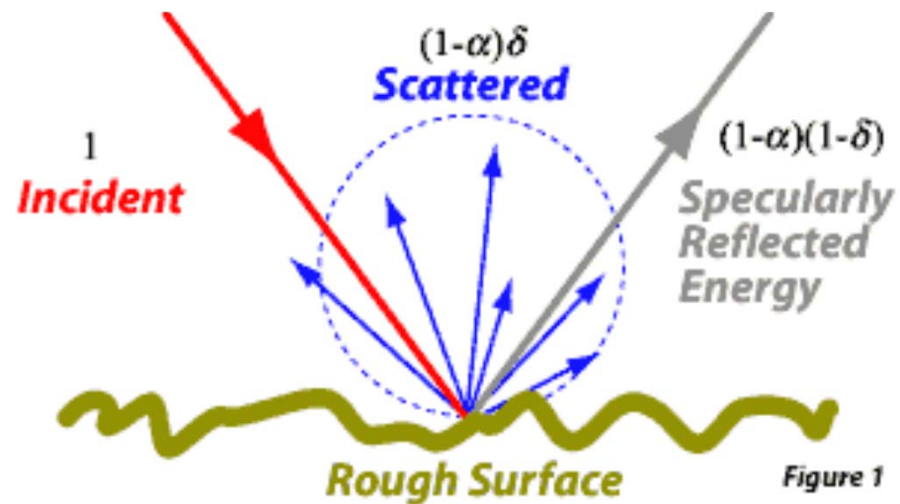
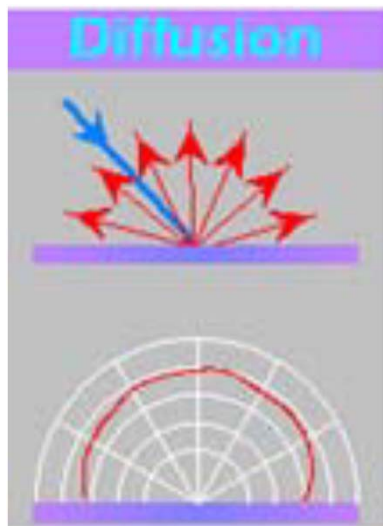
**REFLEXIÓN + ABSORCIÓN**

**REVERBERACIÓN**



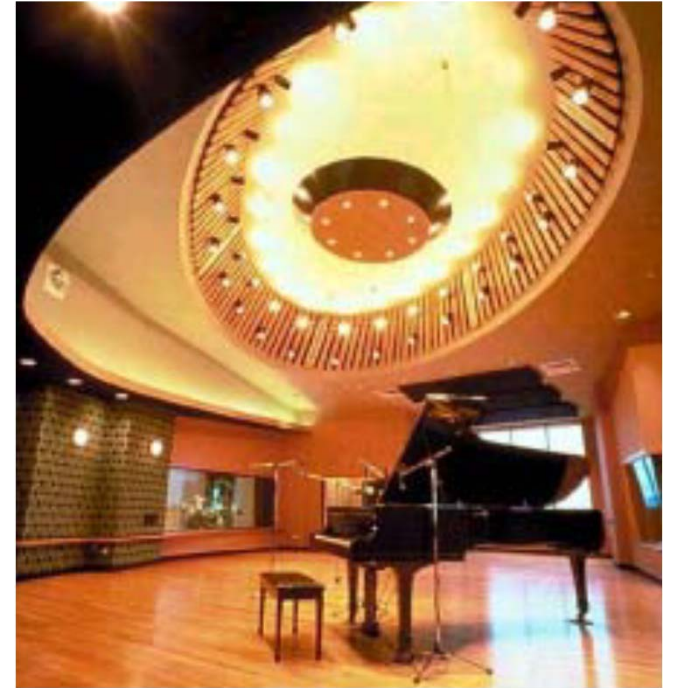
# DIFUSIÓN

Si la superficie donde se produce la reflexión presenta alguna rugosidad, la onda reflejada no solo sigue una dirección sino que se descompone en múltiples ondas.



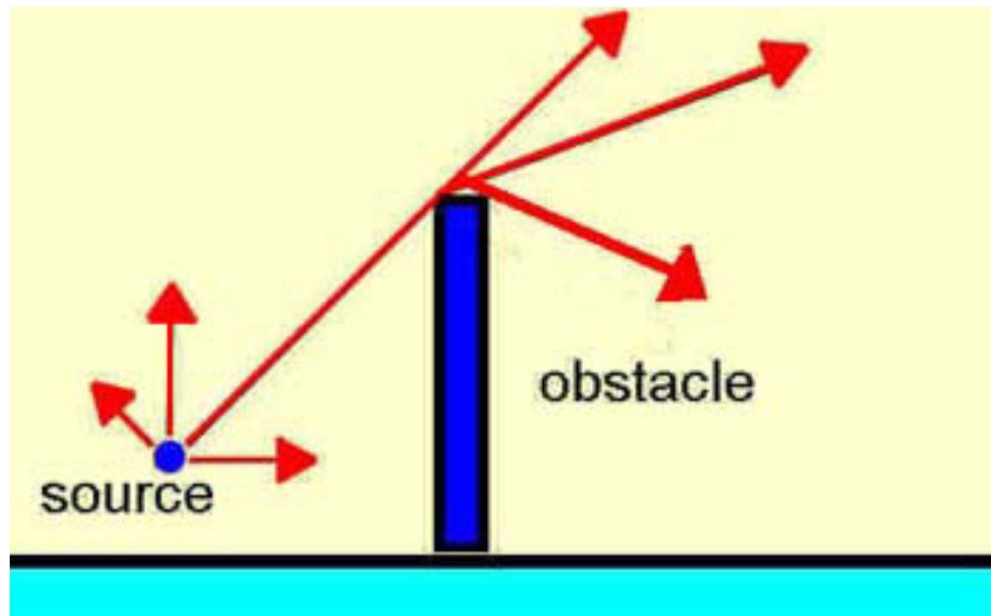


# DIFUSIÓN



# DIFRACCIÓN

Cuando una onda acústica se encuentra con un obstáculo de dimensiones menores a su longitud de onda ( $\lambda$ ), esta es capaz de rodearlo atravesándolo.



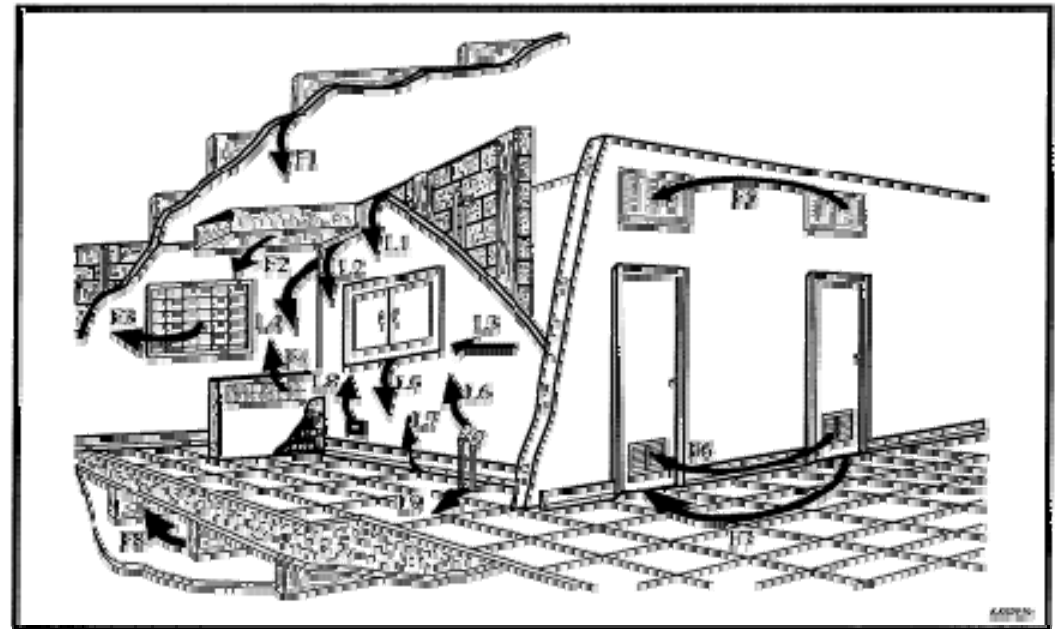
# AISLAMIENTO

## Ruidos transmitidos por vía aérea:

- A través del cerramiento separativo
- A través de las aberturas y grietas en las paredes
- A través de los conductos de ventilación.

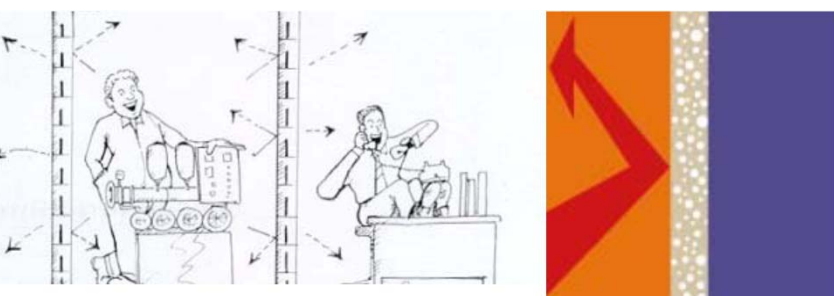
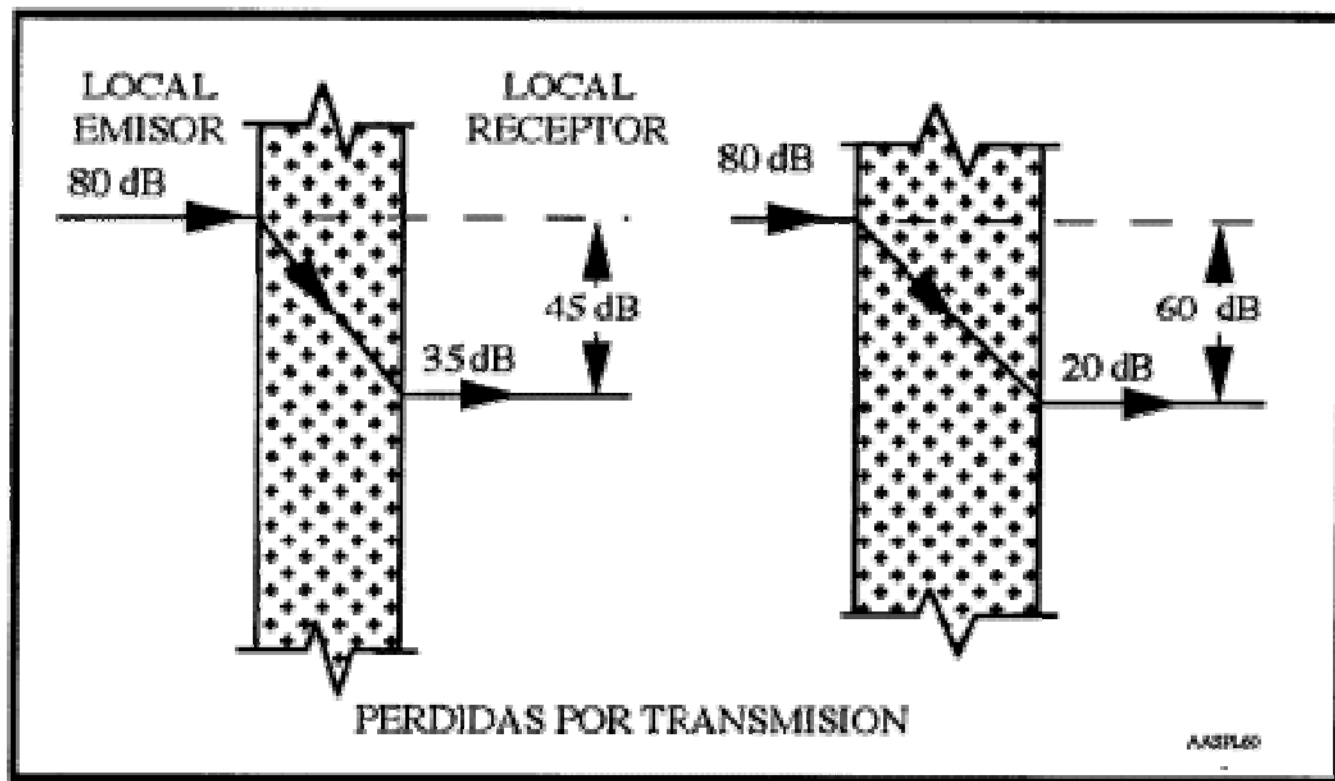
## Ruidos transmitidos por vía sólida:

- Vibraciones de los cerramientos.
- Impactos.
- Vibraciones de maquinarias.



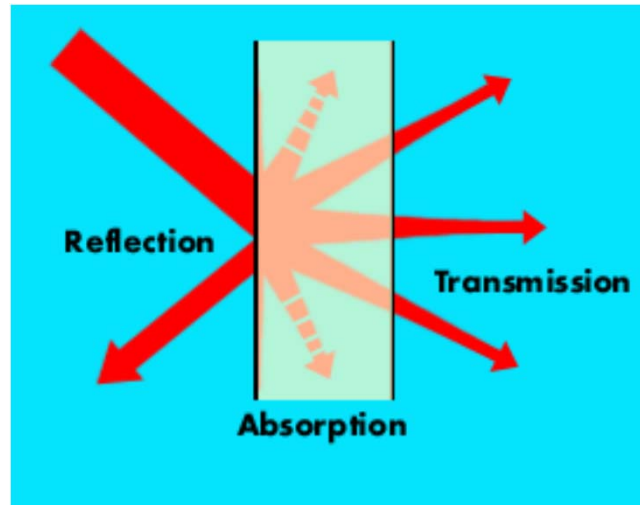


# AISLAMIENTO RUIDOS AÉREOS

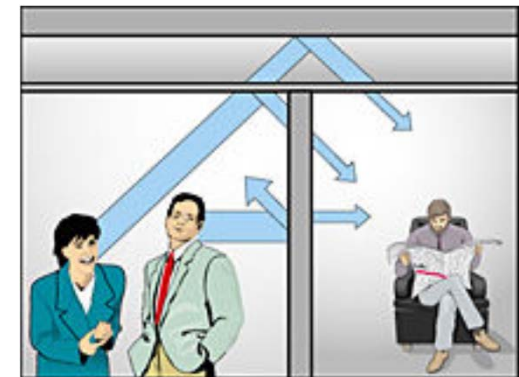


# ABSORCIÓN ≠ AISLAMIENTO

Acondicionamiento  
acústico



Aislamiento  
acústico



# PARÁMETROS

# AISLACIÓN CERRAMIENTOS RUIDOS AÉREOS

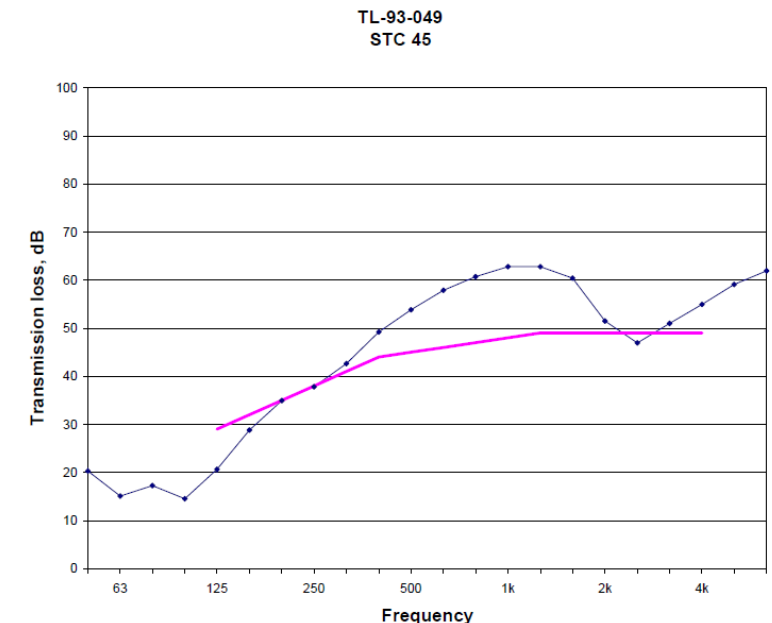
**ÍNDICE DE REDUCCIÓN SONORA (R)** : Diferencia entre el nivel sonoro incidente en una cara y el transmitido por la otra, medido en un laboratorio, sin transmisiones indirectas.

**ÍNDICE DE REDUCCIÓN SONORA APARENTE (R')** : Diferencia entre el nivel sonoro incidente en una cara y el transmitido por la otra incluyendo las transmisiones indirectas.

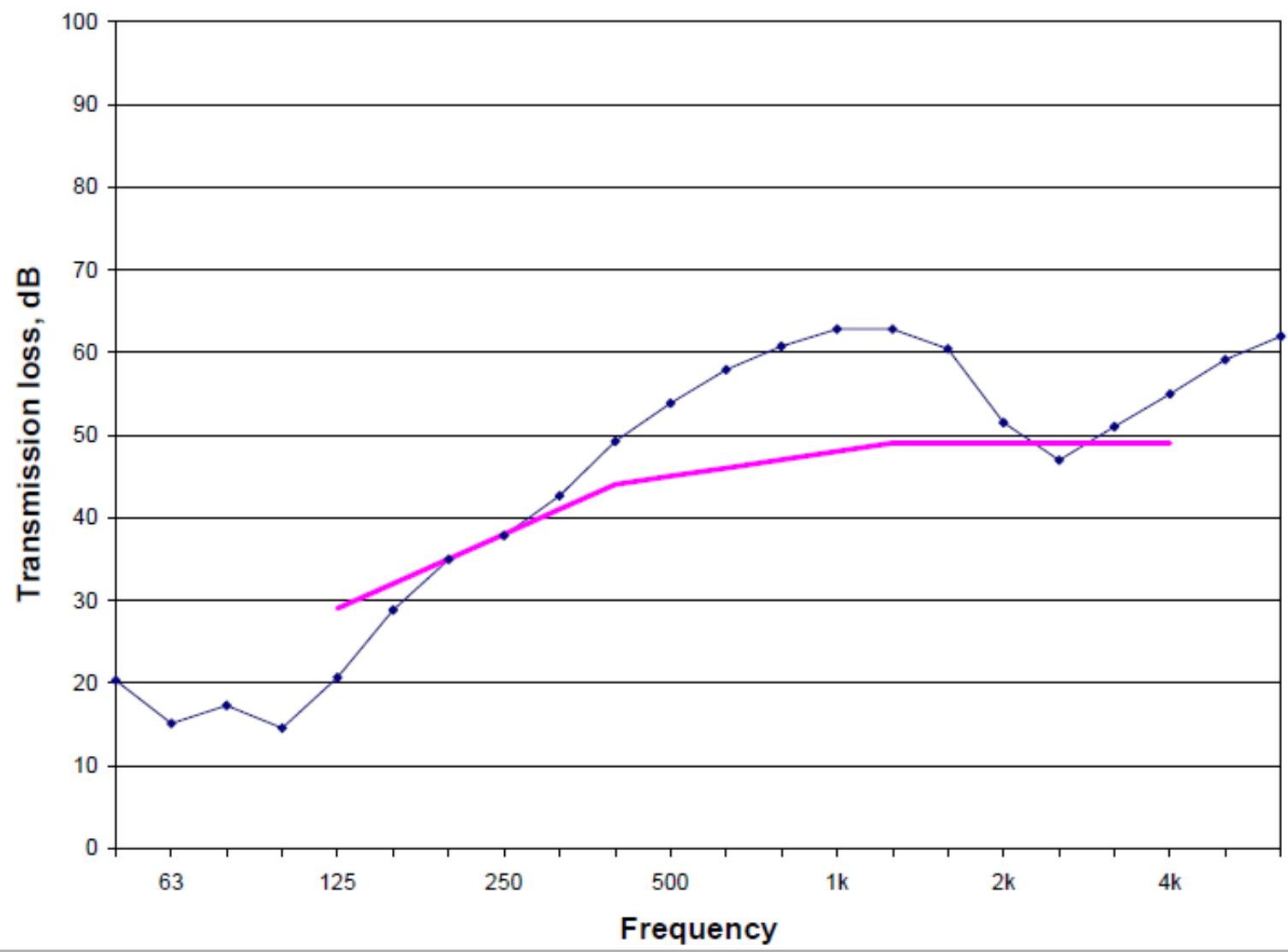
**DIFERENCIA DE NIVELES BRUTA (D)**: Diferencia entre el nivel sonoro en el local donde se halla la fuente de ruido y el nivel sonoro transmitido al local receptor.

**ÍNDICE DE REDUCCIÓN SONORA COMPENSADO (R<sub>w</sub>)** : Caracterización del desempeño aislante -para ruidos aéreos- de un cerramiento mediante un número único, obtenido (según normas ISO) referenciando con una curva patrón la gráfica de su **R**, en bandas de tercio de octava, en el rango 100 a 3150 Hz.

En los EE.UU. se utiliza el **STC**, obtenido de igual forma pero abarcando el rango 125 a 4000 Hz.



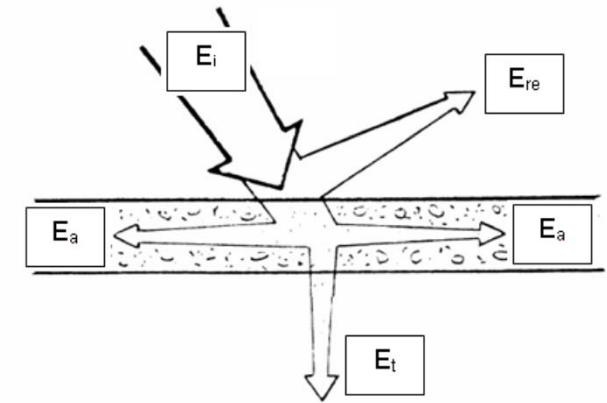
TL-93-049  
STC 45





# ABSORCIÓN MATERIALES

**COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ( $\alpha$ )** : Es la relación entre la energía absorbida por un material respecto a la energía que ha incidido en él.



**NOISE REDUCTION CLASS (NRC)**: Expresa la absorción de un material a partir de un único valor. Es utilizado generalmente en países norteamericanos. El valor global se obtiene como media aritmética de los coeficientes desde 250 hasta 2KHz:

$$NRC = (\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}) / 4$$

**COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA PONDERADO ( $\alpha_w$ )** : Valor único independiente de la frecuencia, igual al valor de la curva de referencia a 500Hz después de desplazarla según indicaciones de norma **UNE EN ISO 11654**

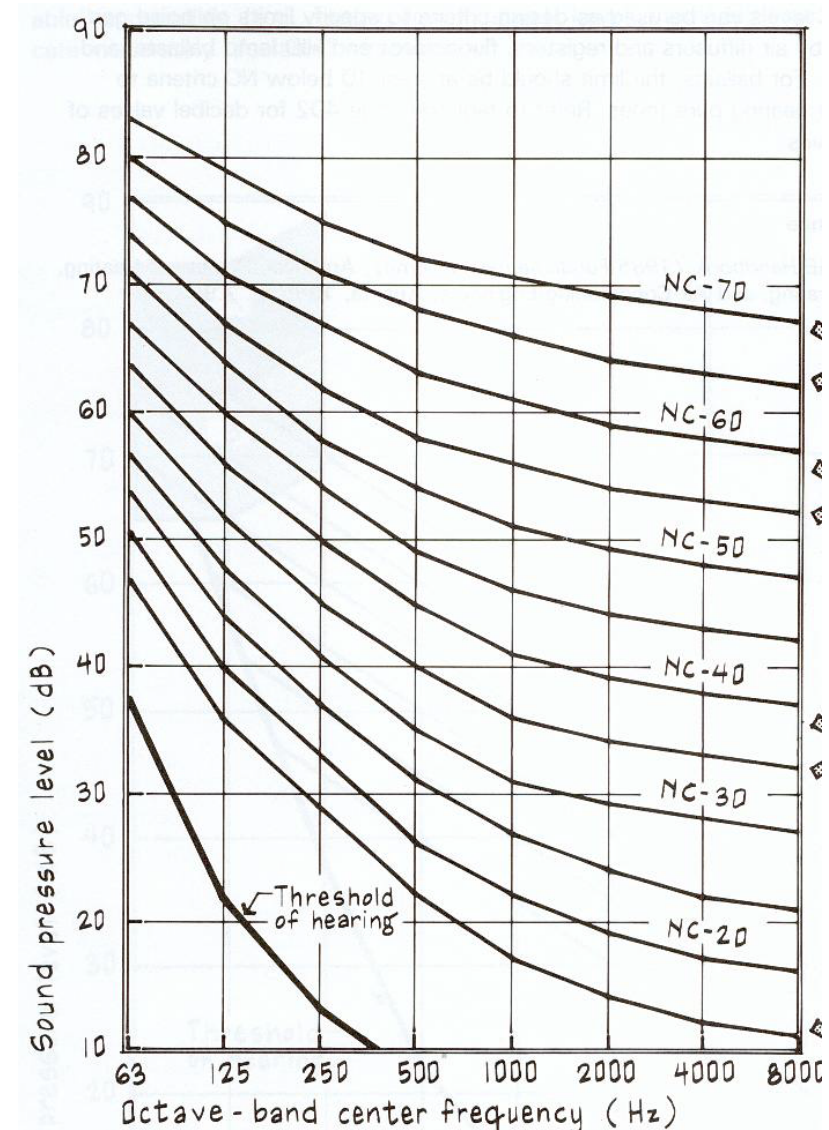
Es peligroso tratar sólo con valores globales, puesto que se pierde la información frecuencial. Siempre es recomendable tener o exigir las características completas.

# RUIDO DE FONDO EN LOCALES

Nivel sonoro máximo admisible para que no exista interferencia con la actividad:

Recomendaciones de ruido de fondo:

TIPO DE SALA	CURVA NC RECOMENDADA
Auditorios	NC 15-20
Sala de conferencias / Aula	NC 20-25-30
Biblioteca	NC 30-35
Restaurantes	NC 35-40
Cafeterías	NC 40-45
Polideportivo	NC 40-50



TIPOS DE RECINTOS	CURVA NC RECOMENDADA	EQUIVALENCIA EN dBA
Estudios de grabación	15	28
Salas de conciertos y teatros	15-25	28-38
Hoteles (habitaciones individuales)	20-30	33-42
Salas de conferencias / Aulas	20-30	33-42
Despachos de oficinas / Bibliotecas	30-35	42-46
Hoteles (vestibulos y pasillos)	35-40	46-50
Restaurantes	35-40	46-50
Salas de ordenadores	35-45	46-55
Cafeterías	40-45	50-55
Polideportivos	40-50	50-60
Talleres (maquinaria ligera)	45-55	55-65
Talleres (maquinaria pesada)	50-65	60-75

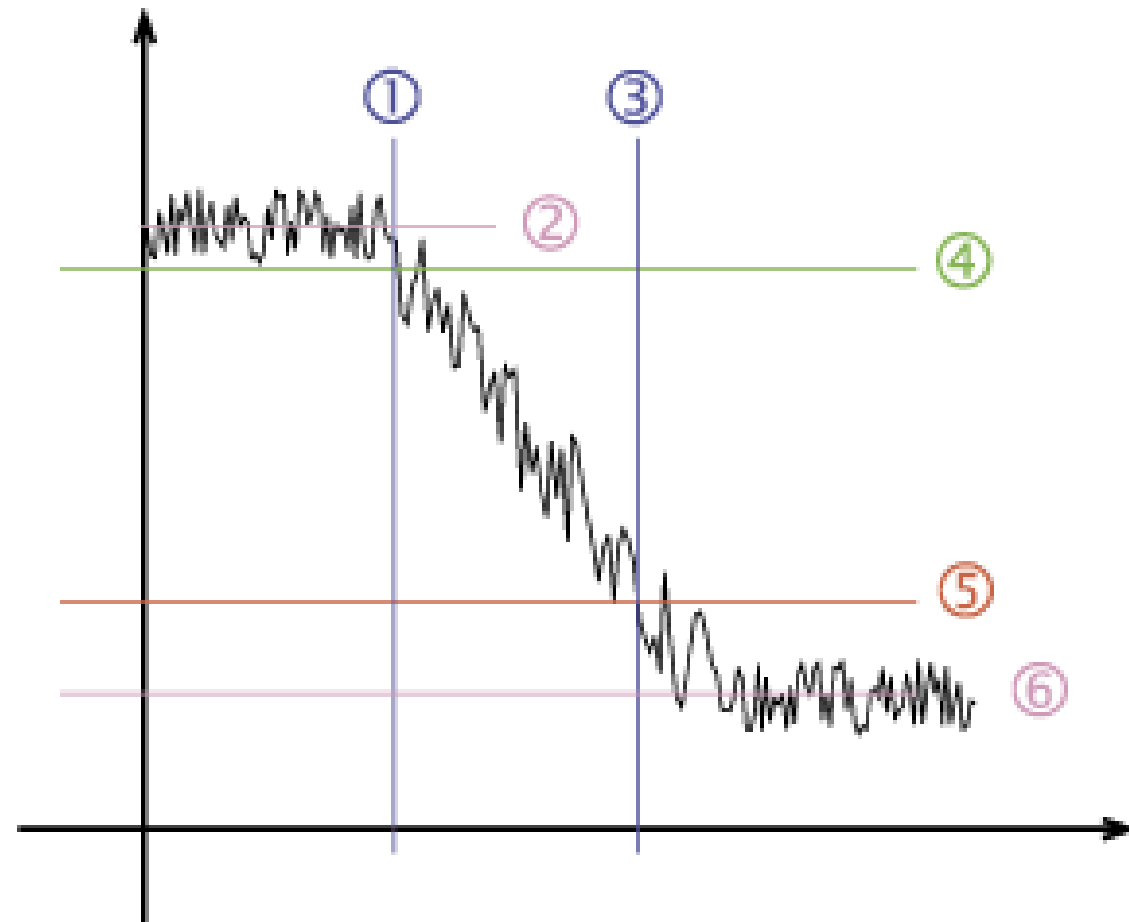
# REVERBERACIÓN LOCALES

## TIEMPO DE REVERBEACIÓN:

Tiempo en que el nivel sonoro percibido por el receptor, en una banda de frecuencias dada, decrece 60 dB luego del cese de emisión de la fuente sonora.

Fórmula de Sabine:

$$TR_{60} = T_{60} = 0,16 \cdot V/A$$



TIPO DE SALA	$RT_{mid}$ , SALA OCUPADA (EN s)
Sala de conferencias	0,7 – 1,0
Cine	1,0 – 1,2
Sala polivalente	1,2 – 1,5
Teatro de ópera	1,2 – 1,5
Sala de conciertos (música de cámara)	1,3 – 1,7
Sala de conciertos (música sinfónica)	1,8 – 2,0
Iglesia/catedral (órgano y canto coral)	2,0 – 3,0
Locutorio de radio	0,2 – 0,4

Tabla 1.5 Márgenes de valores recomendados de  $RT_{mid}$  en función del tipo de sala (recintos ocupados)



# OBJETIVOS

# OBJETIVOS ACÚSTICOS DEL PROYECTO

Niveles sonoros aceptables:

Confort acústico. Daño auditivo

Acondicionamiento interior:

Reverberación, difusión, reflexión, control de anomalías  
(eco, coloraciones)

Vecinos – Medio ambiente

# NORMAS

# **NORMAS DE REFERENCIA: PARÁMETROS DE CONFORT**

- Nacionales: Exigencias para vivienda del MVOTMA, apartado 2 MTOP
- Departamentales (paredes separativas, nivel de inmisión máximo admisible), exteriores (ZONAS)
- Internacionales (ISO, ASTM, UNE EN)
- Ocupacionales (BSE)
- Específicas del programa (HOTELES)

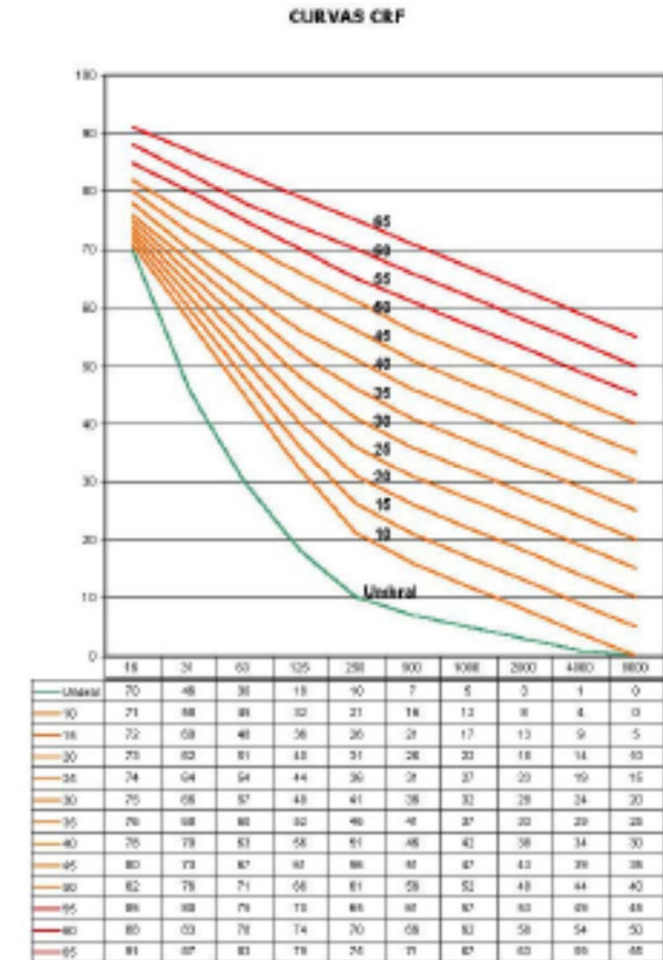
TABLA A2.1.1

CRITERIOS DE RUIDO DE FONDO RECOMENDADO EN FUNCIÓN DEL USO DEL ESPACIO

USO DEL ESPACIO		ESPACIOS DESOCUPADOS; INSTALACIONES FUNCIONANDO	
		A preferir: Curvas CRF	Nivel global $L_A$ (dB(A))
Vivienda	Casas	25-35	33-43
	Apartamentos en edificios colectivos	30-35	38-43
	Habitaciones en hoteles y moteles	25-35	33-43
	Salas de reunión y banquetes en hoteles	30-35	38-43
Oficinas	Oficinas ejecutivas de alto nivel	25-30	33-38
	Oficinas privadas	25-35	33-43
	Salas de tele conferencia	20-25	28-33
	Oficinas en planta abierta	30-40	38-48
	Espacios para el público y circulaciones	40-45	48-53
	Salas de conferencia	25-35	33-43
	Juzgados y audiencias (sin amplificación)	25-35	33-43
Juzgados y audiencias (con amplificación)	30-40	38-48	
Hospitales y Clínicas	Salas privadas de internación	25-35	33-43
	Salas colectivas de internación	30-40	38-48
	Consultorios; Salas de operación	25-35	33-43
	Áreas de público; corredores	30-40	38-48
Laboratorios (con campana de humos)	Investigación y ensayo (uso mínimo de comunicación oral)	45-55	53-63
	Investigación (uso intenso de teléfono y conversación)	40-50	48-58
	Enseñanza de grupos	35-45	43-53
Templos	Espacios de reunión y oración	25-35	33-43
Enseñanza	Salones de clase (área menor que 70 m <sup>2</sup> )	35-40	43-48
	Salones de clase (área mayor que 70 m <sup>2</sup> )	30-35	38-43
	Anfiteatros (sin amplificación)	30-35	38-43
	Bibliotecas	30-40	38-48
	Gimnasios; Piscinas	40-50	48-58
	Auditorios grandes con voz amplificada	45-55	53-63

	Salas de teatro	15-25	23-33
Actividades Culturales y Artísticas	Salas de concierto (ver consultante)	10-15	18-23
	Enseñanza de música	15-25	23-33
	Práctica musical	25-35	33-43
	Estudios de radio y grabación (ver consultante)	10-20	18-28
	Estudios de televisión	20-25	28-33
Comedores	Restoranes	35-45	43-53
	Cafeterías	40-45	48-53

GRÁFICO A2. 1.1



M.T.O.P. - D.N.A.

Memoria Constructiva General para Edificios Públicos - Apartados de consulta



CUADRO A2.1.2.a

AISLAMIENTO DE RUIDOS AÉREOS EXIGIBLE EN PAREDES Y PISOS  
 EXPRESADO POR VALORES MÍNIMOS DE  $r_w$

TIPO DE EDIFICIO	PARTICIONES SEPARATIVAS DE LOS SIGUIENTES LOCALES:	MINIMO $R_w$ (DB)
VIVIENDAS	ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE DEPARTAMENTOS DISTINTOS, EN EL MISMO EDIFICIO	51
	ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE DEPARTAMENTOS O CASAS, EN EDIFICIOS CONTIGUOS	52
	ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE LA VIVIENDA Y ÁREAS DE USO COMÚN (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	48
	PARTICIONES INTERIORES ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE LA VIVIENDA (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	32 – 37
	ENTRE HABITACIONES DE HOTEL, S/CATEGORÍA	45 – 48
OFICINAS ESTUDIOS CONSULTORIOS	ENTRE ESTOS LOCALES Y LOS EDIFICIOS CONTIGUOS	52
	ENTRE OFICINAS, ESTUDIOS O CONSULTORIOS INDEPENDIENTES, EN EL MISMO EDIFICIO	51
	PARTICIONES INTERIORES ENTRE OFICINAS Y CON ÁREAS DE PÚBLICO (SEGÚN LA PRIVACIDAD QUE SE REQUIERA)	VER# 2.3
EDUCACIONALES	ENTRE AULAS	45 – 48
	ENTRE AULAS Y SALAS DE MÚSICA O AUDITORIOS	52
	ENTRE AULAS Y ÁREAS DE USO COMÚN (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	40
	ENTRE AULAS DE MÚSICA Y LOCALES PRINCIPALES DE EDIFICIOS CONTIGUOS	56
SANATORIOS HOSPITALES	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN INDIVIDUALES	45 – 48
	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN INDIVIDUALES Y ÁREAS DE USO COMÚN (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	40
	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN INDIVIDUALES Y LOCALES RUIDOSOS	52
	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN COLECTIVAS Y ENTRE ÉSTAS Y ÁREAS DE USO COMÚN	35
	ENTRE CONSULTORIOS EN POLICLÍNICAS (SEGÚN PRIVACIDAD QUE SE REQUIERA)	40 – 48
CULTURALES	ENTRE SALAS DE AUDICIÓN Y/O ESPECTÁCULOS Y OTRAS ÁREAS	56

CUADRO A2.1.2.B

REQUERIMIENTO DE AISLAMIENTO DE RUIDOS DE IMPACTO EN  
 ENTREPISOS,  
 EXPRESADO POR EL NIVEL  $L_{i,w}$  MÁXIMO ACEPTABLE\*

Local donde se encuentra la Fuente de ruidos de impactos		Local receptor del ruido			
		Dormitorios	Estar, comedor, etc.	Cocina, baño, etc.	
I	Dormitorios	55	55	50	
II	Estar, comedor, locales de la familia	55	55	50	
III	Cocina, baño, corredores, etc.	55	55	50	
IV	Espacios de servicio, comunes a dos o más unidades de vivienda	Silenciosos en general: corredores, escaleras, depósitos	55	55	50
		Ruidosos en general: garajes, salas de máquinas, etc.	70	65	55

- Máximo aceptable cuando se mida con la máquina normalizada de impactos actuando.

**M.T.O.P. – D.N.A.**

Memoria Constructiva General para Edificios Públicos – Apartados de consulta

**CUADRO A2.1.2.C**

**REQUERIMIENTO DE AISLAMIENTO DE RUIDOS AEREOS**

SEGÚN GRADO DE PRIVACIDAD DESEADO EN OFICINAS, EXPRESADO POR EL  $R_w$  MÍNIMO DE LA PARTICIÓN SEPARATIVA \*

Tipo de Local (a privatizar)		Grado de privacidad	Local adyacente (receptor)		
			A	B	C
A	Sala de Conferencias amplia	confidencial	55	55	50
		buena	50	45	45
		aceptable	45	40	40
B	Sala de Conferencias pequeña, Oficina Ejecutiva	confidencial	55	50	50
		buena	50	45	45
		aceptable	45	40	40
C	Oficina privada	confidencial	50	50	45
		buena	45	45	40
		aceptable	40	40	35
D	Oficinas de planta abierta	confidencial	50	50	45
		buena	45	45	40
		aceptable	40	40	35

- Se presume que el ruido de fondo en el receptor es el típico para estos locales.

descripción del cerramiento	ESPESOR (MM)	Masa U. (K.G/M <sup>2</sup> )	$R_w$ (DB)
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 100, PINTADO	100	145	44
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 150, PINTADO	150	190	45
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 200, CON ARENA, PINTADO	200	250	53
MAMPOSTERÍA DE ½ LADRILLO, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	240	47
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO ENTERO, AMBAS CARAS REVOCADAS	259	440	54
MAMPOSTERÍA DE TICHOLLO 120, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	125	43
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO REJILLÓN 170, AMBAS CARAS REVOCADAS	200	250	52
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 100	100	260	49
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 150	150	220	48
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 150	150	365	55
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 200 + ALFOMBRADO GRUESO	214	280	50
HORMIGÓN ARMADO 150 + LOSA FLOTANTE DE HORMIGÓN 45	200	460	62
PLACAS DE YESO 13 MM EN AMBOS LADOS DE MONTANTES DE CHAPA 70 MM, SEPARADOS 400 MM	95	21	34
IDEM, MONTANTES CADA 600 MM Y LANA DE VIDRIO EN LA CÁMARA	95	22	45
IDEM ANTERIOR, PERO 2 PLACAS DE YESO 13 MM EN CADA LADO	120	44	53
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 4 MM, ESTANQUEIDAD USUAL	4	10	25
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 6 MM, SELLADA	6	15	31
DOBLE VENTANA EN MARCOS INDEPENDIENTES, 3 + 150 + 6 MM	159	24	47

**M.T.O.P. – D.N.A.**

Memoria Constructiva General para Edificios Públicos – Apartados de consulta

CUADRO A2.1.2.E

AISLAMIENTO DE RUIDOS DE IMPACTO EN ENTREPISOS

EXPRESADO POR VALORES DE LLW

DESCRIPCIÓN DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (MM)	MASA U. (KG/M <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (DB)
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 100, PINTADO	100	145	44
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 150, PINTADO	150	190	45
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 200, CON ARENA, PINTADO	200	250	53
MAMPOSTERÍA DE ½ LADRILLO, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	240	47
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO ENTERO, AMBAS CARAS REVOCADAS	259	440	54
MAMPOSTERÍA DE TICHOLO 120, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	125	43
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO REJILLÓN 170, AMBAS CARAS REVOCADAS	200	250	52
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 100	100	260	49
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 150	150	220	48
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 150	150	365	55
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 200 + ALFOMBRADO GRUESO	214	280	50
HORMIGÓN ARMADO 150 + LOSA FLOTANTE DE HORMIGÓN 45	200	460	62
PLACAS DE YESO 13 MM EN AMBOS LADOS DE MONTANTES DE CHAPA 70 MM, SEPARADOS 400 MM	95	21	34
IDEM, MONTANTES CADA 600 MM Y LANA DE VIDRIO EN LA CÁMARA	95	22	45
IDEM ANTERIOR, PERO 2 PLACAS DE YESO 13 MM EN CADA LADO	120	44	53
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 4 MM, ESTANQUEIDAD USUAL	4	10	25
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 6 MM, SELLADA	6	15	31
DOBLE VENTANA EN MARCOS INDEPENDIENTES, 3 + 150 + 6 MM	159	24	47

CUADRO A2.2.1.B

**INDICE DE REDUCCIÓN SONORA DE UNA PARTICIÓN SIMPLE**

(estimativo, según DIN 4109)<sub>t</sub>

Masa unitaria (kg/m <sup>2</sup> )	Índice R <sub>w</sub> (dB)	Masa unitaria (kg/m <sup>2</sup> )	Índice R <sub>w</sub> (dB)
85	34	230	46
90	35	250	47
95	36	270	48
105	37	295	49
115	38	320	50
125	39	350	51
135	40	380	52
150	41	410	53
160	42	450	54
175	43	490	55
190	44	530	56
210	45	580	57

**M.T.O.P. – D.N.A.**

Memoria Constructiva General para Edificios Públicos – Apartados de consulta

# DATOS

# **Identificación y valoración de fuentes sonoras:**

- nivel de emisión**
- horarios de generación**

- Propias: actividades humanas, equipos (acond térmico)
- Externas: tránsito, etc.

MEDICIONES – MAPA ACÚSTICO

# ANTEPROYECTO

Partido, distribución interna

Evitar generaciones elevadas cercanas a locales sensibles (vecinos)

Relación volumen / asiento

Relación ancho /alto en una sala

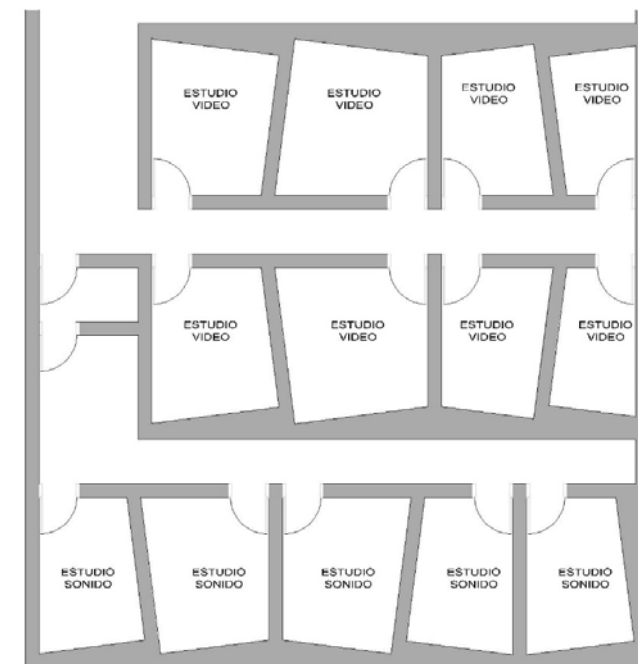
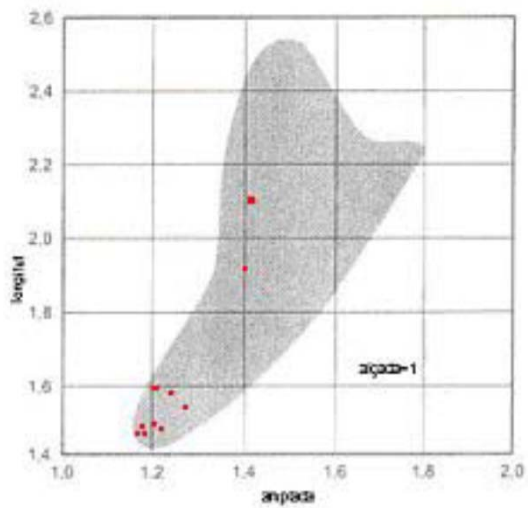
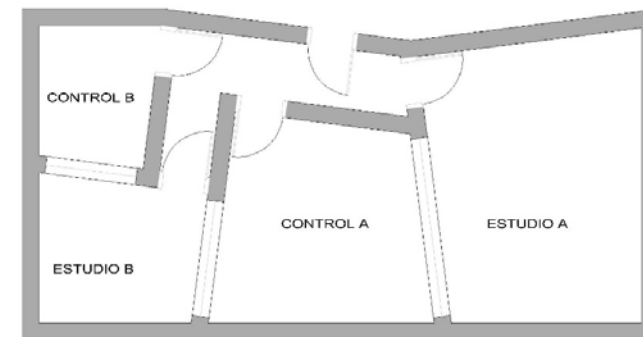
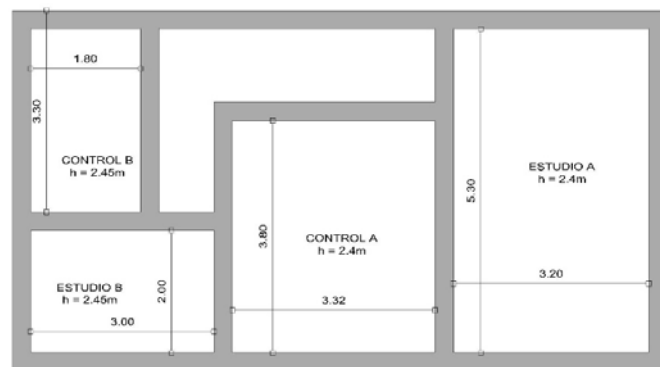
Formas



FORMAS



# FORMAS



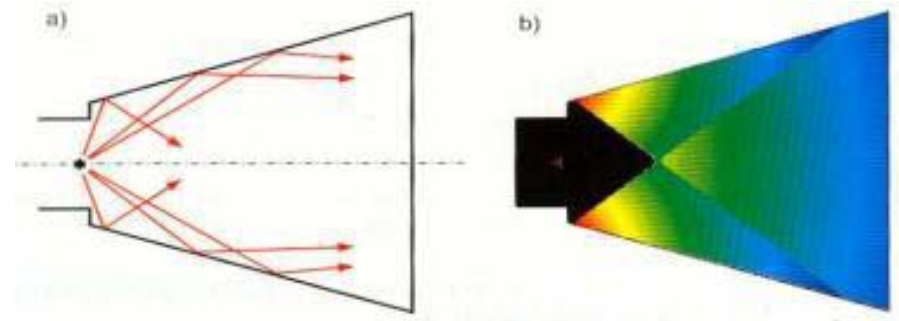


# FORMAS

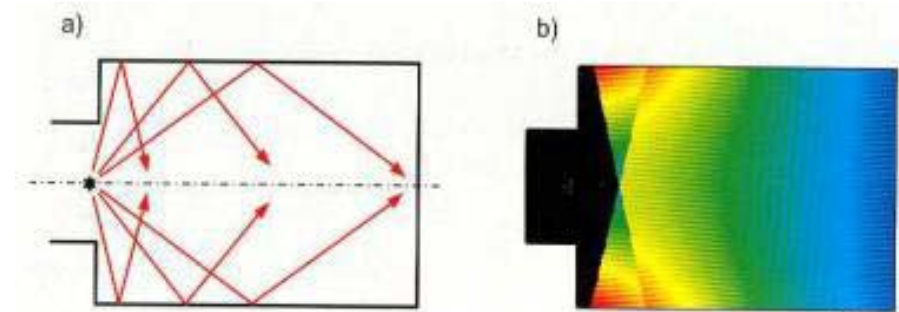


# FORMAS

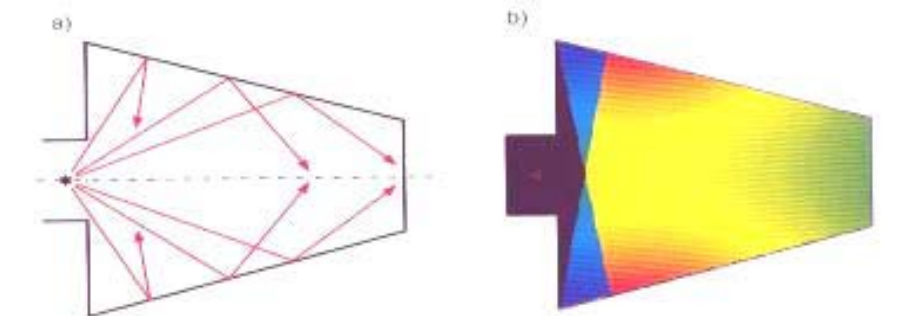
a) Sala en forma de abanico  
Ausencia primeras reflexiones laterales  
Buena capacidad espectadores



b) Sala de planta rectangular  
Funciona muy bien.  
Mejor EL (Eficiencia lateral)  
Sonoridad e impresión espacial buena

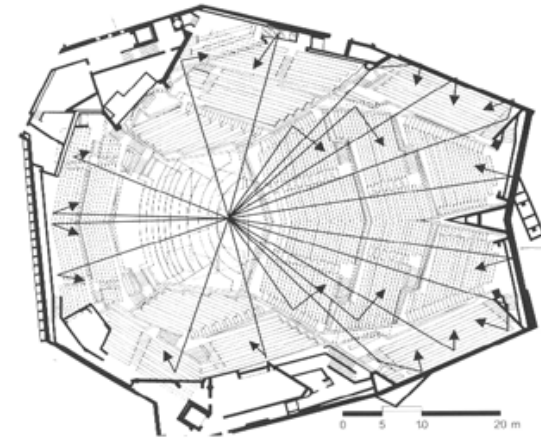


c) Sala en forma de abanico invertido  
Gran cantidad primeras reflexiones  
Problema lateral 1ª filas

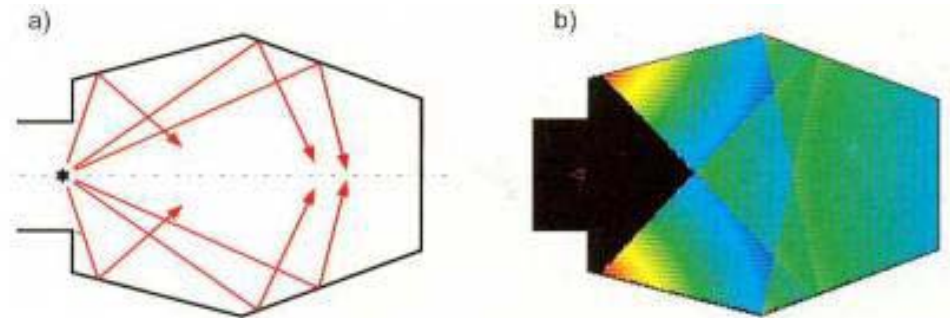


# FORMAS

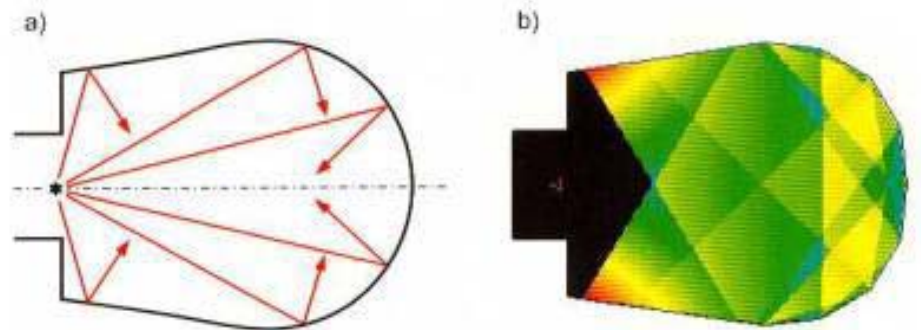
d) Sala central, con terrazas trapezoidales  
Difícil diseño para EL  
Buena impresión espacial  
Gran aforo



e) Salas en forma de hexágono alargado  
Mezcla: Abanico e abanico invertido  
Salas Polivalentes



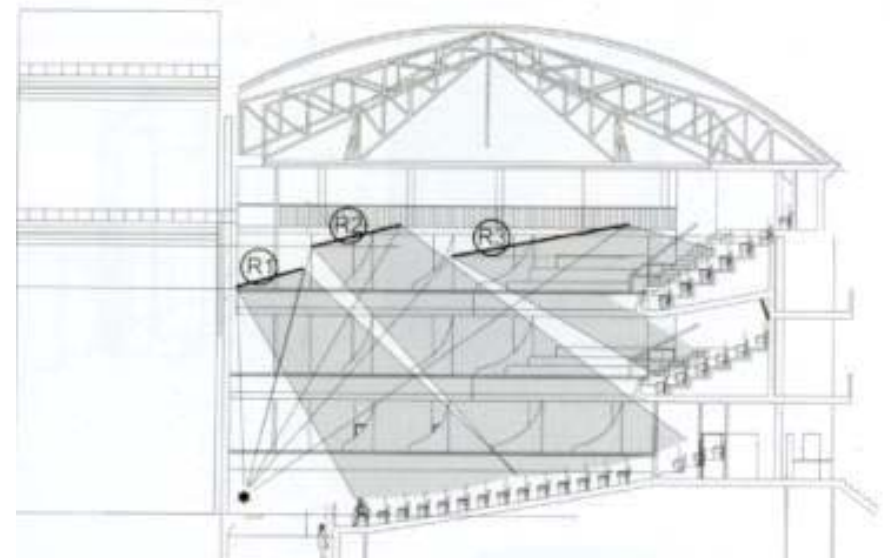
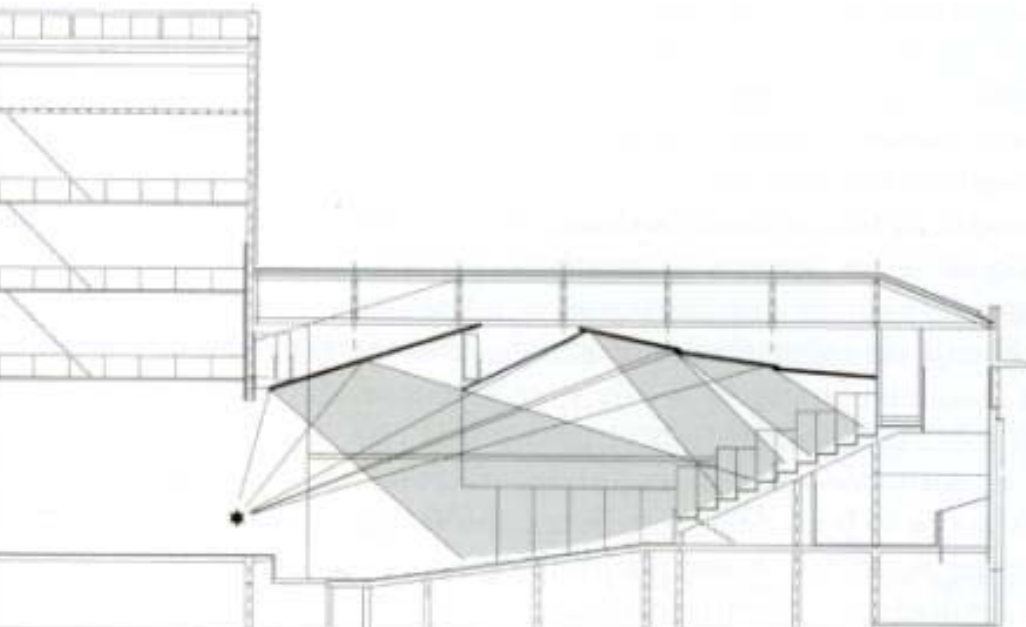
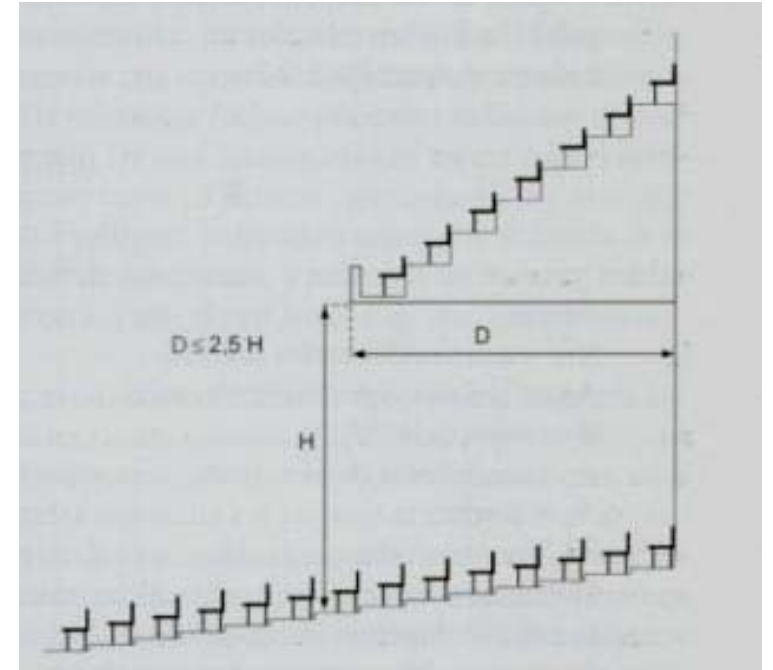
f) Salas en forma de herradura  
Baja EL  
Focalizaciones: concavidades  
Teatros y teatros ópera





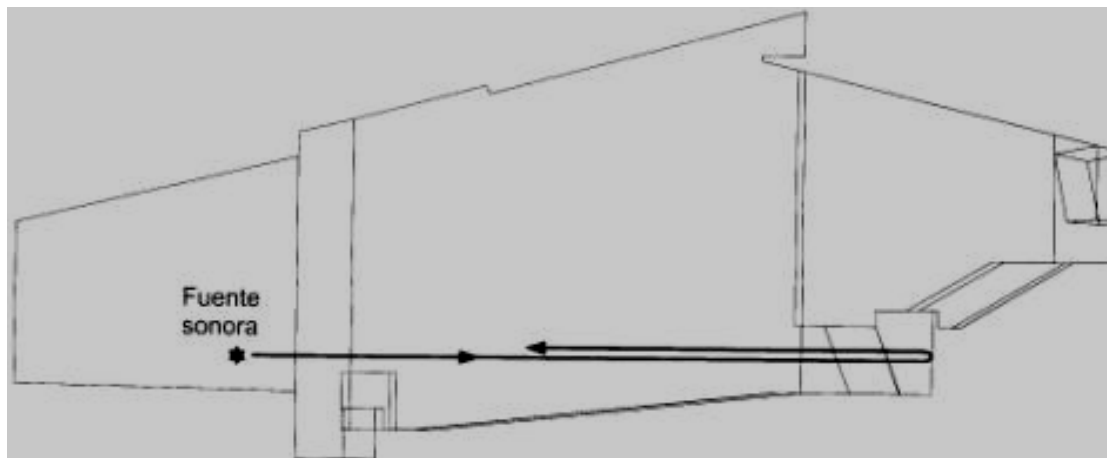
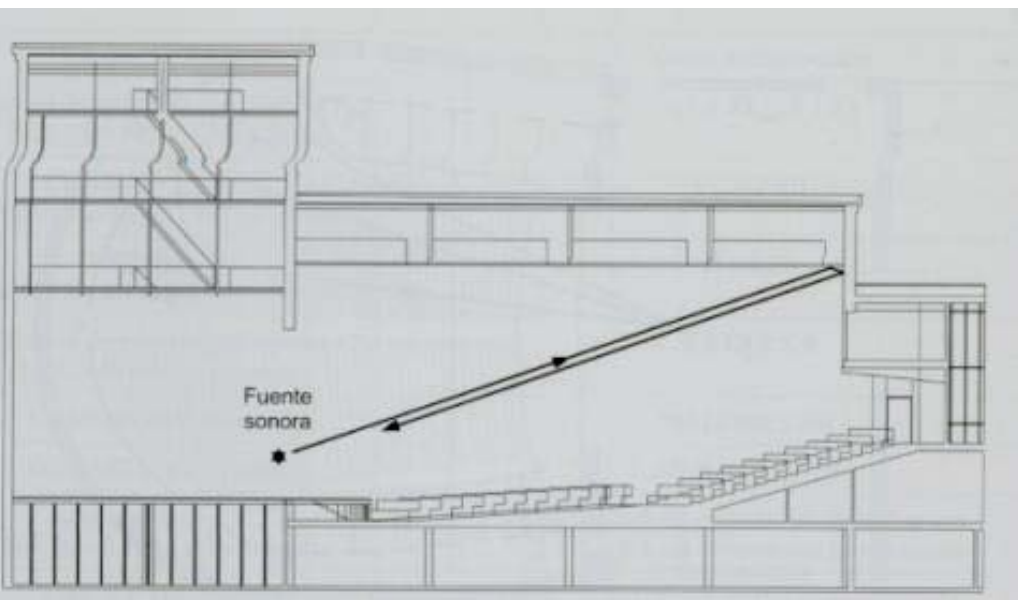
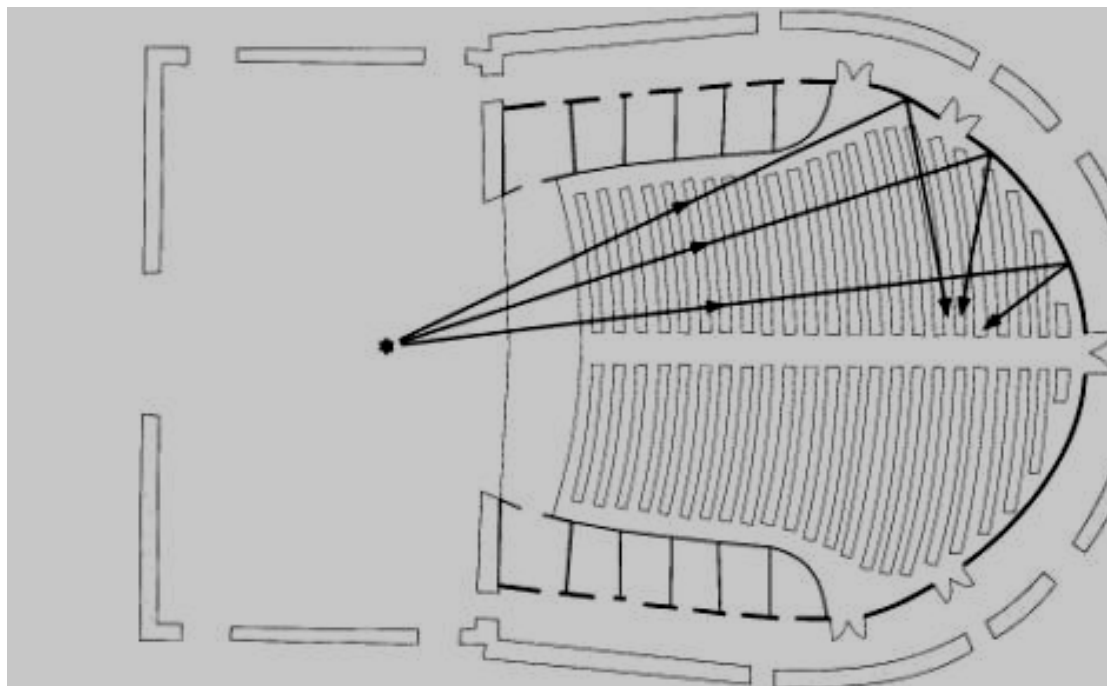
# FORMAS

Relación Capacidad-Volumen  
(equivale a tener de 4 a 6 m<sup>3</sup>  
por persona)



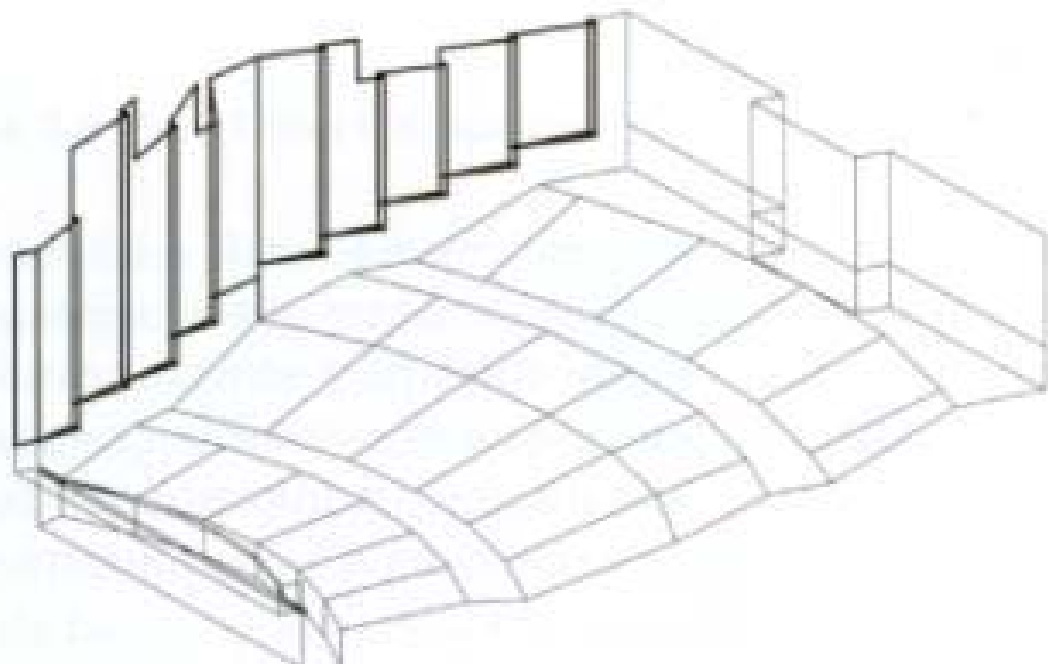
# FORMAS

Ecos -  
focalizaciones

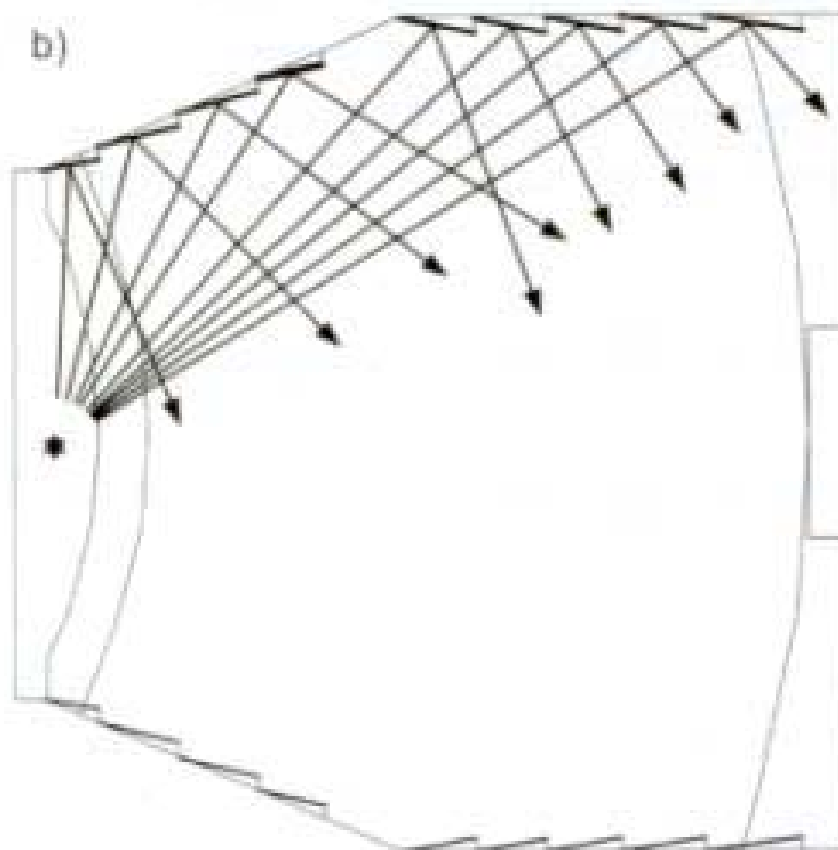


# FORMAS

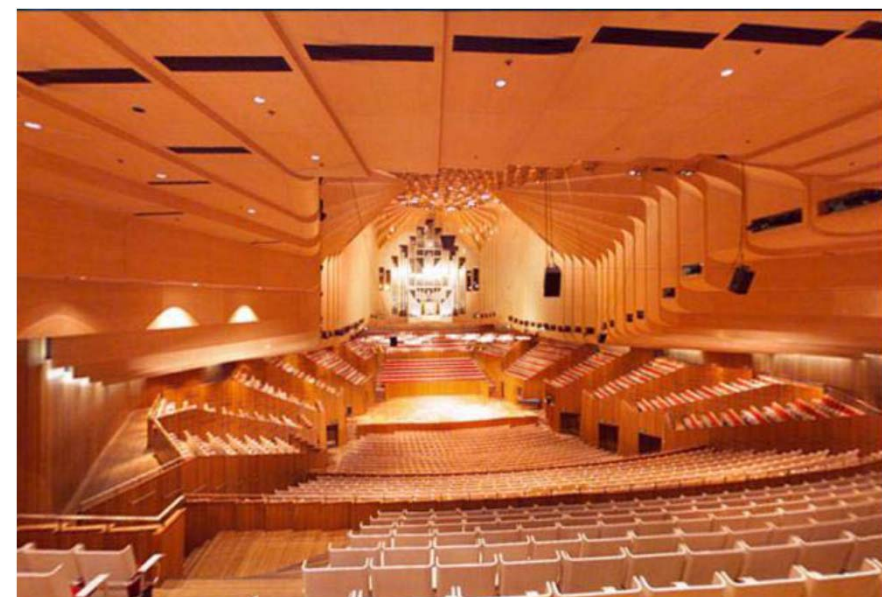
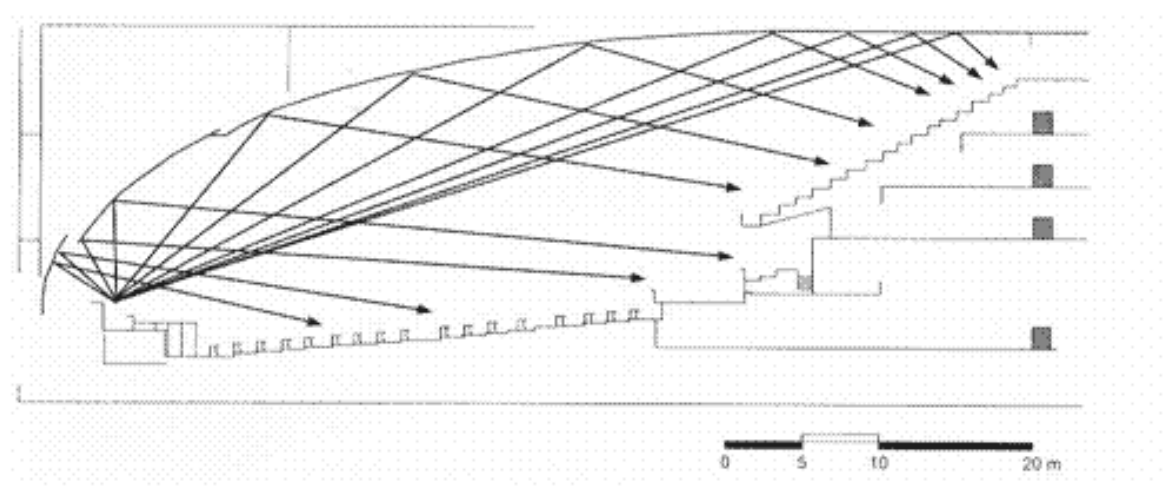
a)



b)



# FORMAS



# PROYECTO

Muros

Aberturas

Entrepisos

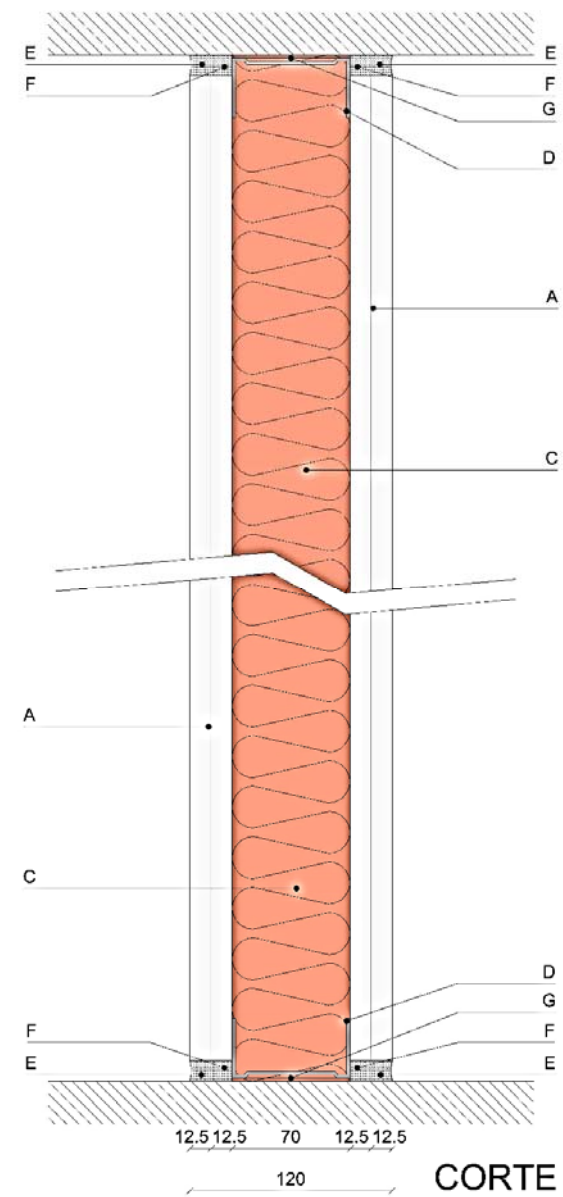
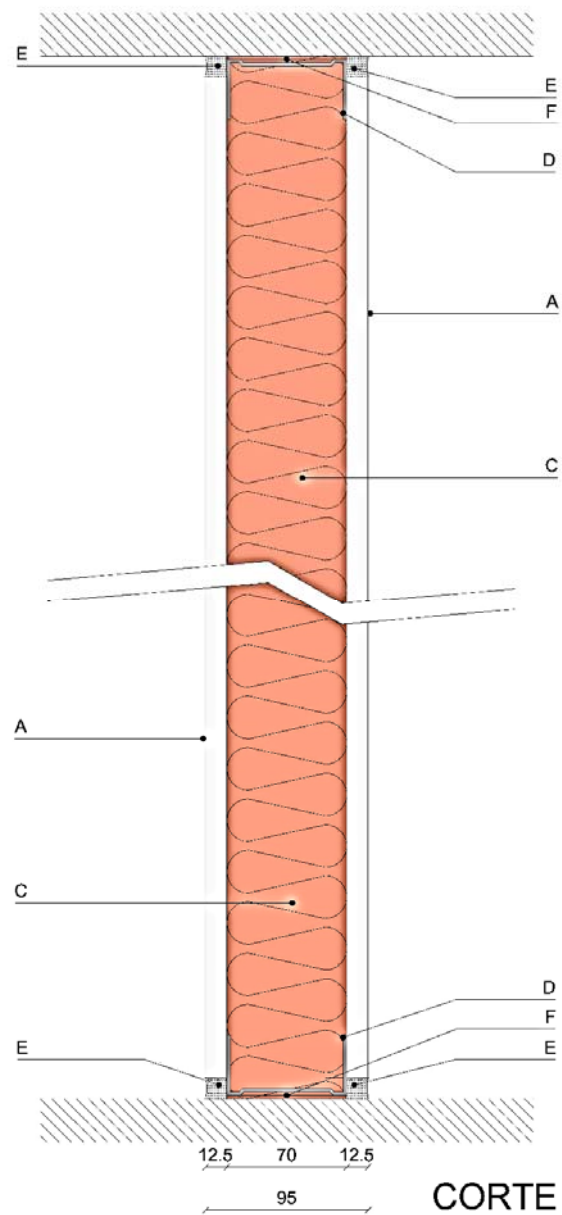
Cubiertas

Revestimientos

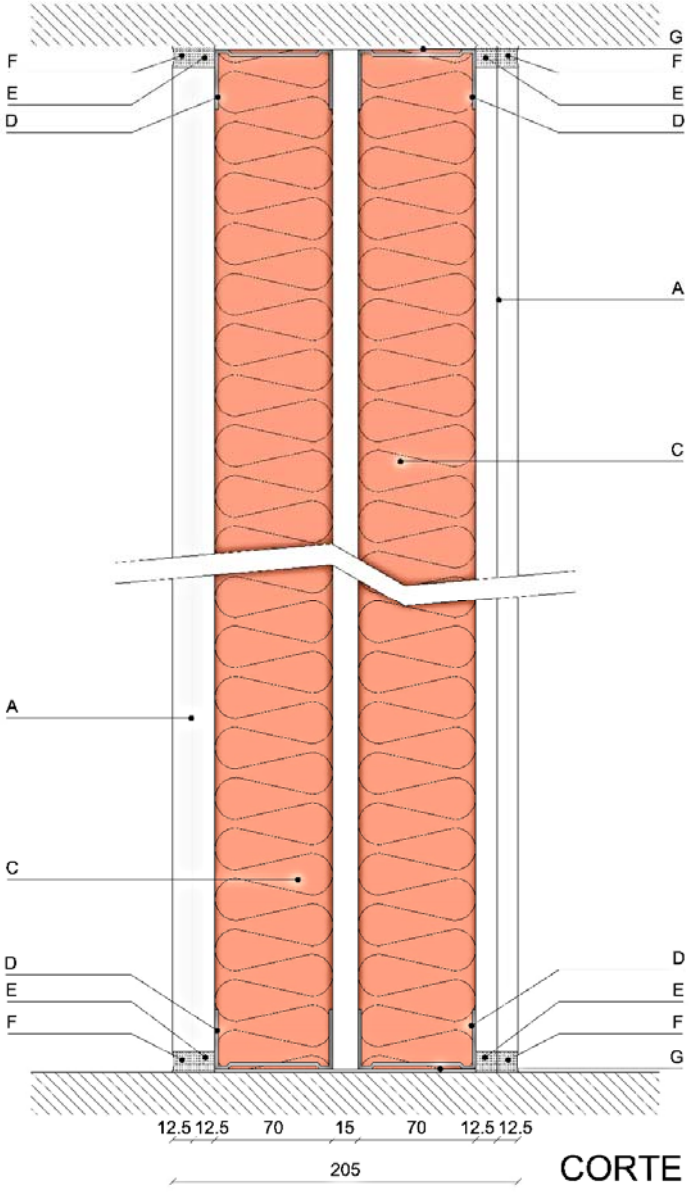
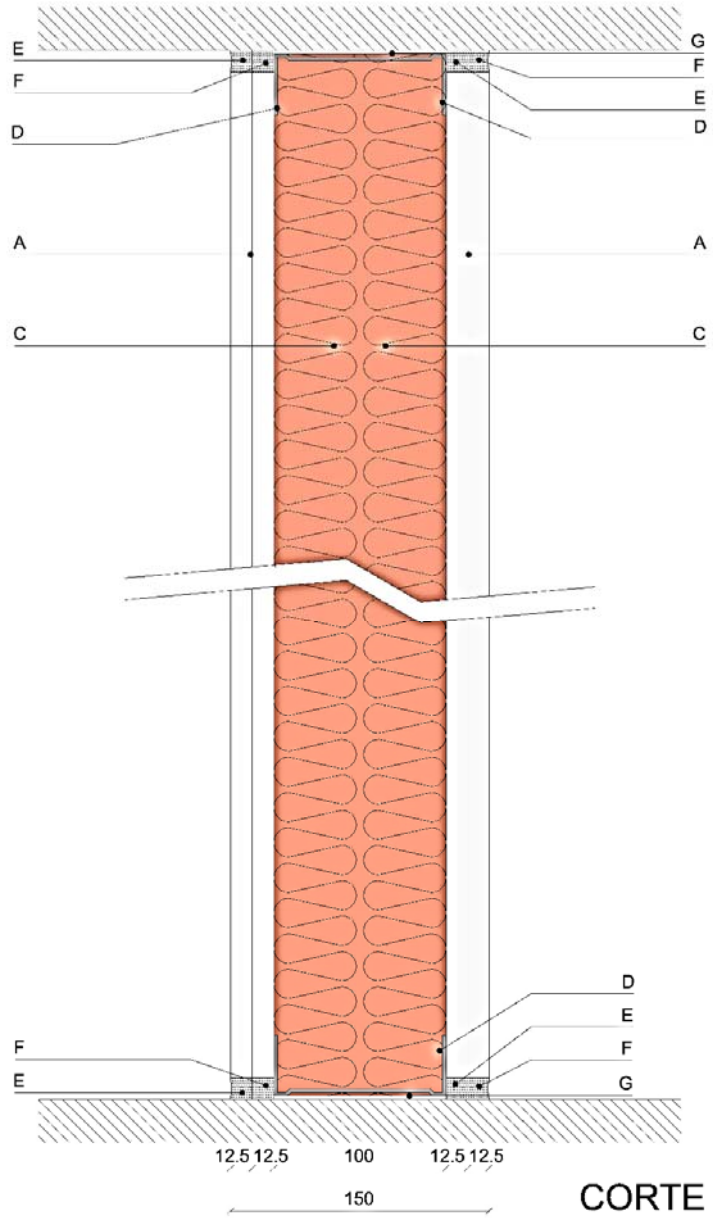
Pantallas



# MUROS



# MUROS

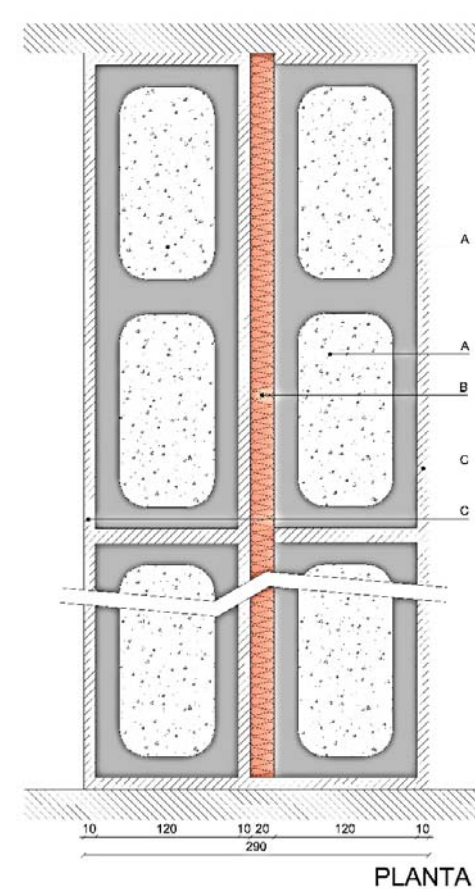
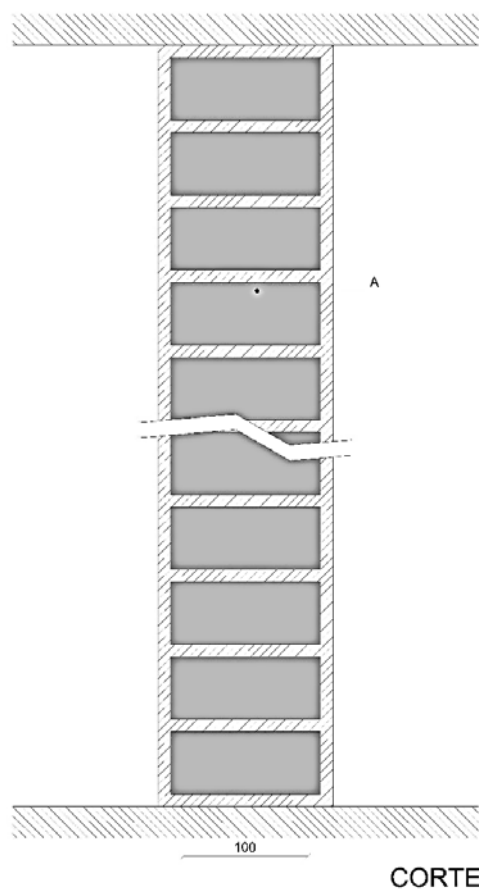
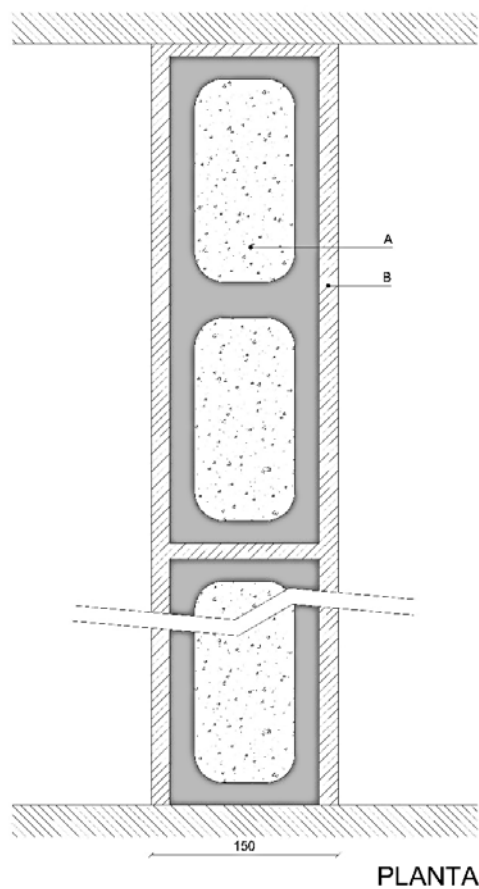


# MUROS

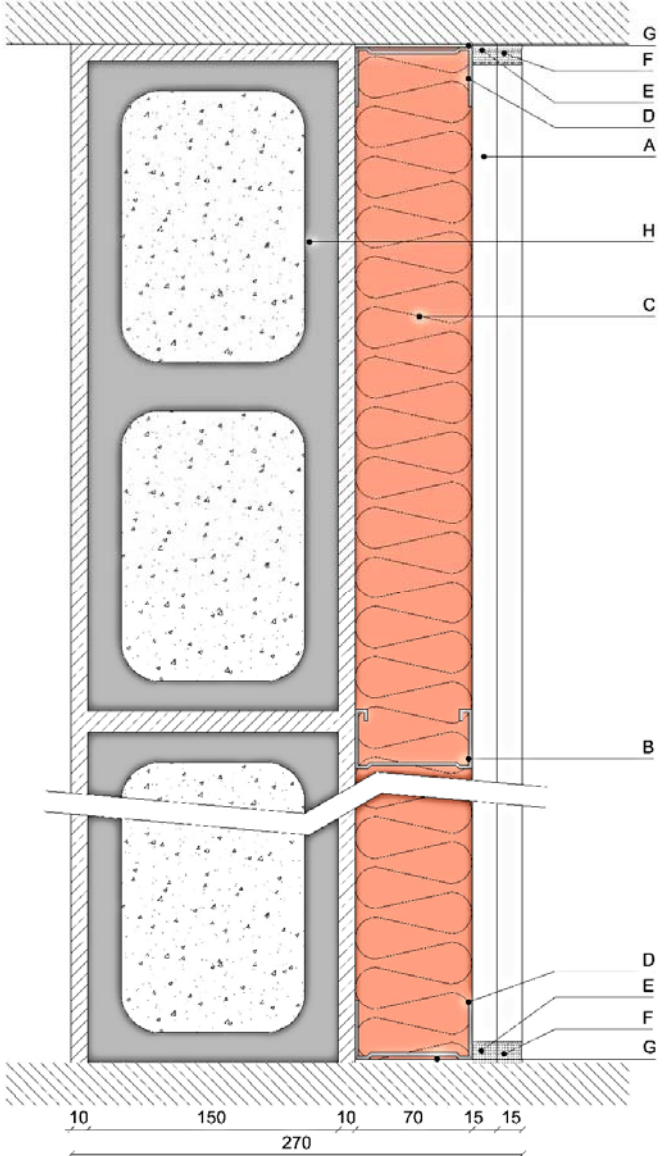
Fórmula empírica indicada en el Código Técnico de la Edificación Español DBHR Protección frente al Ruido del año 2009:

Para  $m \geq 150 \text{ kg/m}^2$

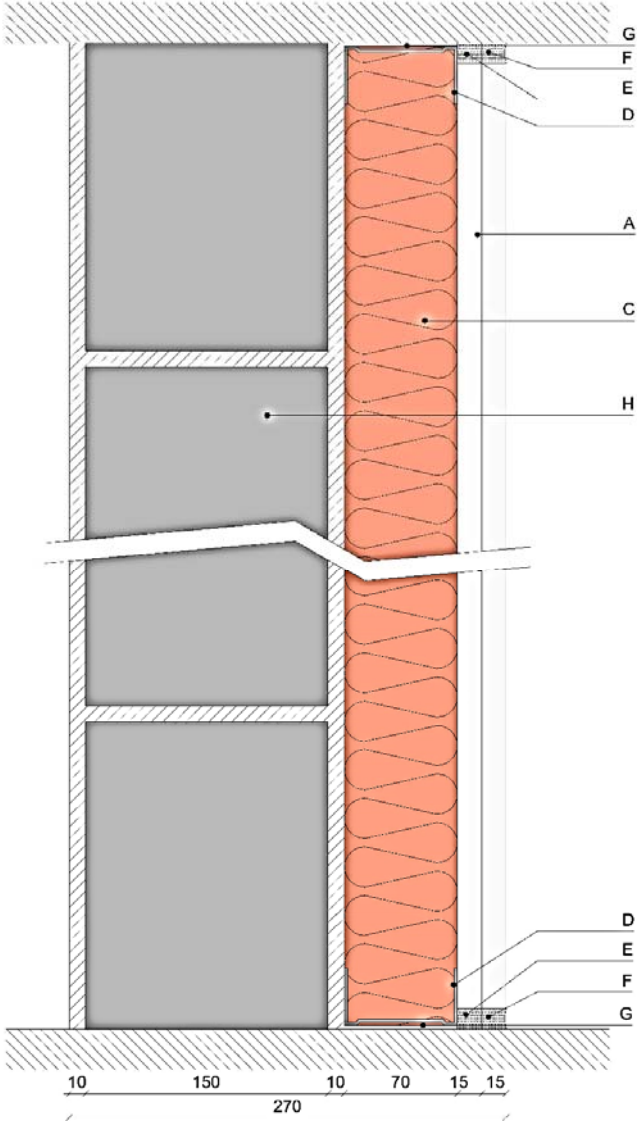
$$R_A = 36,5 * \log (m) - 38,5$$



# MUROS

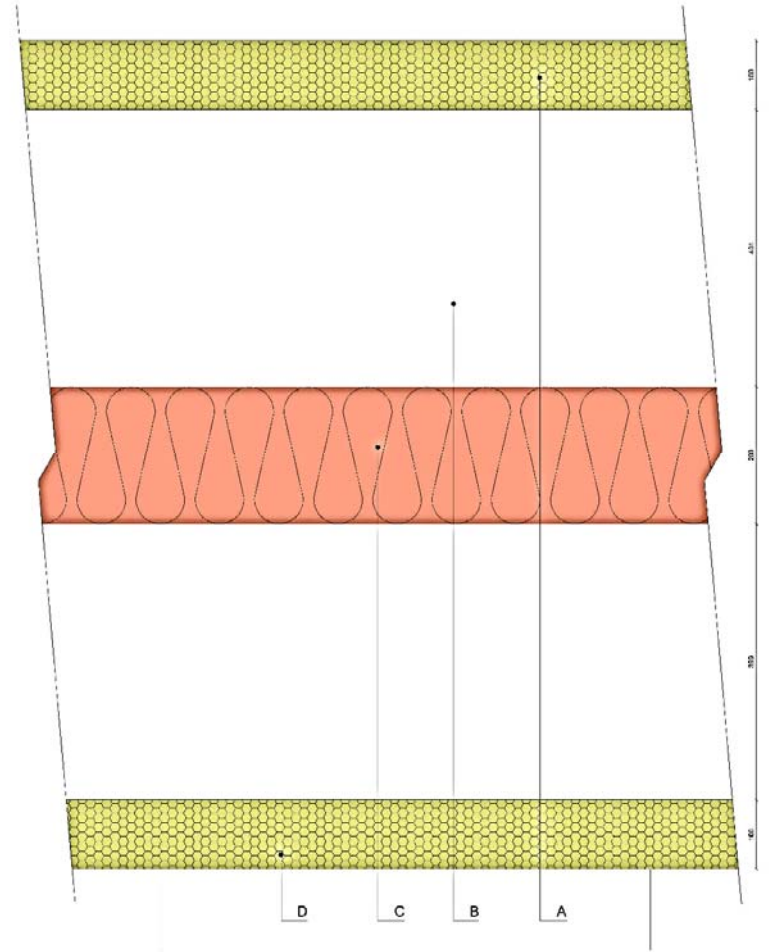
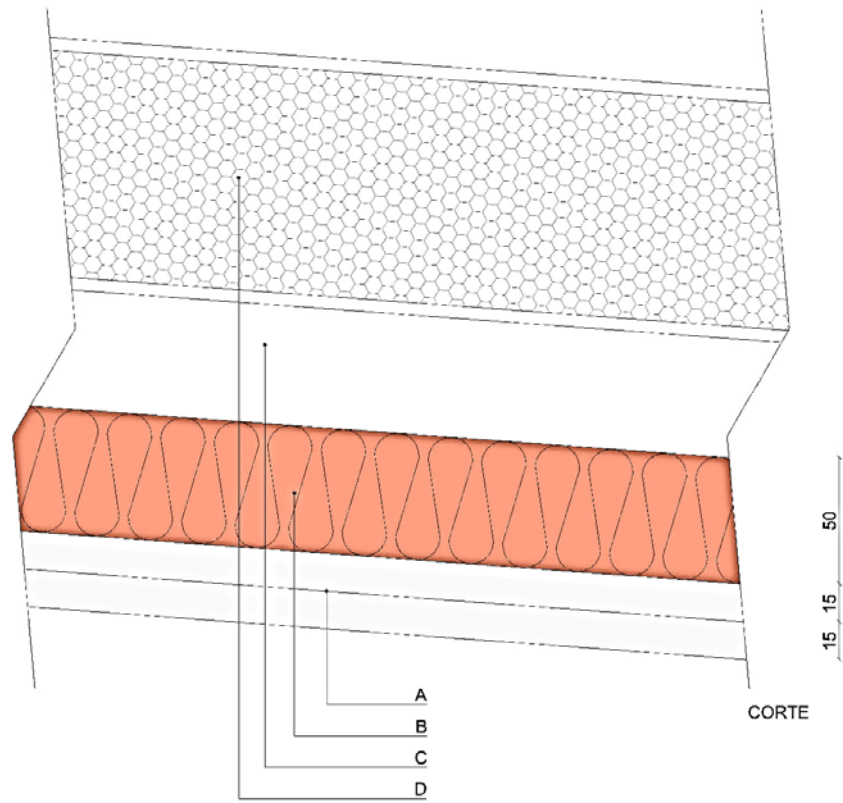


PLANTA



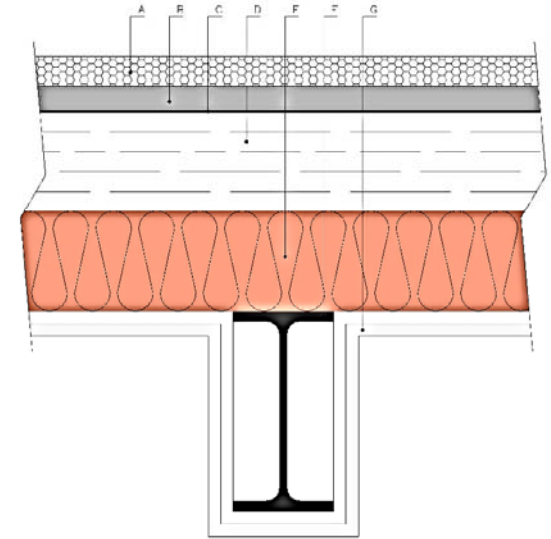
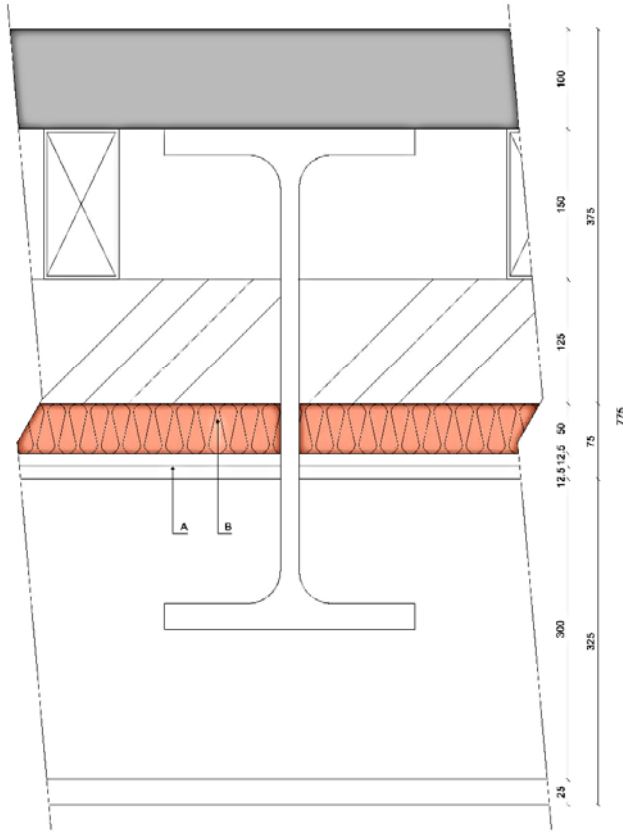
CORTE

# CUBIERTAS

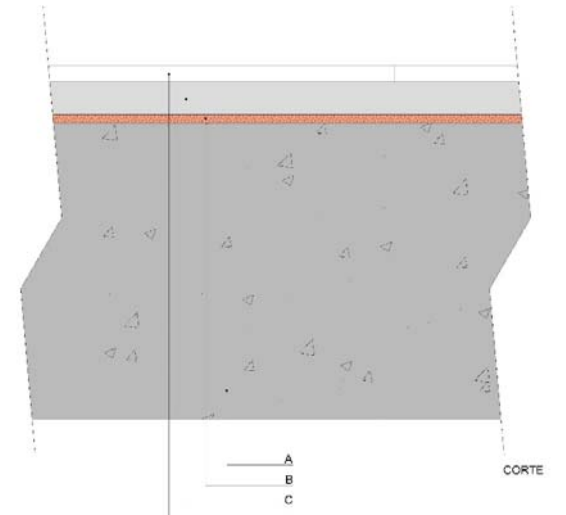
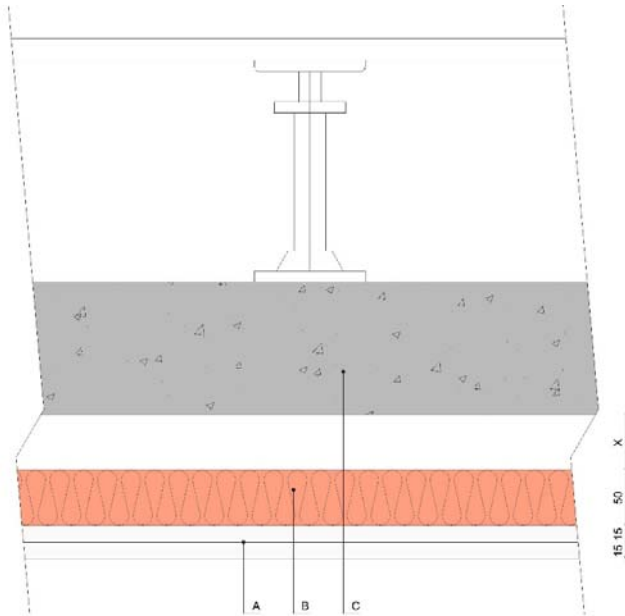
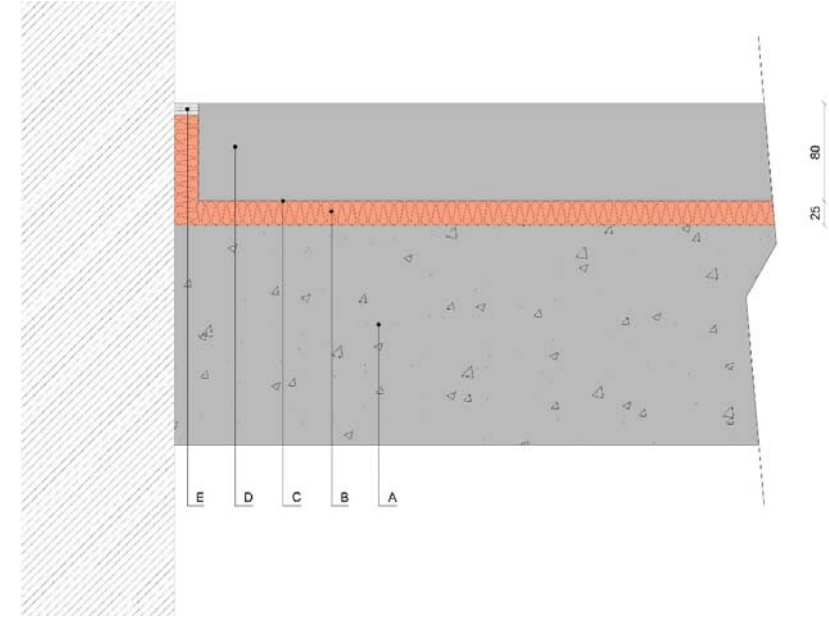




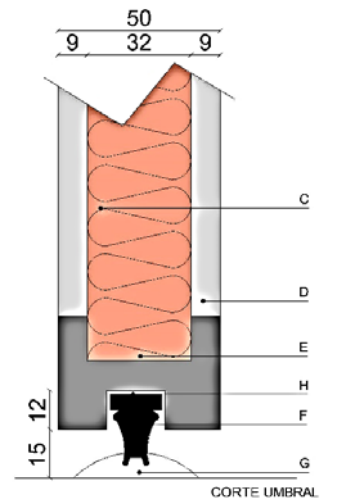
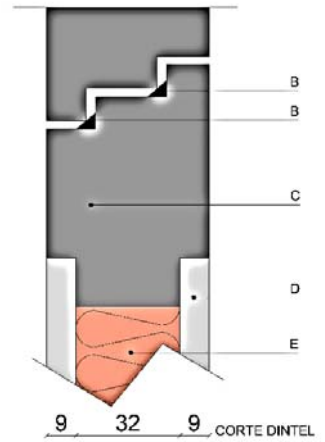
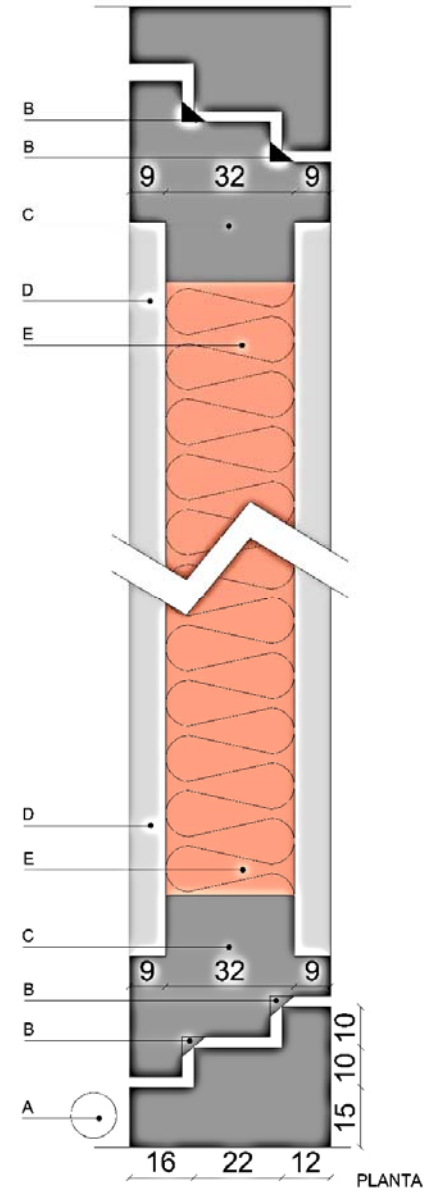
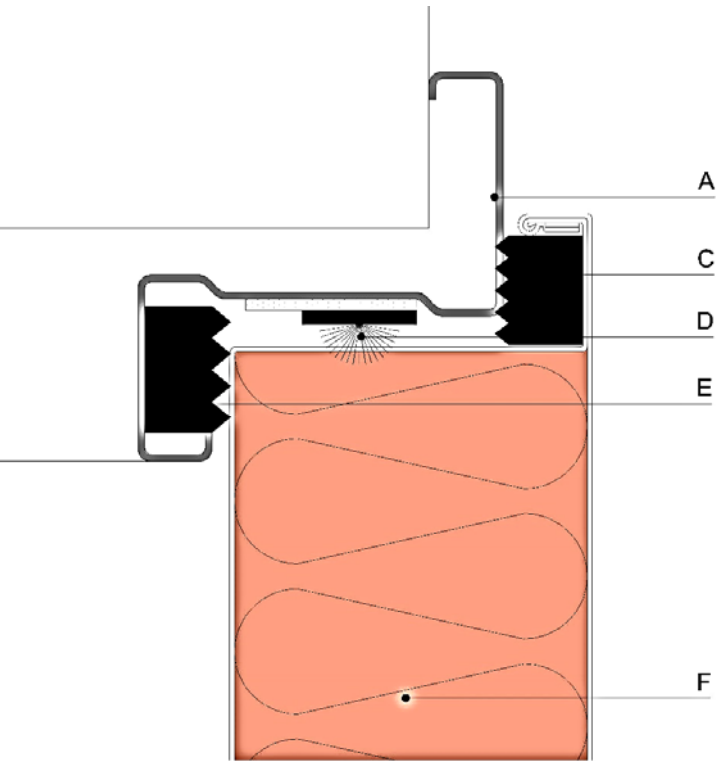
# ENTREPISOS



# ENTREPISOS

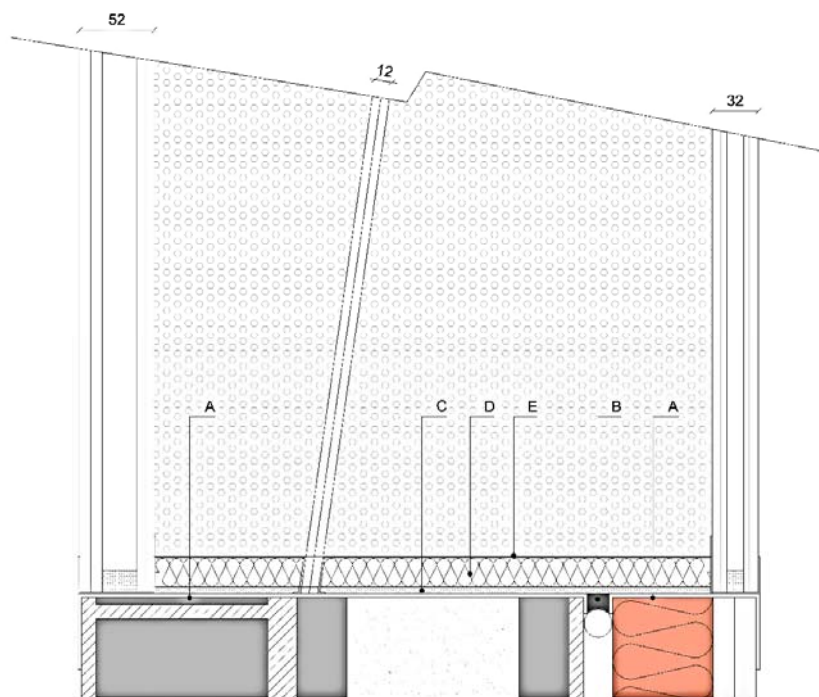


# ABERTURAS

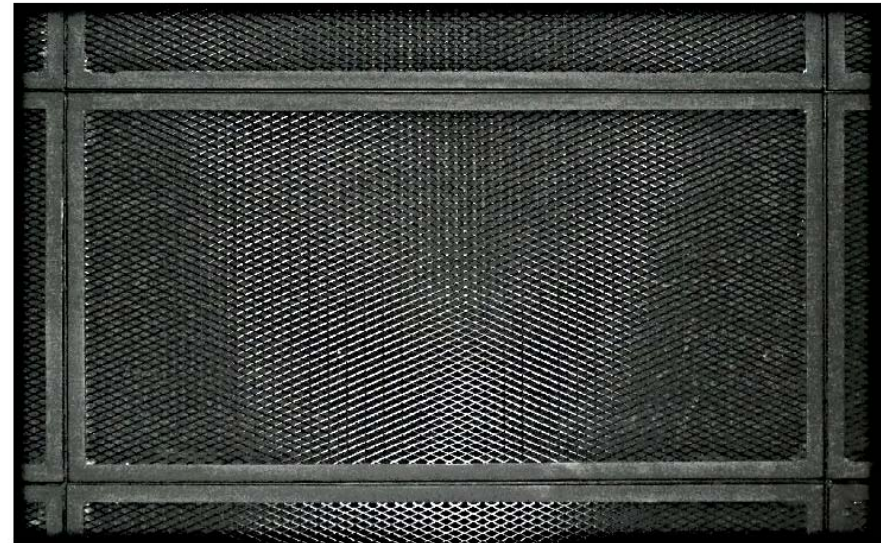
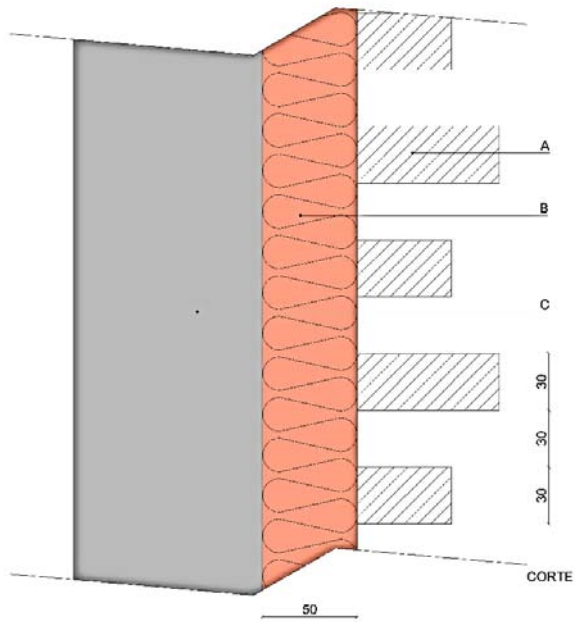
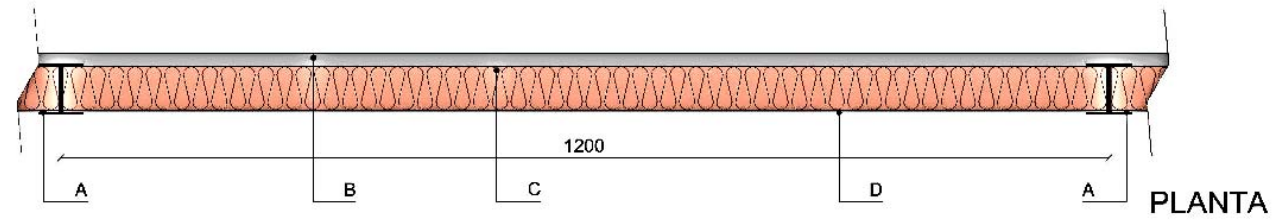




# VIDRIOS FIJOS

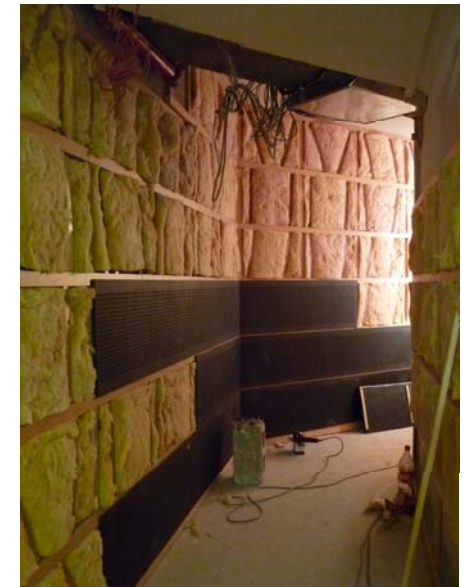
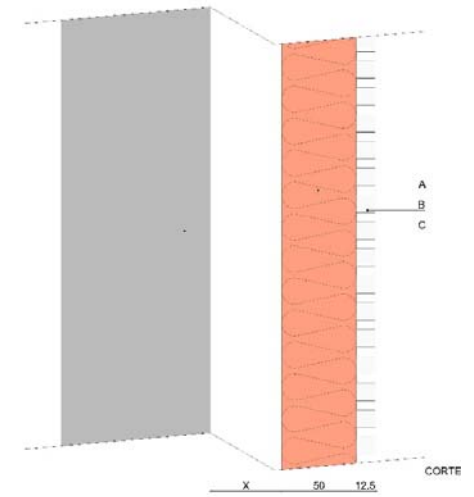
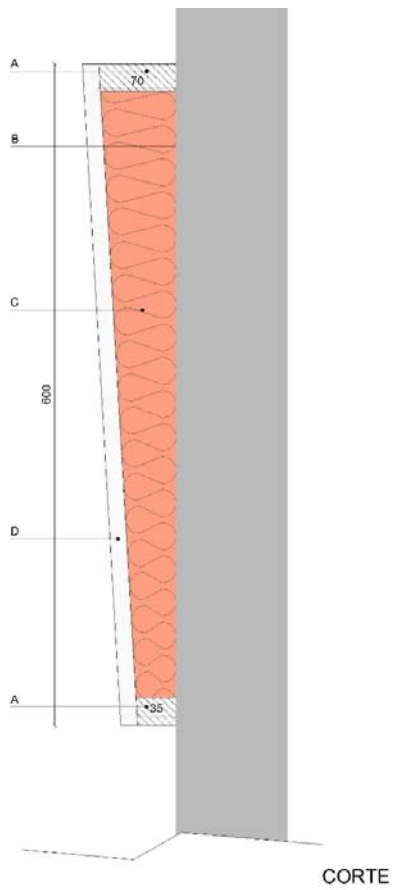


# REVESTIMIENTOS

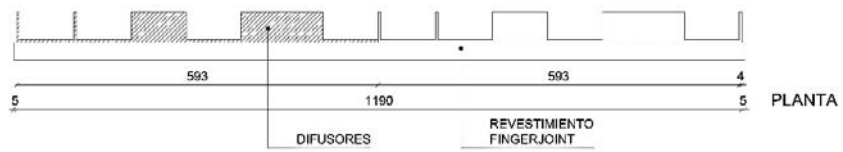
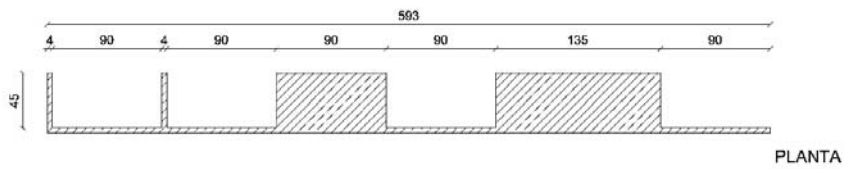




# REVESTIMIENTOS



# REVESTIMIENTOS

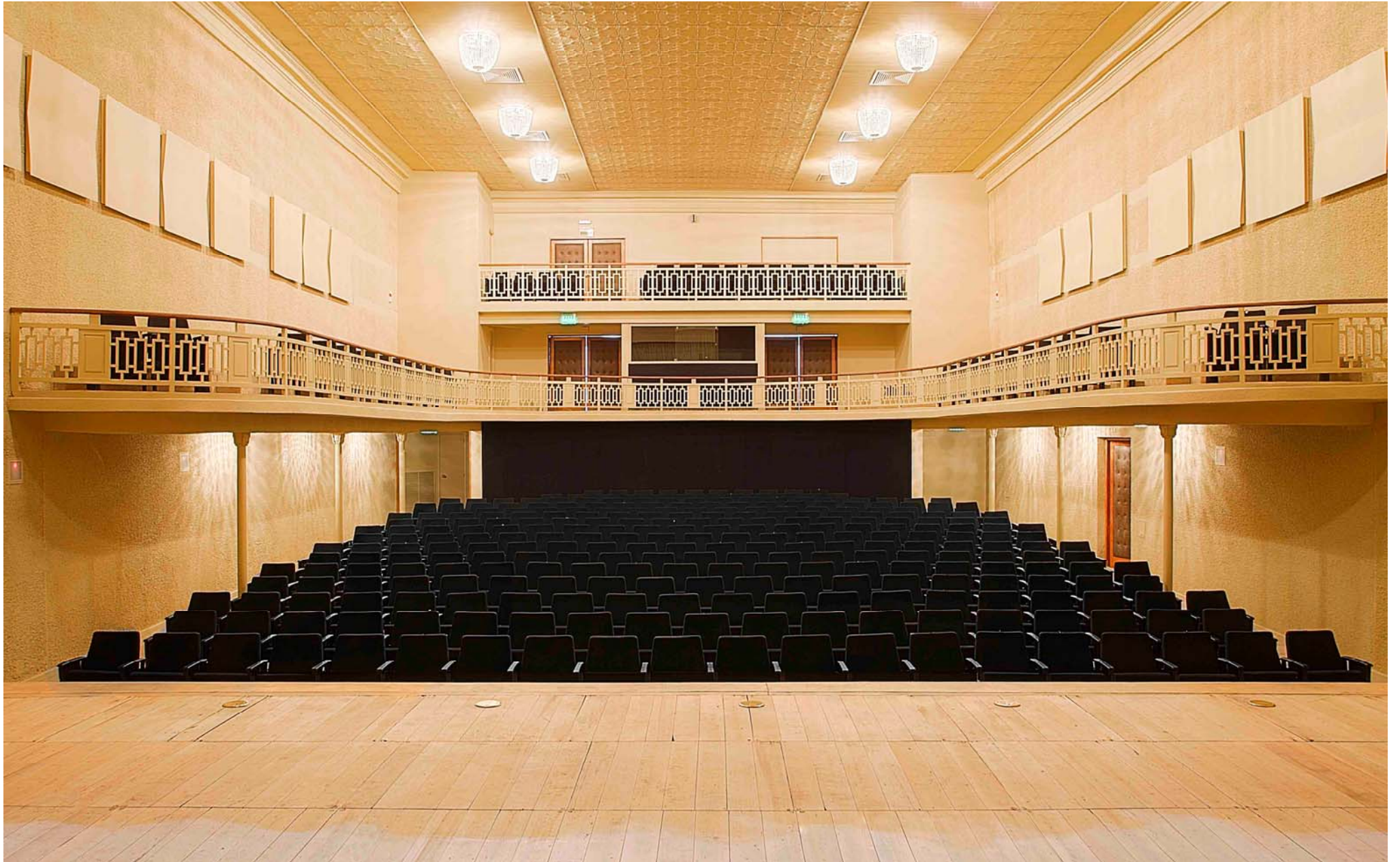




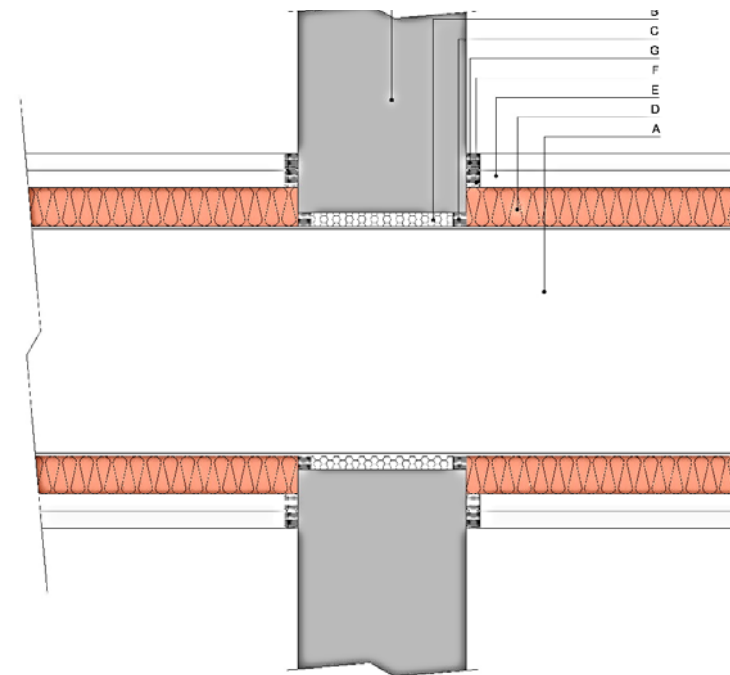
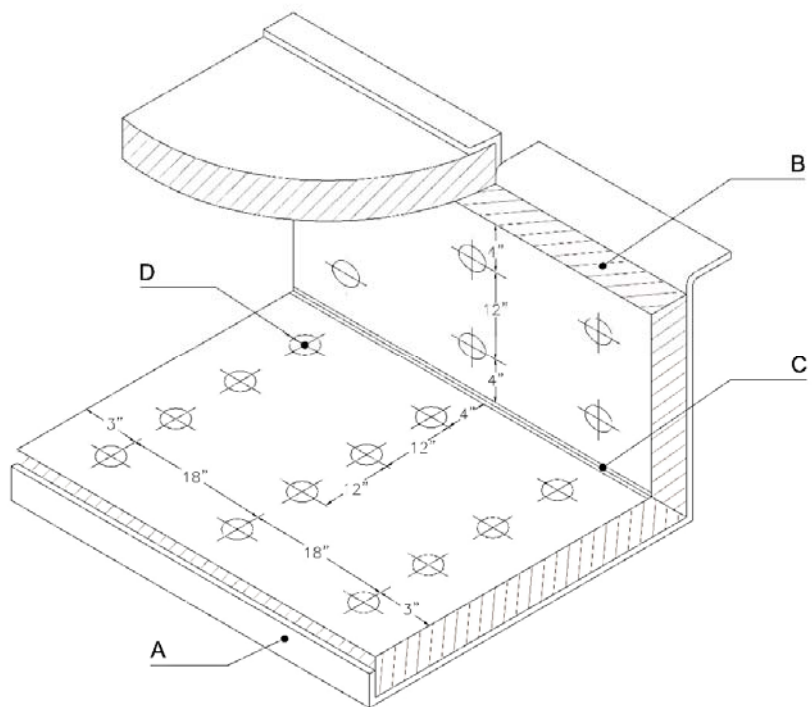
# REVESTIMIENTOS





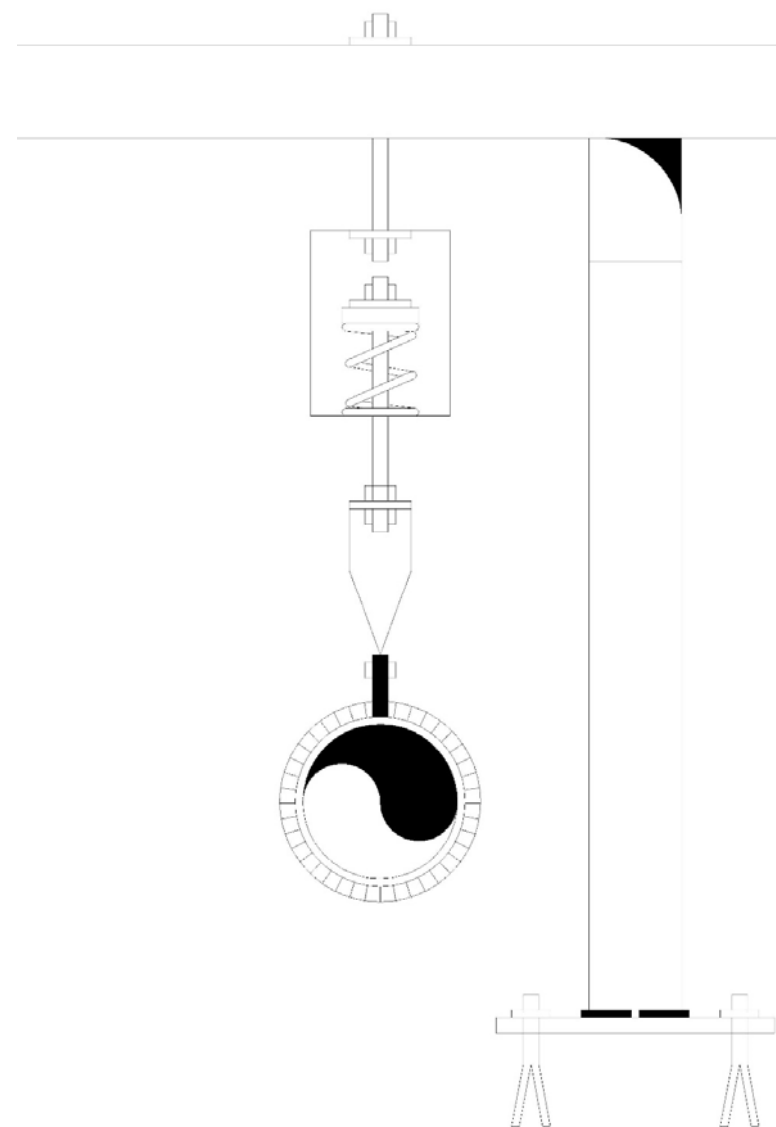


# INSTALACIONES



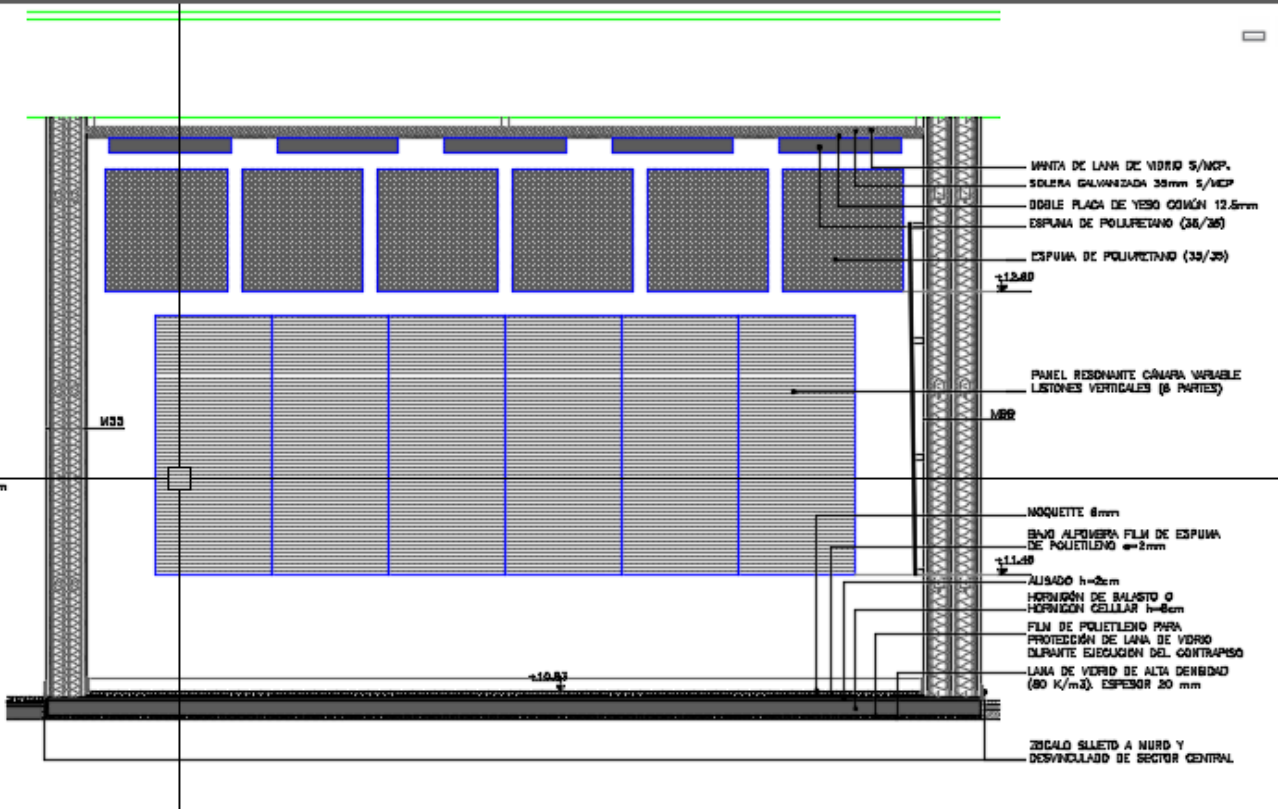
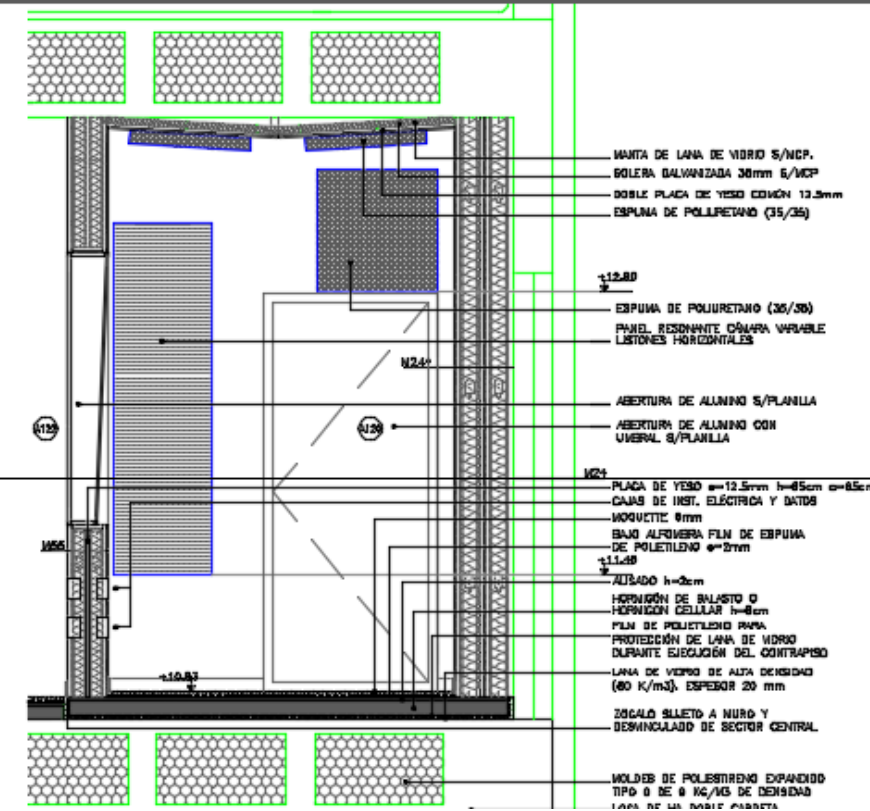


# INSTALACIONES

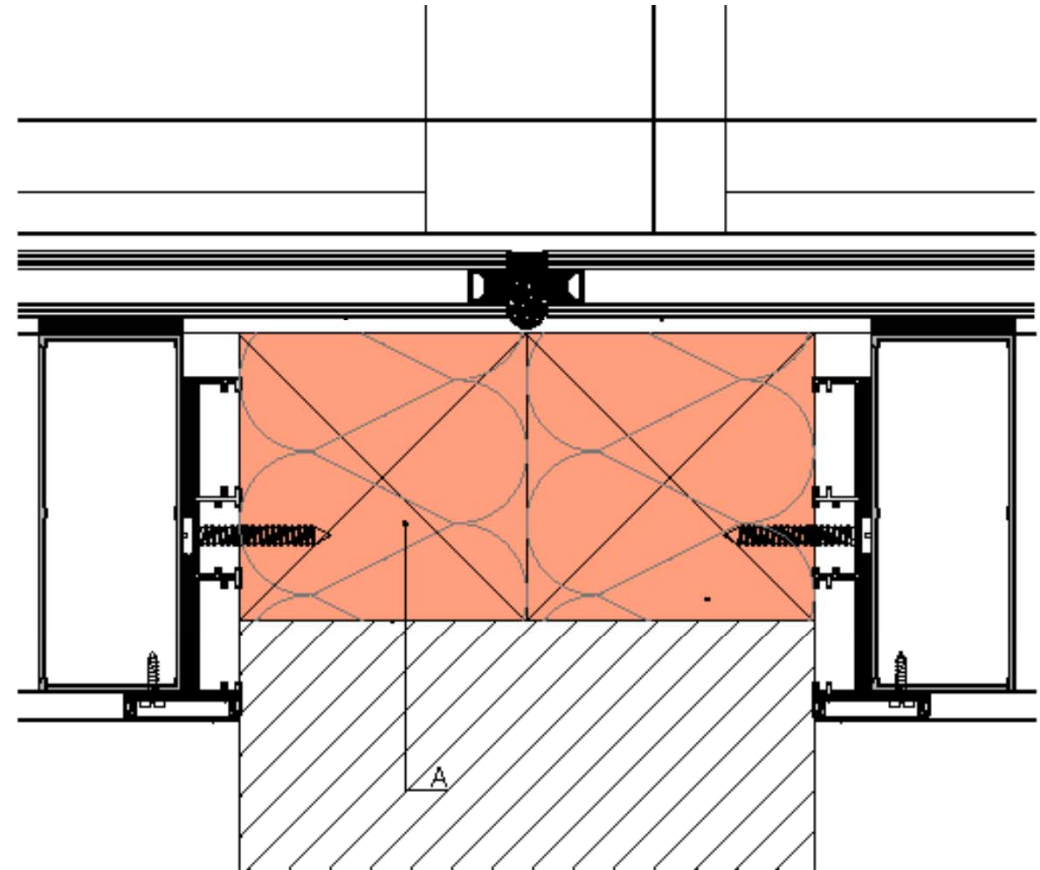
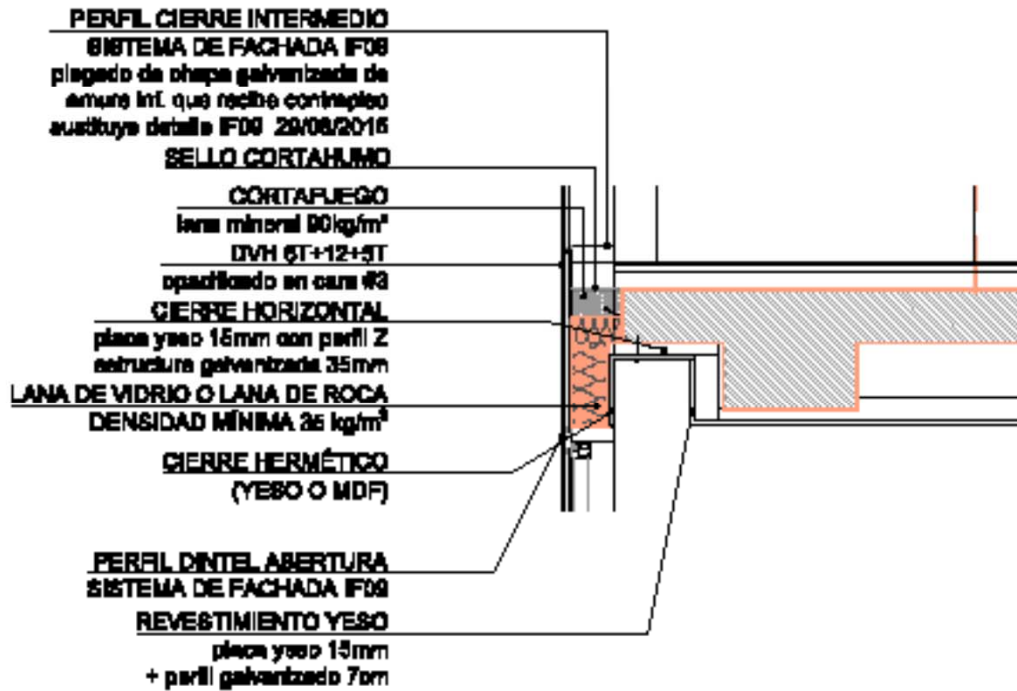




# DETALLES INTEGRALES



# DETALLES INTEGRALES



A. LANA DE VIDRIO O LANA DE ROCA, DENSIDAD MÍNIMA 10 kg/m<sup>3</sup>