



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

Proyecto Final de Grado

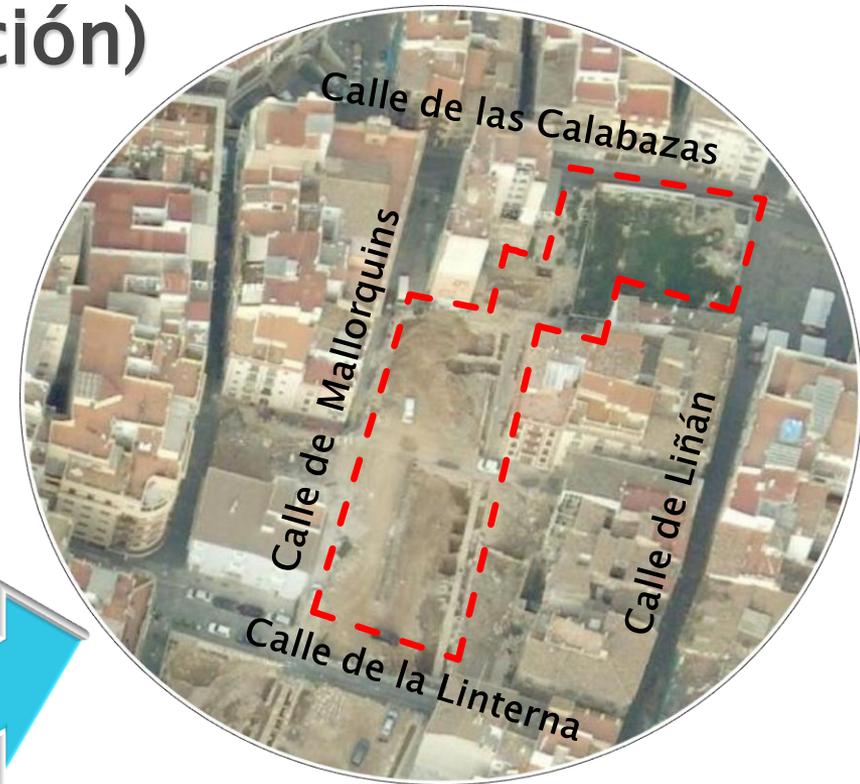
Estudio Acústico en Edificio Multifunción

(Reflexiones Reverberaciones Ordenación y Materiales)

Máximo Lloris Salvi
10/07/2012

Consideraciones Previas (Localización)

- Casco histórico
- Ordenación de manzana compacta



- Forma poligonal irregular
- Topografía sin desniveles
- Calles colindantes



Consideraciones Previas (Descripción del edificio)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Plantas del edificio:
 - Planta de sótano
 - Planta baja
 - Planta Primera
 - Planta Segunda
 - Planta Tercera
- Dos ascensores (solo uno hasta la 3^a planta)
- Fachada de hormigón visto
- Grandes ventanales

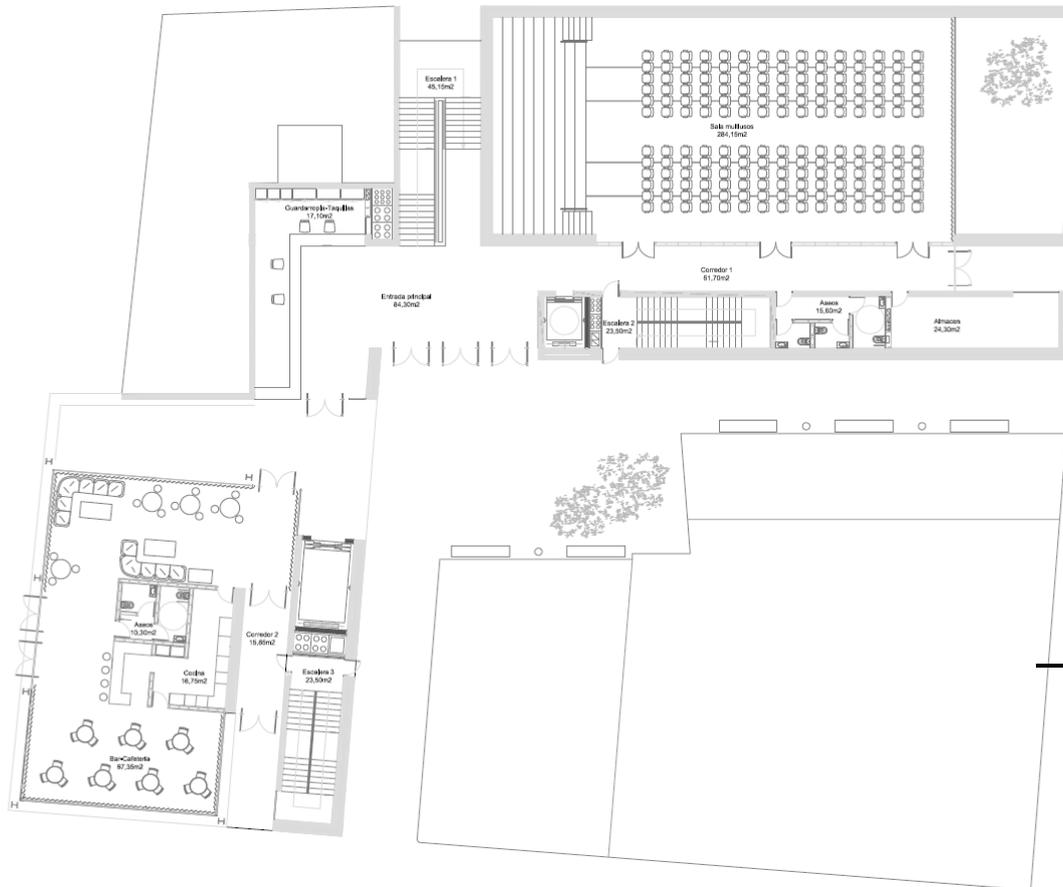
Consideraciones Previas (Uso previsto)



–Planta Sótano

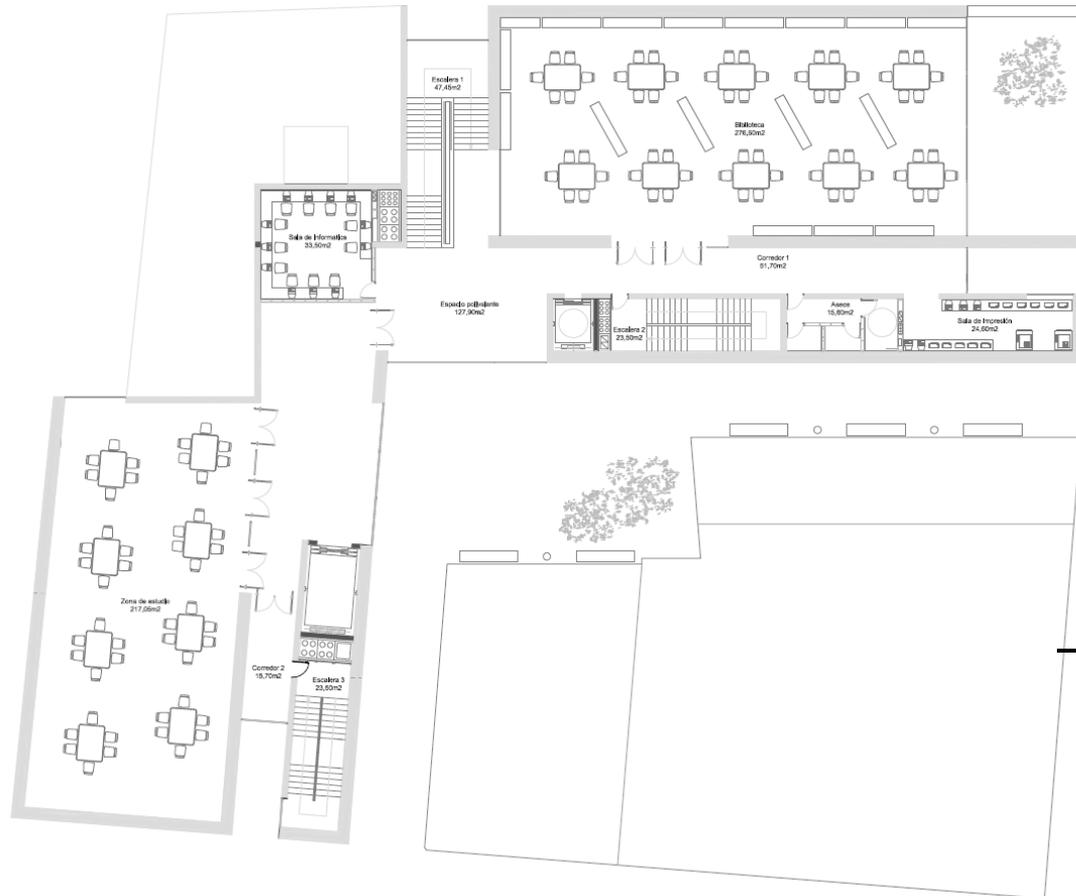
- Gimnasio
- Zona de ejercicio aeróbico
- Vestuarios
- Aseos

Consideraciones Previas (Uso previsto)



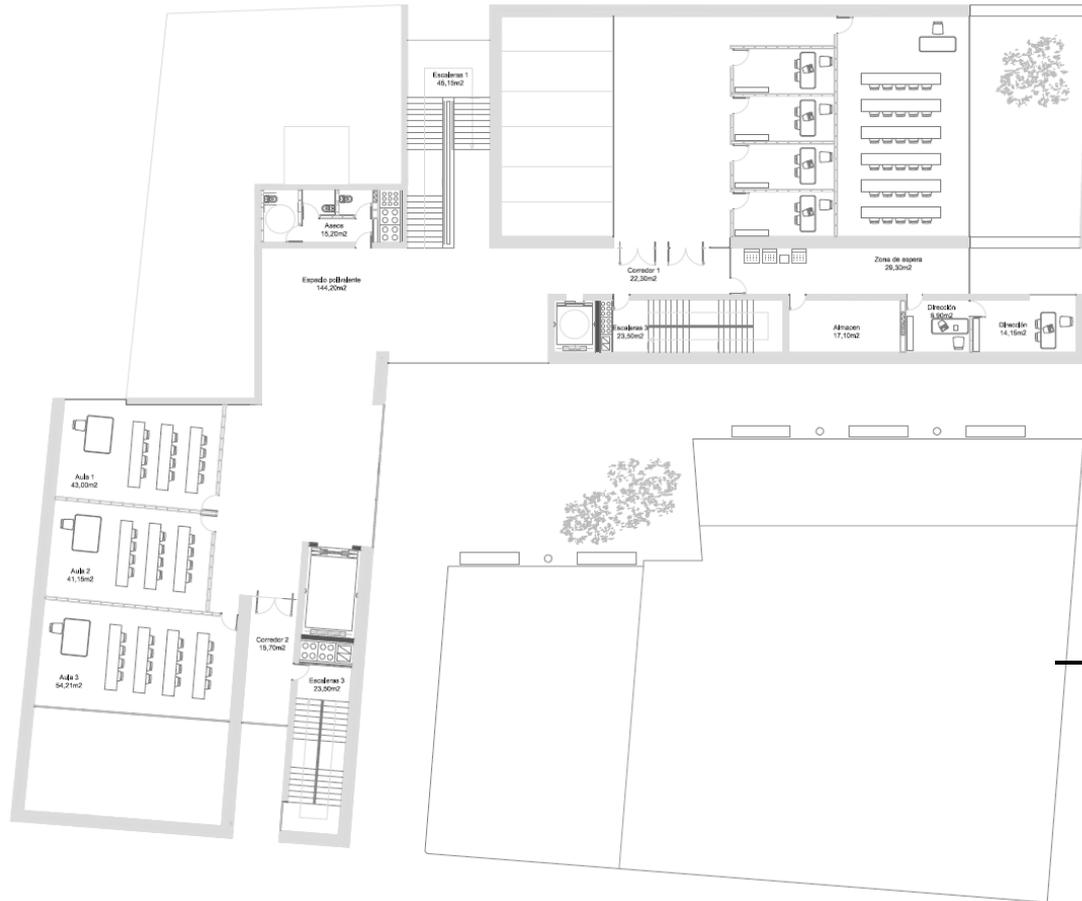
- Planta Baja:
- Punto de Información
 - Sala Multiusos
 - Bar–Cafetería
 - Aseos

Consideraciones Previas (Uso previsto)



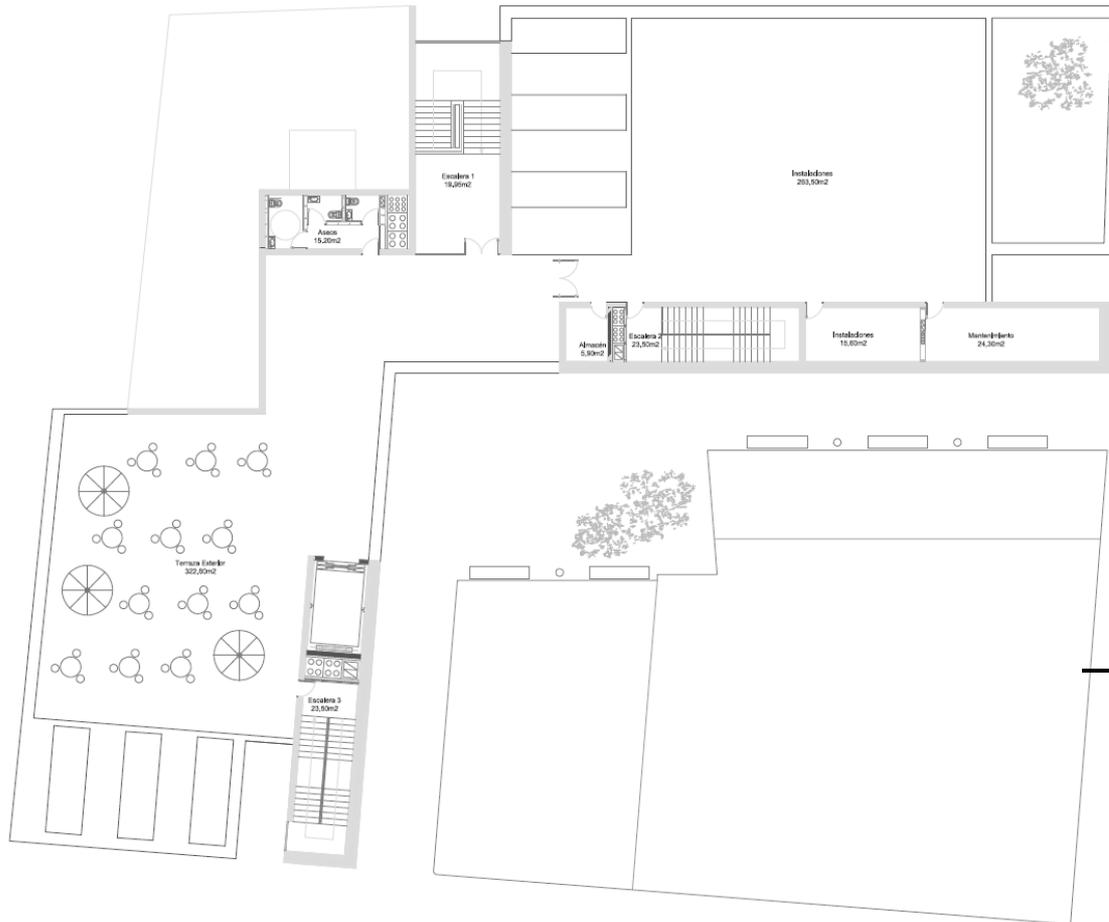
- Planta Primera:
- Biblioteca
 - Sala de Informática
 - Zona de estudio
 - Aseos
 - Sala de impresión

Consideraciones Previas (Uso previsto)



- Planta Segunda:
- Dirección
 - Despachos
 - Aulas
 - Aseos

Consideraciones Previas (Uso previsto)



- Planta Tercera:
- Terraza Exterior
 - Zona de instalaciones
 - Aseos



Consideraciones Previas (Sistema estructural)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Estructura Vertical:
 - Muro exterior de HA (20cm)
 - Aislamiento de lana de roca (125mm)
 - Muro interior de HA (30cm)
 - Medianeras muro de HA (30cm)
- Estructura Horizontal:
 - Placas alveolares prefabricadas
 - Capa de compresión (50mm)
 - Sistema de aislamiento a ruido de impacto
 - Lamina impermeable
 - Mortero radiante
 - Revestimiento continuo de H. de alta durabilidad



Imagen Exterior



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN





Introducción al Estudio



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Desarrollo del proceso de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico
- Hormigón visto. Carácter estético
- Estudio de tres salas del edificio
- Análisis de Materiales
- Conclusiones



Objetivo



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Análisis de los parámetros acústicos
 - Geometría del recinto
 - Materiales y acabados
 - Aportación de los mismos
- Actividades recreativas y docentes
- Dos partes fundamentales
 - Adecuación del tiempo de reverberación óptimo
 - Análisis de la intensidad acústica en el recinto

Acabados y Materiales



PARAMENTOS VERTICALES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M1	TABIQUE PLACAS DE CARTÓN-YESO
M2	PANEL ACÚSTICO ESTRELLA 1
M3	CORTINA ACÚSTICA ABSO
M4	VIDRIO TEMPLADO
M5	HORMIGÓN VISTO
PAVIMENTOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M6	REVES, TEXTIL MARATHON(DESSO)
M7	REVES, LIÑOLEO MARMORETTE
TECHOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M8	TECHO ACÚSTICO ALTES
M9	TECHO ACÚSTICO ACUSTEC
OTROS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M10	BUTACA MUTAFLEX
M11	PUERTA DE VIDRIO
M12	ENTARIMADO DE MADERA
M13	PUERTA DE MADERA PORTARO

Acabados y Materiales



PARAMENTOS VERTICALES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M1	TABIQUE PLACAS DE CARTÓN-YESO
M2	PANEL ACÚSTICO ESTRELLA 1
M3	CORTINA ACÚSTICA ABSO
M4	VIDRIO TEMPLADO
M5	HORMIGÓN VISTO
PAVIMENTOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M6	REVES, TEXTIL MARATHON(DESSO)
M7	REVES, LIÑOLEO MARMORETTE
TECHOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M8	TECHO ACÚSTICO ALTES
M9	TECHO ACÚSTICO ACUSTEC
OTROS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M10	BUTACA MUTAFLEX
M11	PUERTA DE VIDRIO
M12	ENTARIMADO DE MADERA
M13	PUERTA DE MADERA PORTARO



Acabados y Materiales



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

-Fichas de los materiales:

- Nombre del material
- Referencia
- Descripción
- Ubicación
- Absorción Acústica

ESTUDIO ACÚSTICO EDIFICIO MULTIFUNCIONAL										
FICHA TÉCNICA DE MATERIALES Y ACABADOS										
MATERIAL: <u>Cortina acústica Abso (Texaa)</u>						REFERENCIA: M.3				
DESCRIPCIÓN:										
Cortina acústica Abso de Texaa, de láminas de 133 mm de ancho y 8 mm de espesor, compuestas por un núcleo de espuma y recubiertas, protegidas y adornadas con una malla de punto por ambas caras. Instalada sobre raíles de aluminio lacado modelo Abso de Texaa.										
UBICACIÓN:										
Instalada en el frente de la zona acristalada de la Sala Multiusos Biblioteca y Aulas. (Ver plano)										
ABSORCIÓN ACÚSTICA										
Frecuencias (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	α_w	Class	NRC	
láminas 133 mm abiertas	0.13	0.15	0.22	0.21	0.27	0.43	0.25	D (+)	0.25	
láminas 133 mm cerradas	0.02	0.08	0.18	0.31	0.27	0.41	0.30	D	0.20	

Prueba de ensayo acústico disponible bajo pedido.
Los resultados acústicos son parecidos entre sistemas de cortinas abiertas o cerradas.

El gráfico muestra la absorción acústica (α) en función de la frecuencia (Hz) para dos tipos de láminas: láminas 133 mm abiertas (línea roja) y láminas 133 mm cerradas (línea negra). El eje horizontal representa la frecuencia en Hz, con marcas a 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150 y 4000. El eje vertical representa la absorción acústica (α) desde 0,00 hasta 0,60. La línea roja (láminas abiertas) muestra una absorción que aumenta de 0,13 a 0,43 en el rango de 125 a 4000 Hz. La línea negra (láminas cerradas) muestra una absorción que aumenta de 0,02 a 0,41 en el mismo rango.



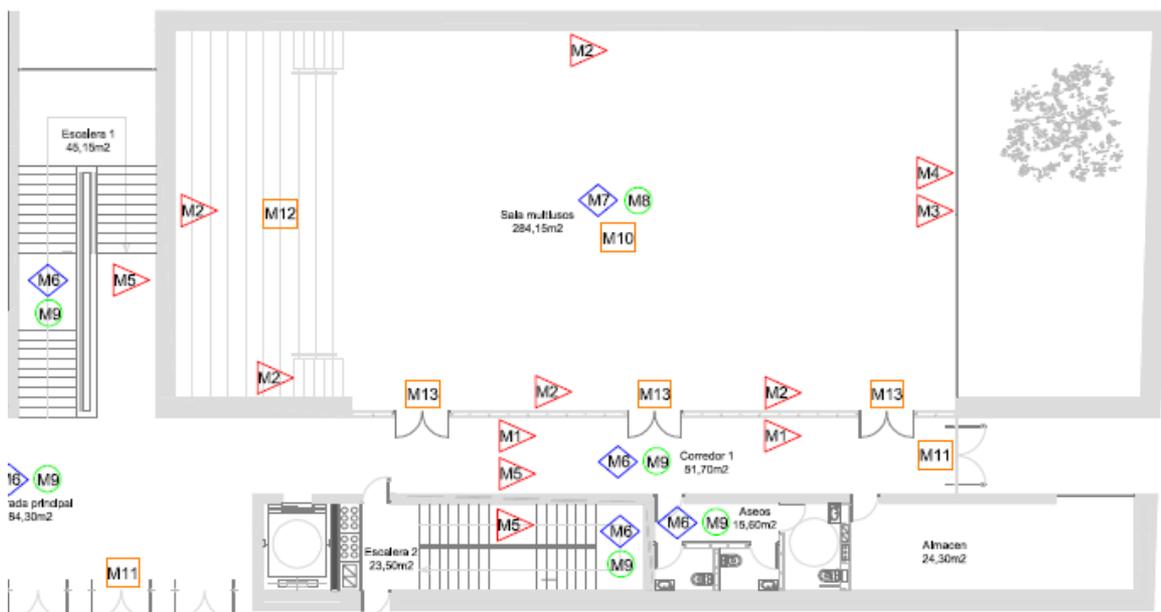
Estudio Acústico



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Evalúa la propuesta inicial del proyecto
- Define modificaciones
- Intensidad acústica
- Ajuste del tiempo de reverberación
- Volumen del recinto
- Coeficientes de absorción
- Materiales

-Sala Multiusos



PARAMENTOS VERTICALES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M1	TABIQUE PLACAS DE CARTÓN-YESO
M2	PANEL ACÚSTICO ESTRELLA 1
M3	CORTINA ACÚSTICA ABSO
M4	VIDRIO TEMPLADO
M5	HORMIGÓN VISTO
PAVIMENTOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M6	REVES, TEXTIL MARATHON(DESSO)
M7	REVES, LINÓLEO MARMORETTE
TECHOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M8	TECHO ACÚSTICO ALTES
M9	TECHO ACÚSTICO ACUSTEC
OTROS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
M10	BUTACA MUTAFLEX
M11	PUERTA DE VIDRIO
M12	ENTARIMADO DE MADERA
M13	PUERTA DE MADERA PORTARO





Estudio Acústico (Materiales)

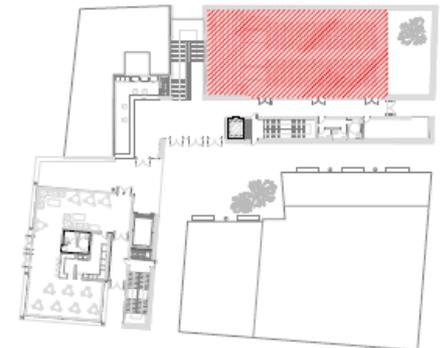
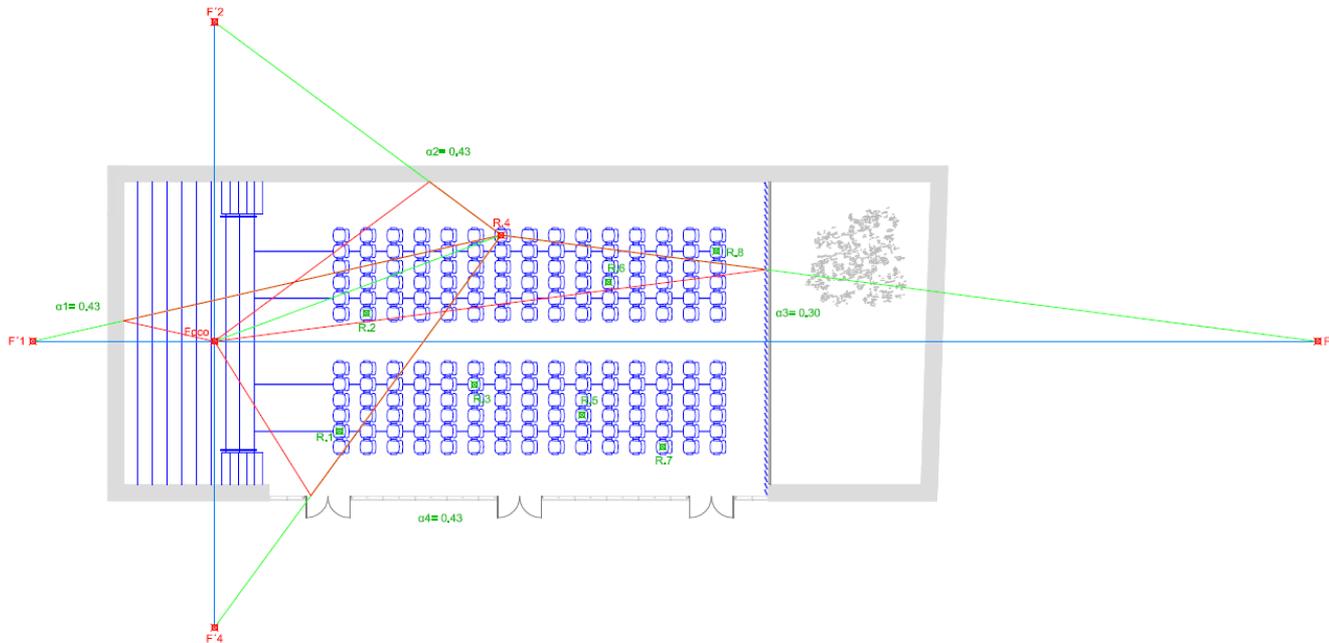


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Paramentos verticales: Panel Acústico Estrella 1
- Ventanas de Vidrio: Cortina acústica ABSO
- Suelo: Revestimiento de Linóleo Marmorette
- Escenario: Entarimado de madera
- Techo: Techo Acústico Altes
- Puertas de madera Portaro
- Butacas Mutaflex



Estudio Acústico (Reflexiones P. Verticales)

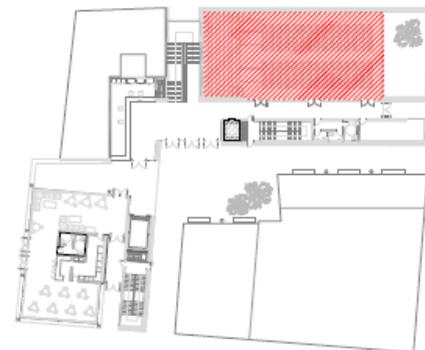
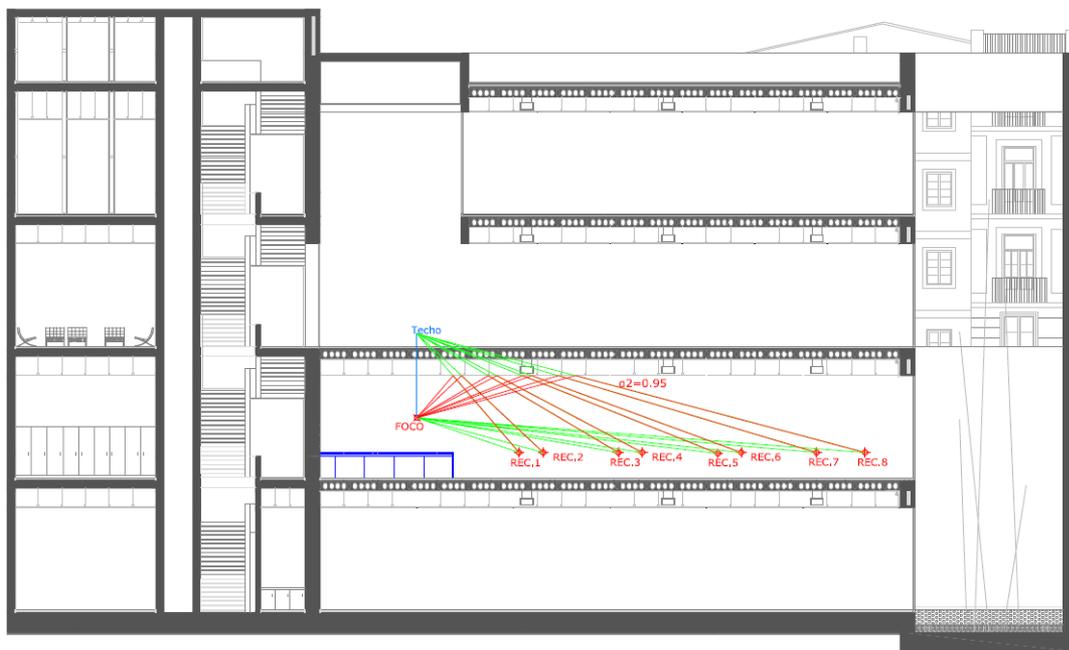




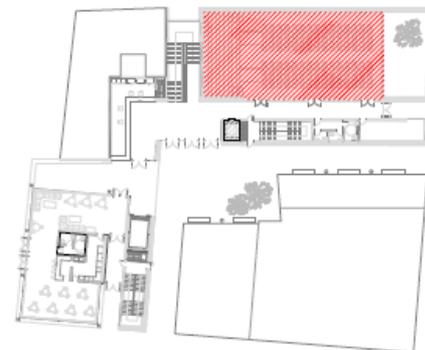
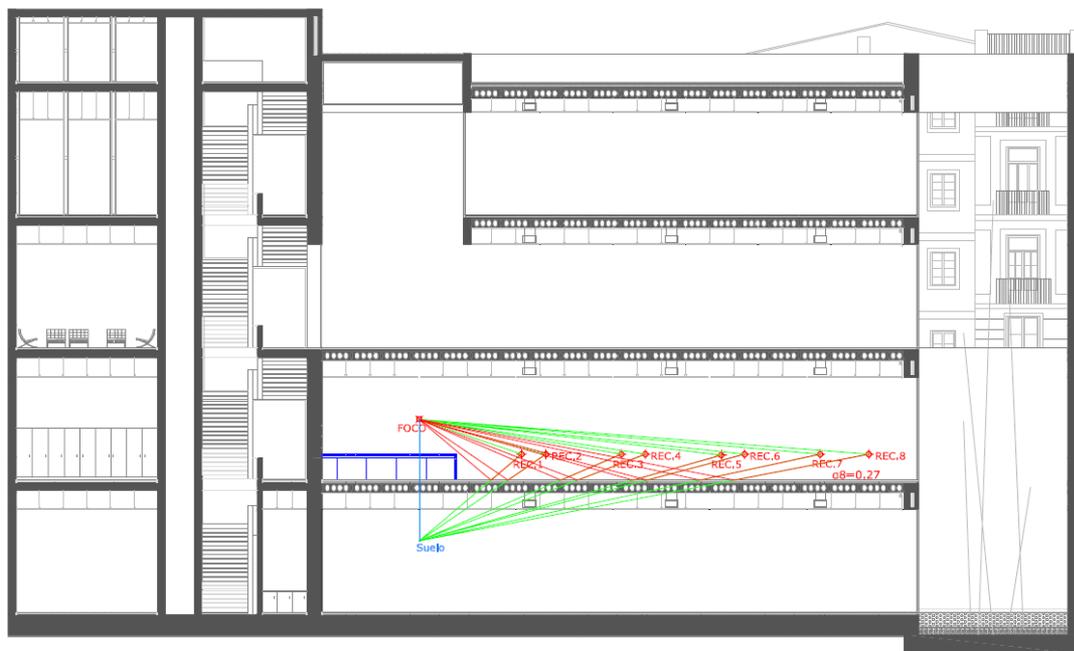
Estudio Acústico (Reflexiones Techo)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN



Estudio Acústico (Reflexiones Suelo)





Estudio Acústico (Cálculos)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

-NIVEL DE INTENSIDAD: $L_I = L_W - 11 - 20 \log r$

-NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: $L_{Iref} = L_W - 11 - 20 \log r + 10 \log(1 - \alpha)$

-NIVEL TOTAL (SUP. DE NIVELES): $L_{Itotal} = 10 \log(10^{(L_I/10)} + 10^{(L_{I1}/10)} + 10^{(L_{I2}/10)} + 10^{(L_{I3}/10)})$

PARED 1	Dist. Directa(m)	Dist. F-P(m)	Dist. P-R(m)	Dist. Refleja(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir-(dist.dir./240X1000ms)	Tind-(dist.ind./240X1000ms)	Eco	LI total (dB)	
R1	5,74	3,52	11,88	11,88	36,85	28,09	34,94	18,06	NO	37,39	
R2	5,21	3,38	9,05	12,43	36,85	27,70	35,56	19,68	NO	37,25	
R3	9,79	13,09	12,14	25,23	32,21	21,55	28,79	74,21	45,41	NO	32,57
R4	11,38	3,46	14,4	17,86	30,91	24,55	33,47	52,53	19,06	NO	31,81
R5	13,93	3,4	17,18	20,58	29,15	23,32	40,97	60,53	19,56	NO	30,16
R6	14,81	3,49	18,11	21,5	28,62	22,94	43,56	65,24	19,68	NO	29,66
R7	17,12	3,42	20,31	23,73	27,36	22,08	50,35	69,79	19,44	NO	28,49
R8	18,94	3,4	22,2	25,6	26,48	21,42	55,71	75,29	19,59	NO	27,66

PARED 2	Dist. Directa(m)	LI Transmido(dB)	LI total (dB)	Reducción(dB)
R1	10,64	-5,20	84,80	90
R2	6,14	-20,43	69,57	90
R3	7,68	-22,37	67,63	90
R4	2,01	-10,73	79,27	90
R5	9,12	-23,87	66,13	90
R6	4,62	-17,96	72,04	90
R7	11,17	-25,63	64,57	90
R8	5,32	-19,18	70,82	90

PARED 2	Dist. Directa(m)	Dist. F-P(m)	Dist. P-R(m)	Dist. Refleja(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir-(dist.dir./240X1000ms)	Tind-(dist.ind./240X1000ms)	Eco	LI total (dB)	
R1	5,74	6,28	9,8	16,08	36,85	25,46	47,29	30,41	NO	37,16	
R2	5,74	6,76	5,57	12,33	36,85	27,77	36,26	19,38	NO	37,36	
R3	9,79	7,36	9,35	16,71	32,21	25,13	28,79	20,35	NO	32,99	
R4	11,38	9,99	3,34	13,33	30,91	27,09	33,47	57,74	NO	32,42	
R5	13,93	8,18	11,95	20,13	29,15	23,51	40,97	59,21	18,24	NO	30,20
R6	14,81	10,81	6,8	17,61	28,62	24,67	43,56	51,79	8,24	NO	30,09
R7	17,12	8,68	14,4	23,08	27,36	22,32	50,35	67,88	17,53	NO	28,54
R8	18,94	14,28	6,24	20,52	26,48	23,35	55,71	60,35	4,65	NO	28,20

PARED 4	Dist. Directa(m)	LI Transmido(dB)	LI total (dB)	Reducción(dB)
R1	4,14	-22,01	52,99	75
R2	7,87	-27,58	47,42	75
R3	4,23	-22,19	52,81	75
R4	9,81	-29,50	45,50	75
R5	3,6	-20,79	54,21	75
R6	8,70	-28,46	48,54	75
R7	3,56	-20,69	54,31	75
R8	11,41	-30,81	44,19	75

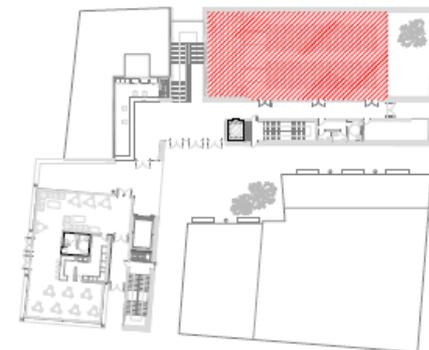
PARED 3	Dist. Directa(m)	Dist. F-P(m)	Dist. P-R(m)	Dist. Refleja(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir-(dist.dir./240X1000ms)	Tind-(dist.ind./240X1000ms)	Eco	LI total (dB)	
R1	5,74	20,58	15,91	36,49	36,85	19,24	16,88	107,32	90,44	SI	36,93
R2	5,74	20,5	14,85	35,35	36,85	19,51	16,88	103,97	87,09	SI	36,93
R3	9,79	20,51	10,58	31,09	32,21	20,63	28,79	91,44	62,65	SI	32,51
R4	11,38	20,67	9,92	30,59	30,91	20,77	33,47	89,97	56,50	SI	31,31
R5	13,93	20,59	6,87	27,46	29,15	21,71	40,97	80,76	39,79	NO	29,87
R6	14,81	20,56	5,88	26,42	28,62	22,04	43,56	77,71	34,15	NO	29,48
R7	17,12	20,76	3,88	24,64	27,36	22,65	50,35	72,47	22,12	NO	28,62
R8	18,94	20,72	1,84	22,56	26,48	23,41	55,71	66,35	10,65	NO	28,22

LI total (dB)	LI directo	LI pared 1	LI pared 2	LI pared 3	LI pared 4	LI techo	LI suelo	LI total (dB)
R1	36,85	28,09	25,46	19,24	30,05	22,94	36,89	40,80
R2	36,85	27,70	27,77	19,51	28,75	22,07	35,72	40,21
R3	32,21	21,55	25,13	20,63	26,73	19,49	32,62	36,66
R4	30,91	24,55	27,09	20,77	24,05	18,75	31,78	36,01
R5	29,15	23,32	23,51	21,71	25,36	16,68	29,54	34,31
R6	28,62	22,94	24,67	22,04	23,50	16,12	28,93	33,85
R7	27,36	22,08	22,32	22,65	24,32	14,49	27,22	32,76
R8	26,48	21,42	23,35	23,41	22,00	13,57	26,28	32,10

PARED 4	Dist. Directa(m)	Dist. F-P(m)	Dist. P-R(m)	Dist. Refleja(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir-(dist.dir./240X1000ms)	Tind-(dist.ind./240X1000ms)	Eco	LI total (dB)	
R1	5,74	6,6	2,88	9,48	36,85	30,05	16,88	27,88	11,00	NO	37,68
R2	5,74	6,27	7,6	13,87	36,85	26,75	40,79	23,91	NO	37,26	
R3	9,79	7,82	6,08	13,9	32,21	26,73	28,79	40,88	12,09	NO	33,30
R4	11,38	6,82	11,1	16,82	30,91	24,05	33,47	55,65	22,18	NO	31,72
R5	13,93	10,27	6,01	16,28	29,15	25,36	40,97	47,88	6,91	NO	30,67
R6	14,81	8,06	12,1	20,16	28,62	23,50	43,56	59,29	15,74	NO	29,78
R7	17,12	13,45	4,89	18,34	27,36	24,32	50,35	53,94	3,59	NO	29,11
R8	18,94	8,74	15,21	23,95	26,48	22,00	55,71	70,44	14,74	NO	27,81

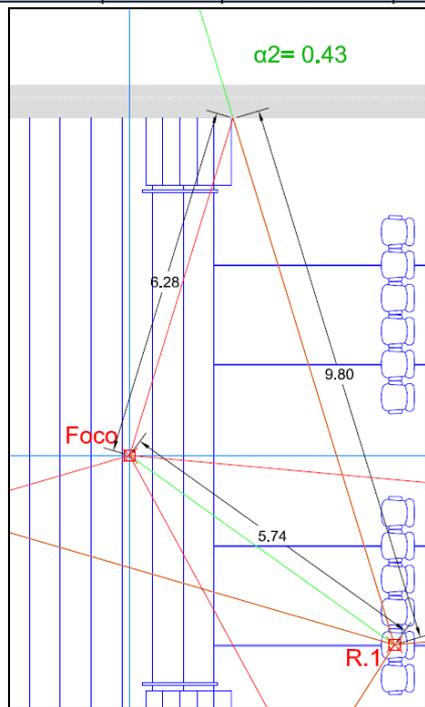
TECHO	Dist. Directa(m)	Dist. F-T(m)	Dist. T-R(m)	Dist. Refleja(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir-(dist.dir./240X1000ms)	Tind-(dist.ind./240X1000ms)	Eco	LI total (dB)	
R1	4,35	2,25	4,12	6,37	39,26	22,94	12,79	18,74	5,94	NO	39,36
R2	5,29	2,49	4,55	7,04	37,56	22,07	15,56	20,71	5,15	NO	37,68
R3	8,25	3,35	6,12	9,47	33,70	19,49	24,26	27,85	3,59	NO	33,86
R4	9,21	3,65	6,66	10,31	32,74	18,75	27,09	30,32	3,24	NO	32,91
R5	12,24	4,6	8,49	13,09	30,27	16,68	36,00	38,50	2,50	NO	30,46
R6	13,17	4,94	9,02	13,96	29,64	16,12	38,74	41,06	2,32	NO	29,83
R7	16,19	5,96	10,88	16,84	27,85	14,49	47,62	49,53	1,91	NO	28,04
R8	18,15	6,63	12,1	18,73	26,85	13,57	53,38	55,09	1,71	NO	27,05

SUELO	Dist. Directa(m)	Dist. F-S(m)	Dist. S-R(m)	Dist. Refleja(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir-(dist.dir./240X1000ms)	Tind-(dist.ind./240X1000ms)	Eco	LI total (dB)	
R1	4,35	3,8	1,62	5,42	39,26	36,89	12,79	15,94	3,15	NO	41,25
R2	5,29	4,35	1,85	6,2	37,56	35,72	15,56	18,24	2,68	NO	39,75
R3	8,25	6,21	2,65	8,86	33,70	32,62	24,26	26,06	1,79	NO	36,21
R4	9,21	6,84	2,92	9,76	32,74	31,78	27,09	28,71	1,62	NO	35,30
R5	12,24	8,94	3,69	12,63	30,27	29,54	36,00	37,15	1,15	NO	32,93
R6	13,17	9,5	4,05	13,55	29,64	28,93	38,74	39,85	1,12	NO	32,31
R7	16,19	11,57	4,94	16,51	27,85	27,22	47,62	48,56	0,94	NO	30,55
R8	18,15	12,92	5,51	18,45	26,85	26,26	53,38	54,21	0,82	NO	29,58



Estudio Acústico (Cálculos)

PARED 2	Dist. Directa(m)	Dist. F-P(m)	Dist. P-R(m)	Dist. Reflejada(m)	LI Directo(dB)	LI Indirecto(dB)	Tdir=(dist.dir./340)X1000(ms)	Tind=(dist.ind./340)X1000(ms)	Eco	LI total (dB)
R1	5,74	6,28	9,8	16,08	36,85	25,46	16,88	47,29	30,41 NO	37,16
R2	5,74	6,76	5,57	12,33	36,85	27,77	16,88	36,26	19,38 NO	37,36
R3	9,79	7,36	9,35	16,71	32,21	25,13	28,79	49,15	20,35 NO	32,99
R4	11,38	9,99	3,34	13,33	30,91	27,09	33,47	39,21	5,74 NO	32,42
R5	13,93	8,18	11,95	20,13	29,15	23,51	40,97	59,21	18,24 NO	30,20
R6	14,81	10,81	6,8	17,61	28,62	24,67	43,56	51,79	8,24 NO	30,09
R7	17,12	8,68	14,4	23,08	27,36	22,32	50,35	67,88	17,53 NO	28,54
R8	18,94	14,28	6,24	20,52	26,48	23,35	55,71	60,35	4,65 NO	28,20



-Pared 2: Panel Acústico Estrella 1 $\alpha = 0,43$

-NIVEL DE INTENSIDAD DIRECTA: $LI = LW - 11 - 20 \log r$

-NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: $L_{ref} = LW - 11 - 20 \log r + 10 \log(1 - \alpha)$

-NIVEL TOTAL (SUP. DE NIVELES): $L_{total} = 10 \log (10^{(LI/10)} + 10^{(LI1/10)} + 10^{(LI2/10)} + 10^{(LI3/10)})$

-Tiempo directo = $(\text{Dist. Directa} / 340) \times 1000 = 16,88 \text{ ms}$

-Tiempo Indirecto = $(\text{Dist. Indirecta} / 340) \times 1000 = 47,29 \text{ ms}$

- ECO = T. Indirecto - T. Directo = 30,41 ms < 50 ms No hay eco

Estudio Acústico (Cálculos)

-Tiempo de reverberación

$$T = \frac{0,16 V}{A} \quad [s]$$

F=500Hz CÁLCULO DE REVERBERACIÓN

ZONA	SUPERFICIE	COEF. ABS.	MATERIAL	SALA LLENA	SALA VACÍA	SALA AL 50%
Parod 1	36,82	0,62	Panel acústico Estralla 1	22,83	22,83	22,83
Parod 2	96,78	0,62	Panel acústico Estralla 1	60,00	60,00	60,00
Parod 3	47,88	0,18	Cortina acústica Abso	8,62	8,62	8,62
Parod 3'	1,68	0,62	Panel acústico Estralla 1	1,04	1,04	1,04
Parod 4	81,73	0,62	Panel acústico Estralla 1	50,67	50,67	50,67
Parod 4'	17,29	0,08	Puerta acústica	1,38	1,38	1,38
Público	145,62	0,5	Espectador	72,81	0,00	36,41
Suelo	216,2	0,03	Linóleo Marmorotto	2,12	8,49	1,06
Escenario	61,58	0,08	Contrachapado madera	4,93	4,93	4,93
Techo	279,73	0,95	Eurocusic Altos	265,74	265,74	265,74
Absorción				490,35	421,70	452,68

Superficie	279,73 m ²
Volumen	1174,86 m ³

Método de cálculo general del tiempo de reverberación:

1. Absorción acústica, A, se calculará a partir de la expresión: $A = \sum a_m S_m + \sum A + 4m \cdot V$ (m²)

A sala llena= $490,35 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 519,34$ m²

A sala vacía= $421,70 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 449,90$ m²

A sala al 50%= $452,68 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 490,88$ m²

2. Tiempo de reverberación, T, de un recinto se calcula mediante la expresión: $T = (0,16 \cdot V) / A$ (s)

Tiempo óptimo de reverberación 0,40 - 1,00 s. CTE

El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías no será mayor que 0,7 s. CTE

El tiempo de reverberación en salas de conferencias llenas no será mayor que 0,5 s. CTE

T sala llena= $(0,16 \cdot 1174,86) / 519,3 = 0,36$ s

T sala vacía= $(0,16 \cdot 1174,86) / 449,90 = 0,42$ s

T sala al 50%= $(0,16 \cdot 1174,86) / 490,88 = 0,39$ s

F=1000Hz CÁLCULO DE REVERBERACIÓN

ZONA	SUPERFICIE	COEF. ABS.	MATERIAL	SALA LLENA	SALA VACÍA	SALA AL 50%
Parod 1	36,82	0,35	Panel acústico Estralla 1	12,89	12,89	12,89
Parod 2	96,78	0,35	Panel acústico Estralla 1	33,87	33,87	33,87
Parod 3	47,88	0,31	Cortina acústica Abso	14,84	14,84	14,84
Parod 3'	1,68	0,35	Panel acústico Estralla 1	0,59	0,59	0,59
Parod 4	81,73	0,35	Panel acústico Estralla 1	28,61	28,61	28,61
Parod 4'	17,29	0,1	Puerta acústica	1,73	1,73	1,73
Público	145,62	0,6	Espectador	87,37	0,00	43,69
Suelo	216,2	0,04	Linóleo Marmorotto	2,82	8,65	1,41
Escenario	61,58	0,09	Contrachapado madera	5,54	5,54	5,54
Techo	279,73	0,95	Eurocusic Altos	265,74	265,74	265,74
Absorción				454,01	372,46	408,91

Superficie	279,73 m ²
Volumen	1174,86 m ³

Método de cálculo general del tiempo de reverberación:

1. Absorción acústica, A, se calculará a partir de la expresión: $A = \sum a_m S_m + \sum A + 4m \cdot V$ (m²)

A sala llena= $454,01 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 482,20$ m²

A sala vacía= $372,46 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 400,66$ m²

A sala al 50%= $408,91 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 437,11$ m²

2. Tiempo de reverberación, T, de un recinto se calcula mediante la expresión: $T = (0,16 \cdot V) / A$ (s)

Tiempo óptimo de reverberación 0,40 - 1,00 s. CTE

El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías no será mayor que 0,7 s. CTE

El tiempo de reverberación en salas de conferencias llenas no será mayor que 0,5 s. CTE

T sala llena= $(0,16 \cdot 1174,86) / 482,20 = 0,39$ s

T sala vacía= $(0,16 \cdot 1174,86) / 400,66 = 0,47$ s

T sala al 50%= $(0,16 \cdot 1174,86) / 437,11 = 0,43$ s

F=2000Hz CÁLCULO DE REVERBERACIÓN

ZONA	SUPERFICIE	COEF. ABS.	MATERIAL	SALA LLENA	SALA VACÍA	SALA AL 50%
Parod 1	36,82	0,25	Panel acústico Estralla 1	9,21	9,21	9,21
Parod 2	96,78	0,25	Panel acústico Estralla 1	24,20	24,20	24,20
Parod 3	47,88	0,27	Cortina acústica Abso	12,93	12,93	12,93
Parod 3'	1,68	0,25	Panel acústico Estralla 1	0,42	0,42	0,42
Parod 4	81,73	0,25	Panel acústico Estralla 1	20,43	20,43	20,43
Parod 4'	17,29	0,1	Puerta acústica	1,73	1,73	1,73
Público	145,62	0,58	Espectador	84,46	0,00	42,23
Suelo	216,2	0,04	Linóleo Marmorotto	2,82	8,65	1,41
Escenario	61,58	0,1	Contrachapado madera	6,16	6,16	6,16
Techo	279,73	1	Eurocusic Altos	279,73	279,73	279,73
Absorción				442,08	363,45	398,44

Superficie	279,73 m ²
Volumen	1174,86 m ³

Método de cálculo general del tiempo de reverberación:

1. Absorción acústica, A, se calculará a partir de la expresión: $A = \sum a_m S_m + \sum A + 4m \cdot V$ (m²)

A sala llena= $470,28 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 470,28$ m²

A sala vacía= $363,45 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 391,64$ m²

A sala al 50%= $398,44 + 4 \cdot 0,006 \cdot 1174,86 = 426,64$ m²

2. Tiempo de reverberación, T, de un recinto se calcula mediante la expresión: $T = (0,16 \cdot V) / A$ (s)

Tiempo óptimo de reverberación 0,40 - 1,00 s. CTE

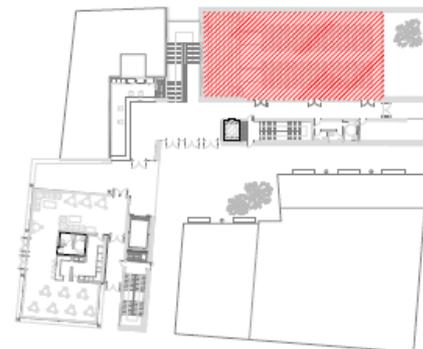
El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías no será mayor que 0,7 s. CTE

El tiempo de reverberación en salas de conferencias llenas no será mayor que 0,5 s. CTE

T sala llena= $(0,16 \cdot 1174,86) / 470,28 = 0,40$ s

T sala vacía= $(0,16 \cdot 1174,86) / 391,64 = 0,48$ s

T sala al 50%= $(0,16 \cdot 1174,86) / 426,64 = 0,44$ s





Estudio Acústico (Cálculos)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

F=2000Hz CÁLULO DE REVERBERACIÓN

ZONA	SUPERFICIE	COEF. ABS.	MATERIAL	SALA LLENA	SALA VACÍA	SALA AL 50%
Pared 1	36,82	0,25	Panel acústico Estrella 1	9,21	9,21	9,21
Pared 2	96,78	0,25	Panel acústico Estrella 1	24,20	24,20	24,20
Pared 3	47,88	0,27	Cortina acústica Abso	12,93	12,93	12,93
Pared 3'	1,68	0,25	Panel acústico Estrella 1	0,42	0,42	0,42
Pared 4	81,73	0,25	Panel acústico Estrella 1	20,43	20,43	20,43
Pared 4'	17,29	0,1	Puerta acústica	1,73	1,73	1,73
Público	145,62	0,58	Espectador	84,46	0,00	42,23
Suelo	216,2	0,04	Linóleo Marmorette	2,82	8,65	1,41
Escenario	61,58	0,1	Contrachapado madera	6,16	6,16	6,16
Techo	279,73	1	Eurocastic Altes	279,73	279,73	279,73
Absorción				442,08	363,45	398,44

Superficie	279,73 m ²
Volúmen	1174,86 m ³ .

Método de cálculo general del tiempo de reverberación:
1. Absorción acústica, A, se calculará a partir de la expresión: $A = \sum \alpha_m x S + \sum A + 4 x m x V$ (m ²)
A sala llena= $470,28 + 4 x 0,006 x 1174,86 = 470,28$ m ² A sala vacía= $363,45 + 4 x 0,006 x 1174,86 = 391,64$ m ² A sala al 50%= $398,44 + 4 x 0,006 x 1174,86 = 426,64$ m ²
2. Tiempo de reverberación, T, de un recinto se calcula mediante la expresión: $T = (0,16 x V) / A$ (s) Tiempo óptimo de reverberación 0,40 - 1,00 s. CTE El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías no será mayor que 0,7 s. CTE El tiempo de reverberación en salas de conferencias llenas no será mayor que 0,5 s. CTE
T sala llena= $(0,16 x 1174,86) / 470,28 = 0,40$ s T sala vacía= $(0,16 x 1174,86) / 391,64 = 0,48$ s T sala al 50%= $(0,16 x 1174,86) / 426,64 = 0,44$ s

-Área de cada una de las superficies

-Coeficiente de Absorción del material

-Sala llena

-Sala vacía

-Sala al 50%

-Cálculo de Absorción Acústica:

$$A = \sum \alpha_m x S + \sum A + 4 x m x V \text{ (m}^2\text{)}$$

-Tiempo de Reverberación (Formula de Sabine)

$$T = \frac{0,16 V}{A} \text{ [s]}$$

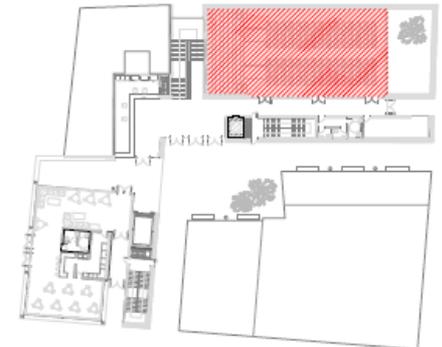


Estudio Acústico (Cálculos)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- ECO: si la diferencia entre T. Reflejado y Directo es superior a 50ms.
- Tiempo óptimo de reverberación 0,40 – 1,00 s. CTE
- El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías no será mayor que 0,7 s. CTE
- El tiempo de reverberación en salas de conferencias llenas no será mayor que 0,5 s. CTE





Cumplimiento de Normativa



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

–NORMATIVA DE APLICACIÓN:

- CTE (Código Técnico de la Edificación)
- Catálogo de Elementos Constructivos del CTE
- DB–HR (Documento Básico Protección frente al Ruido)
- Ordenanza Municipal de Protección contra la Contaminación Acústica
- Ley 37/2003 del Ruido
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental



Conclusiones



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

- Resultados de materiales y acabados, tiempo de reverberación óptimo.
- Futuro uso de la sala.
- Combinación de materiales.
- Materiales con altos coeficientes de absorción.
- Disminuir lo posible la afección debido al gran volumen de las salas.