
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y POSTERIOR PROPUESTA DE REFORMA ACÚSTICA DE LA CASA CULTURAL DE PUERTO DE SAGUNTO (VALENCIA).



AUTOR:

ADRIÁN GÓMEZ GIMÉNEZ

TUTOR ACADÉMICO:

VICENTE GÓMEZ LÓZANO. DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

E.T.S D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Resumen

Estudio y análisis de la Casa Cultural de Puerto de Sagunto, mediante el uso de técnicas e instrumentos, los cuales me ayudarán a obtener los resultados para, posteriormente, modificarla y adecuarla constructivamente y acústicamente, adecuándome al cumplimiento de la normativa actual y vigente.

Palabras clave: Intervención acústica, auditorio, sala de exposición y medición acústica.

Estudi i anàlisi de la Casa Cultural de Port de Sagunt, per mitjà de l'ús de tècniques i instruments, els quals m'ajudaran a obtenir els resultats per a, posteriorment, modificar-la i adequar-la constructivament i acústicament, adequant-me al compliment de la normativa actual i vigent.

Paraules claus: Intervenció acústica, auditori, sala d'exposició i mesura acústica.

SUMMARY: Study and analysis of the Cultural House Puerto de Sagunto, using techniques and tools, which will help me get the results to then modify and adapt constructively and acoustically, compliance with current regulations.

Keywords: Acoustic intervention, auditorium, exhibition hall and acoustic measurement.

Agradecimientos

Agradecer a mi familia, en especial a mi madre y mi abuela, por todo el apoyo incondicional que han mostrado todos estos años, en los malos y en los buenos momentos, sin ellas no hubiera sido posible alcanzar esta meta. También cabe mencionar, a mis tíos, a mis primos y, sin lugar a duda a mi pareja.

En segundo lugar, a la Universitat Politècnica de València por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, decir que ha sido un placer poder desarrollar mis estudios universitarios aquí, y que repetiría sin duda. Agradecer a todos los profesores y ante todo profesionales que he tenido en la Escuela de Arquitectura Técnica ya que me han hecho crecer tanto profesionalmente como personalmente.

Acrónimos utilizados

BIM: Building Information Modeling

CAD: Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

CTE: Código Técnico de la Edificación

UPV: Universitat Politècnica de València.

INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo

FIVE: Instituto Valenciano en la Edificación

SIMAC: Simulación Acústica (Software)

TR: Tiempo de Reverberación

GR: Grado de Reverberación

Br: Brillo

BR: Calidez

C80: Claridad

D50: Definición.

Índice

Contenido

Resumen	1
Agradecimientos	2
Acrónimos utilizados	3
Índice	4
1. Introducción.....	6
1.1 Objeto del proyecto	7
1.1.1 Procedimiento del Objetivo del Proyecto	8
1.2 Situación y entorno	8
1.3 Descripción General	13
1.3.1 Características Generales	13
1.3.2 Características Particulares	26
2. Estado Actual	28
2.1 Encuestas.....	29
3. Conceptos Acústicos.....	31
3.1 Definición de la Acústica y sus parámetros.....	32
4. Mediciones “In Situ”	41
4.1 Instrumentos utilizados.....	42
4.1.1 Sonómetro integrador con bandas de octavas	42
4.1.2 Micrófono de Condensador de Campo Libre	43
4.1.3 Fuente Sonora	43
4.1.4 Micrófono de Condensador de Incidencia Aleatoria	44
4.1.5 Portátil Preparado con Software “Dirac”	44
4.2 Mediciones de aislamiento	45
4.2.1 Paramento de Fachada Planta Baja.....	45
4.2.2 Paramento de Fachada Planta Primera.....	47
4.2.3 Paramento entre Auditorio y Sala de Exposiciones	48
4.3 Mediciones de tiempos de reverberación.	49
5. Análisis de Mediciones y Parámetros de Calidad.	52
5.1 Aislamiento.....	53
5.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo.....	53
5.1.2 Zonificación	56
5.1.3 Cálculo del Aislamiento	59

5.2	Parámetros de Calidad	63
5.2.1	Tiempo de Reverberación	63
6.	Simulación Acústica Del Estado Actual.....	97
6.1	Simulación mediante Software	98
6.2	Interpretación de los datos obtenidos.....	100
6.2.1	Auditorio.....	101
6.2.2	Sala de Exposición.....	110
7.	Conclusiones Estado Actual	115
8.	Propuesta de Mejora.....	117
8.1	Propuestas Planteadas.....	118
8.2	Fichas aislamiento acústico CTE – DB - HR.....	122
9.	Planos Propuestos.....	128
9.1	Planos modificados con las mejoras propuestas.....	129
9.2	Zonificación reforma.....	134
9.3	Evacuación y seguridad.....	137
9.4	Implantación y evacuación de residuos.....	140
10.	Valoración Económica	141
11.	Simulación Virtual en 3D	150
12.	Conclusión.....	154
13.	Bibliografía	157
14.	Anexos.....	160
14.1	Tablas Excel y Fichas Técnicas.....	161
14.2	Planos a Escala	164

1. Introducción

1.1 Objeto del proyecto

El objeto del proyecto, se basa en un estudio del salón de actos y sala de exposición de la Casa Cultural de Puerto de Sagunto, en busca de la mejora del acondicionamiento acústico de las instalaciones.

Actualmente, ambos salones están continuamente en uso, ya que se celebran todo tipo de eventos oficiales, teatros, representaciones, etc. y todo ello a pesar de que el edificio se encuentra con una mala condición acústica.

La acústica según me han comentado no es la mejor y además los vecinos no están muy contentos ya que se quejan del poco aislamiento del local, además, según me ha comunicado el Vicealcalde del Ayuntamiento de Sagunto, Guillermo Sampredo, en estos momentos la Unión Musical Porteña, les está pidiendo permiso para poder hacer conciertos o actuaciones en dicha casa, pero no cabe duda que, por estos momentos, esos permisos son siempre “negativos”. Cabe señalar que una vecina afectada es mi abuela y soy consciente del malestar producido por esta mala condición acústica, por eso, al llevar mi propuesta al Ayuntamiento de Sagunto y ver que este trabajo les podía ayudar a mejorarla, me han dado la libertad para llevarlo a cabo, puesto que están interesados en hacer una reforma y mejorar la condición acústica.

El Edificio data de 1930 siendo su dueño y constructor D. Juan Omarrementería Boriaticoichea, hermano de D. Ciriaco Omarrementería Boriaticoichea, los cuales fueron los dueños de los cines más importantes de asueto de toda la juventud y la niñez de las personas de este pueblo. Los cines Victoria, nombre entonces de dicha sala, era destinando al uso de reproducciones cinematográficas y muchas representaciones teatrales y variedades. Es de consideración también decir que, aquí se representó actuaciones de muchos artistas famosos de los años 30, 40 y 50.

Añadir que, los Cines Victoria fueron cerrados en los años 70, pues se había convertido en una sala obsoleta e incómoda.

Junto al Cine Victoria estaba la “Fonda Vizcaya”, propiedad de Juan Villasante y que fue lugar de reunión de muchos vascos venidos hasta el Puerto de Sagunto.

Por último, en el año 1985, dicho edificio fue adquirido por el Ayuntamiento de Sagunto y fue remodelado en su totalidad, para que fuera la sede de la Casa de la Cultura, la cual se está analizando. En la actualidad, en este salón es donde se pasan películas, se dan obras de teatro, conciertos musicales, presentaciones falleras, etc. En el mismo también hay un salón para exposiciones y se dan clases de dibujo, pintura, cerámica, macramé y bolillos, por parte de la Universidad Popular.

En las dos imágenes siguientes podemos comprobar la diferencia del estado en que se encontraba antes de la adquisición por parte del Ayuntamiento de Sagunto y la actualidad:



Ilustración 1. Casa de Cultura en el año 1980.



Ilustración 2. Casa de Cultura en la Actualidad.

1.1.1 Procedimiento del Objetivo del Proyecto

- Analizar la casa cultural, toma de datos, medidas, características técnicas y encuestas a los representantes y trabajadores para saber qué opinan de la calidad del sonido, instalaciones etc.

- Estudio acústico actual mediante los equipos correspondientes, se realizará una medición “in situ” con los aparatos que nos proporciona el laboratorio de física aplicada de la ETSA (Escuela Superior de Arquitectura), de la UPV (Universitat Politècnica de València). Con este estudio se conseguirán un conjunto de valores y parámetros, que se interpretarán para definir el comportamiento acústico de las salas.

- Reforma interior adaptándose a una solución acústica equilibrada y económica, se elaborará una propuesta de mejora de las instalaciones, incluyendo en la misma un presupuesto económico-material lo más ajustado posible, por si, al final, se llevara a cabo dicha reforma.

Por ello, se debe analizar en profundidad los parámetros acústicos que caracterizan la construcción. Con estos datos, se podrá presentar una solución que combine los diferentes usos que albergan las salas de forma que la acústica se adapte a las necesidades y a sus fines.

1.2 Situación y entorno

El edificio se encuentra ubicado en la Calle Progreso, nº 9, en la localidad de Puerto de Sagunto, provincia de Valencia.

Éste se sitúa en pleno núcleo urbano, es más, se encuentra en el centro de la localidad, siendo así, muy accesible para las personas del pueblo. Está rodeado de viviendas residenciales tanto por su lado trasero como por su lado izquierdo. En el lado derecho no es medianero con nada, ya que, como se observa, es un edificio esquinero. Añadir que, en sus alrededores próximos hay dos plazas muy concurridas por el tránsito de personas juveniles.

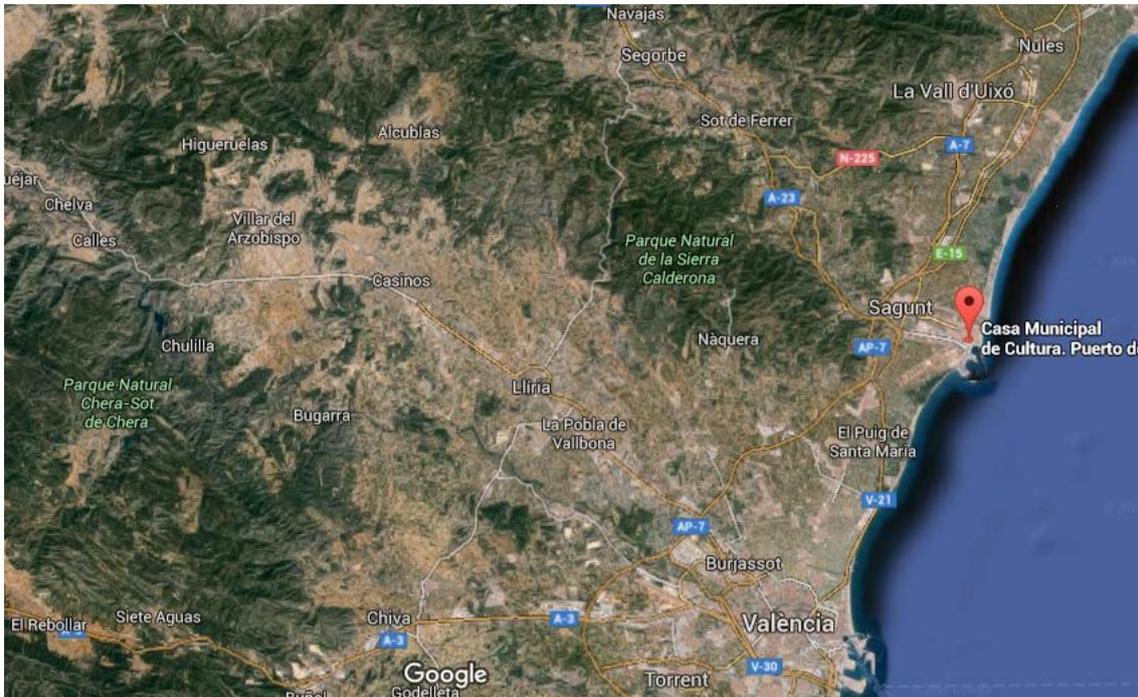


Ilustración 3. Situación General. Google Maps.



Ilustración 4. Situación Concreta. Google Maps.



Ilustración 5. Situación Exacta. Google Maps.



Ilustración 6. Fachada Principal.



Ilustración 7. Esquina Fachada Principal.



Ilustración 8. Fachada Lateral Derecha.



Ilustración 9. Puerta Principal.

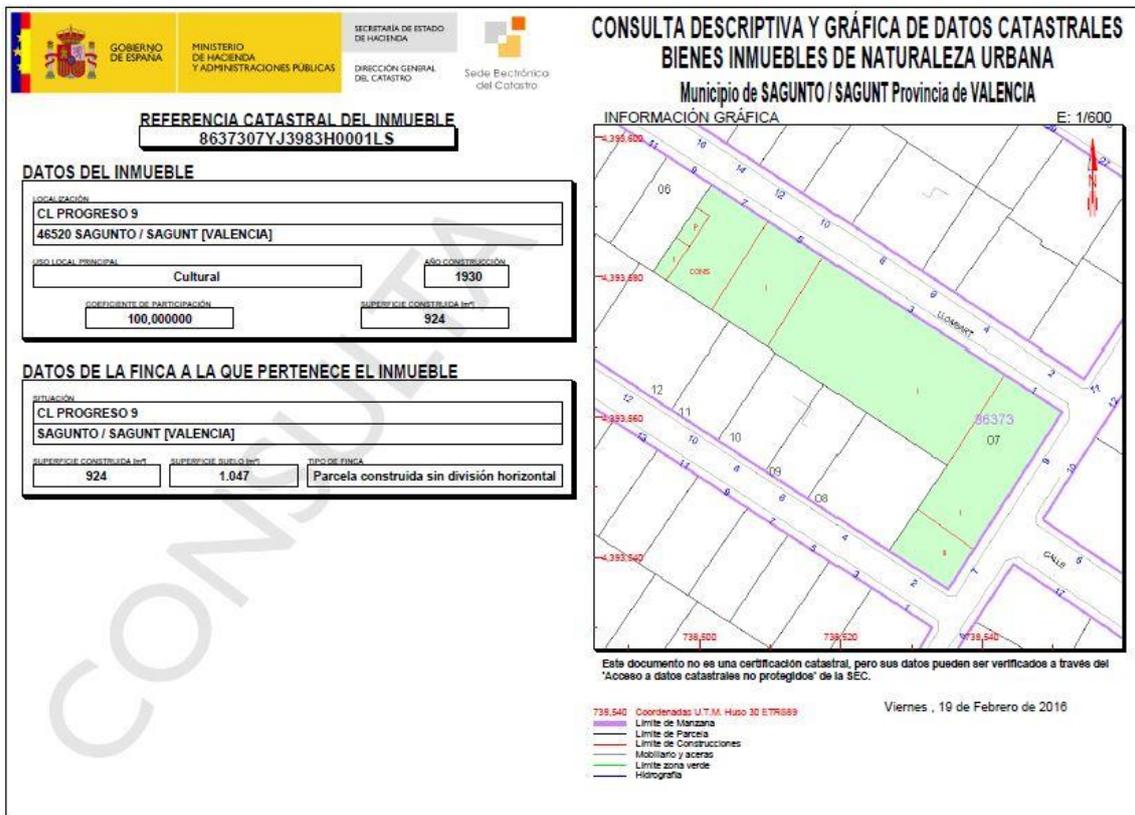


Figura 10. Ficha Catastral. Sede Electrónica del Catastro. Año 2016.

Los datos obtenidos por la ficha catastral nos indican:

- La referencia catastral del inmueble “8637307YJ3983H0001LS”, sita en la Calle Progreso, nº 9, de Puerto de Sagunto, Valencia.
- Año de construcción 1930, con uso principal como “Cultural”.
- Una superficie total construida de 924 m² sin división horizontal.
- Superficie de suelo de 1.047 m².
- Un coeficiente de participación del 100%.
- Existe una reforma de tipo medio en el año 1985.

1.3 Descripción General

1.3.1 Características Generales

El edificio está situado en Puerto de Sagunto (Valencia). Tiene 924 m² construidos según el Catastro. Está compuesto en tres plantas: Planta Sótano, Planta Baja y Planta Primera.

En la Planta Sótano, se encuentra el almacén, donde se puede ubicar todo el material necesario para las representaciones teatrales.



Ilustración 11. Cuarto Almacén 1.



Ilustración 12. Cuarto Almacén 2.

En la Planta Baja es donde se sitúa el acceso al edificio. Al entrar, lo primero que se encuentra es el vestíbulo, en el cual está situada la recepción y los baños. Al lado de la recepción se tiene una puerta la cual conduce a los talleres de Pintura. Seguido al vestíbulo, se sitúa la Sala de Exposiciones y la escalera que permite subir a la Planta Primera. Por último, se encuentra el acceso al Auditorio.



Ilustración 13. Entrada Principal.



Ilustración 14. Recepción.



Ilustración 15. Entrada Planta Baja.



Ilustración 16. Sala de Exposición.



Ilustración 17. Sala de Exposición.



Ilustración 18. Entrada Auditorio.



Ilustración 19. Auditorio Vista Escenario.



Ilustración 20. Auditorio Vista Público.

En la Planta Primera, están situadas las aulas donde se imparten clases de expresión corporal y cerámica. Por otro lado, está el graderío del Auditorio, la sala de proyección y el cuarto de instalaciones.



Ilustración 21. Graderío Auditorio – Parte Derecha.



Ilustración 22. Graderío Auditorio - Parte Central.



Ilustración 23. Graderío Auditorio - Parte Izquierda.

CUADRO DE SUPERFICIES:

CUADRO DE SUPERFICIES			
	Espacios	Superficie Útil (m ²)	Superficie Construida(m ²)
Planta Sótano	Almacén 1	18,99	305,70
	Almacén 2	18,99	
	Almacén 3	41,5	
	Almacén 4	13,85	
	Almacén sin uso deter.	130,88	
	Entrada Almacén	22,25	
Planta Baja	Camerino 2	18,39	1070,10
	Sala Descanso	6,51	
	Limpieza	2,62	
	Aseos	8,61	
	Administración	11,9	
	Camerino 3	14,53	
	Camerino 4	15,66	
	Elementos Comunes	16,39	
	Entrada	32,96	
	Escenario	137,86	
	Patio de Butacas	289,55	
	Sala de Exposición	135,76	
	Vestíbulo	82,92	
	Servicios	23,1	
	Cuartos Varios	29,3	
	Pintura 1	50,73	
	Pintura 2	58,16	
Planta Primera	Sala Polivalente	117,48	781,65
	Escenario	137,86	
	Patio de Butacas	187,39	
	Sala de Proyección	28,57	
	Cuarto de A.A.	20,65	
	Elementos Comunes	72,25	
	Taller de Expresión Corporal	121,68	
	Ceramica 1	60,79	
Ceramica 2	57,94		
Planta Cubierta	Sala Polivalente	117,48	158,9
		2103,5	2316,35

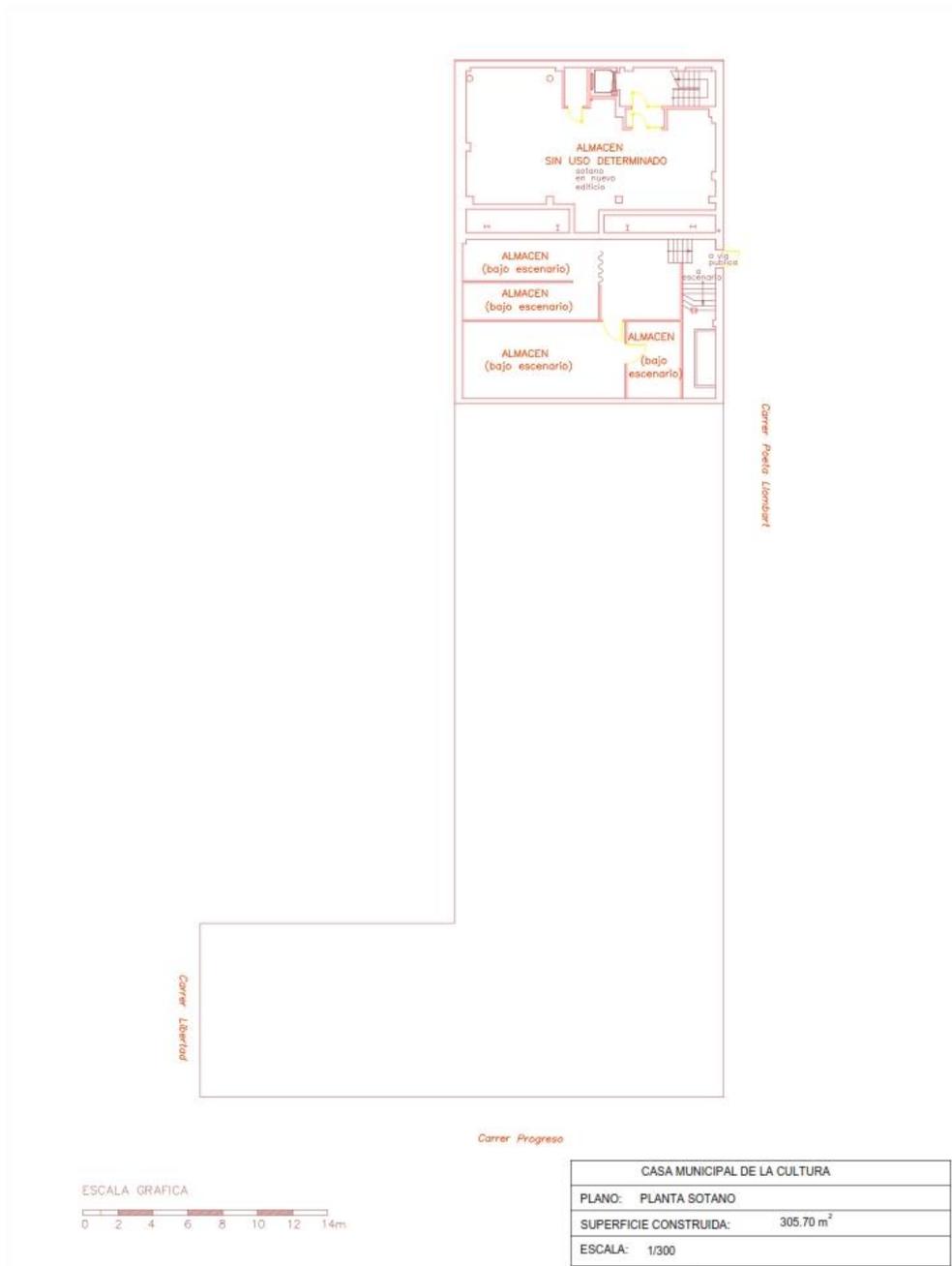
A continuación, se incluye las plantas en CAD, las cuales se adjuntarán correctamente escaladas en Anexos:



Ilustración 24. Zonificación General Casa Cultura.

	<p>EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS</p>	<p>VALTECNIC SOCIETAT DE TASACIÓ FECHA: ABRIL 2002</p>
---	--	---

<p>EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS</p>	<p>Nº INVENTARIO 1.1.0010.05</p>
---	---



Il·lustración 25. Planta Sótano. Sin Reforma.

	<p>EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS</p>	<p>VALTECNIC SOCIEDAD DE FASACION FECHA: ABRIL 2002</p>
---	--	--

<p>EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS</p>	<p>Nº INVENTARIO 1.1.0010.05</p>
---	---



Ilustración 26. Planta Baja. Sin reforma.

	<p>EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS</p>	<p>VALTECNIC SOCIEDAD DE TASACION FECHA: ABRIL 2002</p>
---	--	--

<p>EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS</p>	<p>Nº INVENTARIO 1.1.0010.05</p>
---	---

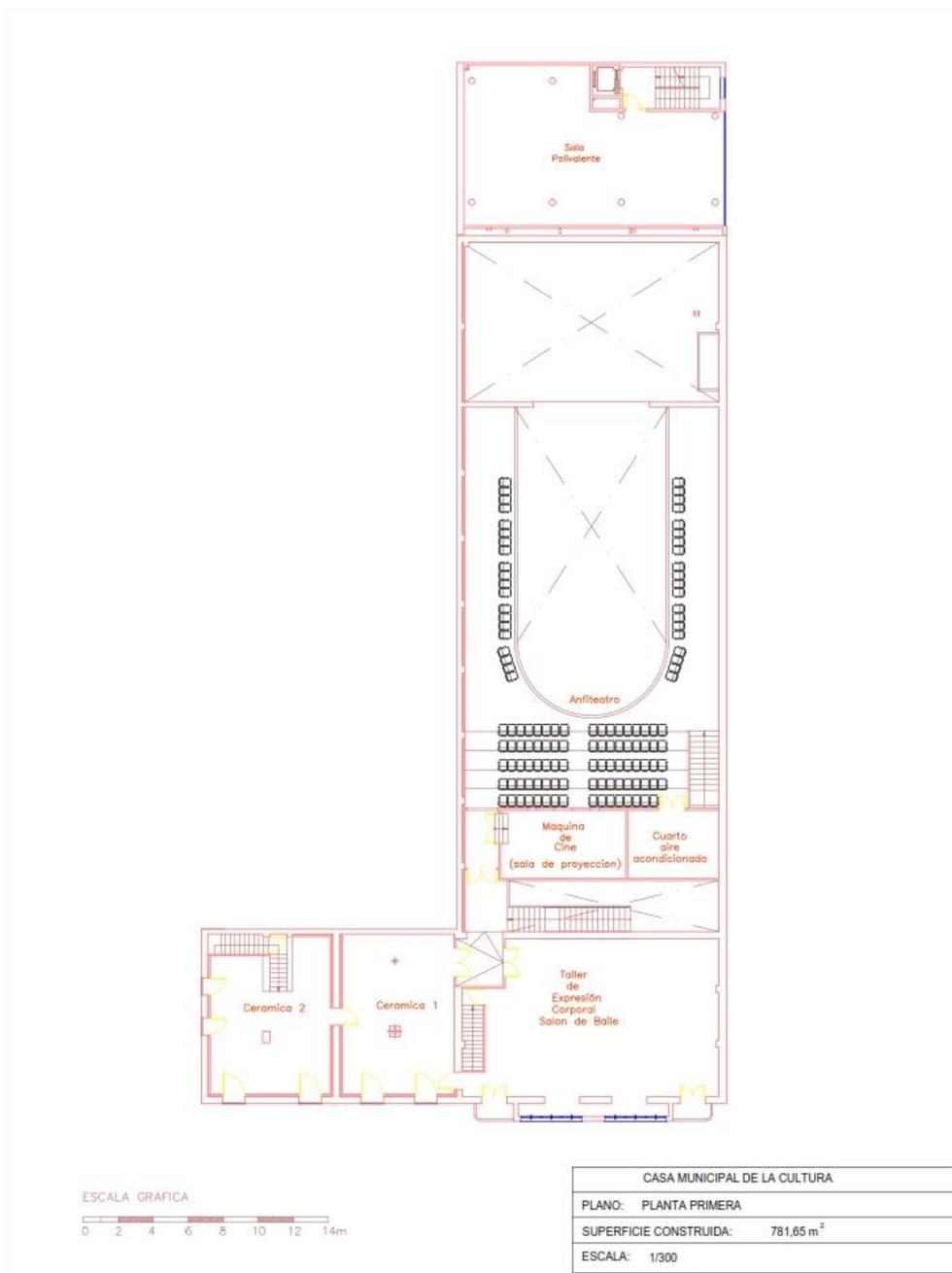


Ilustración 27. Planta Primera. Sin reforma.

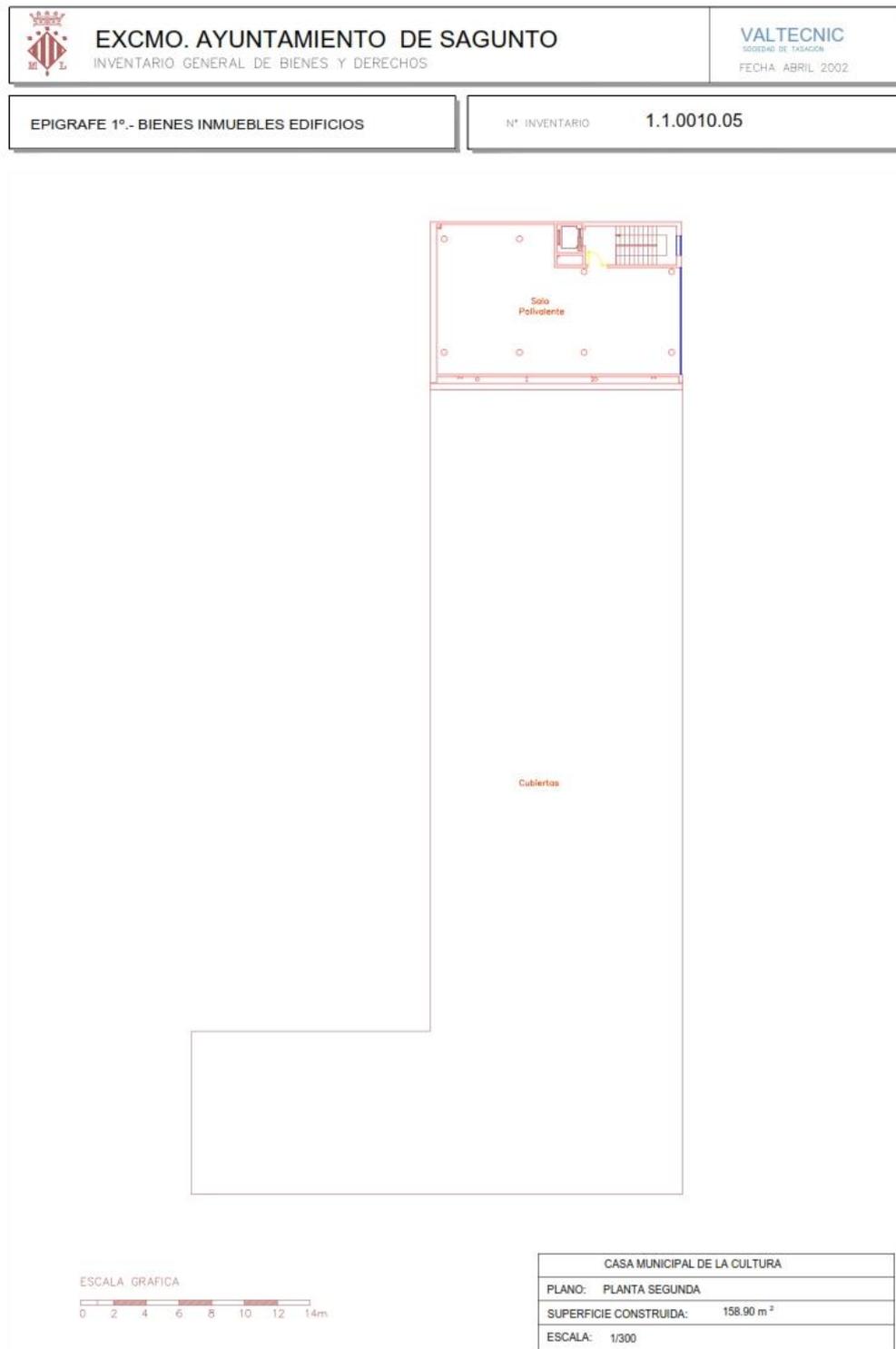


Ilustración 28. Planta Cubierta. Sin reforma.

 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS	VALTECNIC SOCIEDAD DE TASACION FECHA: ABRIL 2002
--	---

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS	Nº INVENTARIO: 1.1.0010.05
--	-----------------------------------

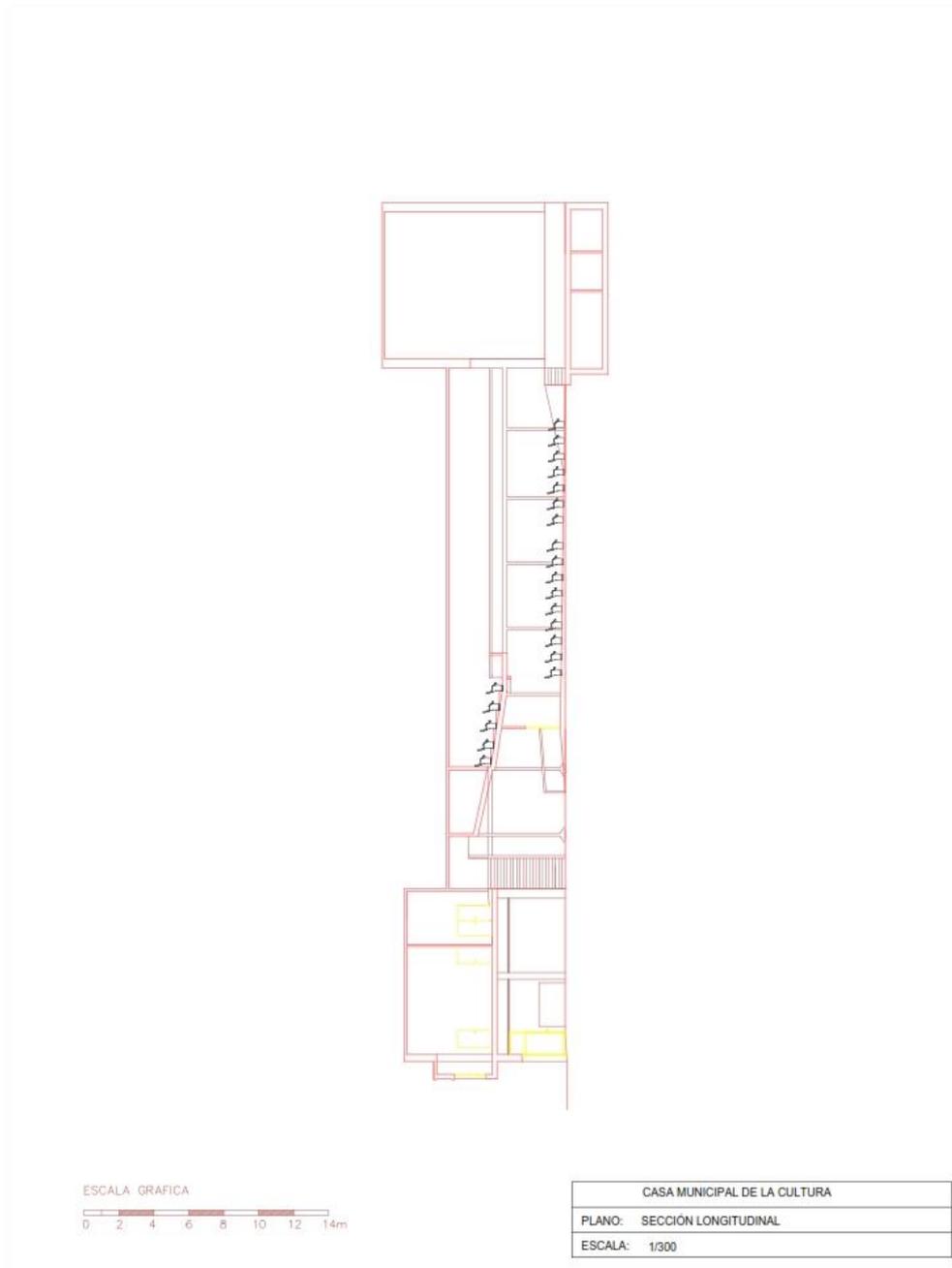


Ilustración 29. Sección Longitudinal. Sin reforma.

1.3.2 Características Particulares

- **Pared medianera entre aulas**

Formada por ladrillo hueco doble de 33x16x7cm rejuntado con mortero de cemento (1:6), junta de aproximadamente 1cm. Enlucido de yeso de 1,5cm de espesor y acabado de pintura lisa.



Ilustración 30. Pared medianera entre aulas.

- **Pared exterior fachada**

Debido a la falta de documentación al respecto y a la imposibilidad de realizar catas que suministrasen dicha información. Se ha remontado a la historia de la edificación en Valencia en los años 30, formada por piedras de gran formato de mampostería enfoscadas en su cara exterior, una cámara de aire y ladrillo hueco doble de 33x16x7 cm rejuntado con mortero de cemento, junta aproximada de 1 cm. e interior de enlucido de yeso acabado liso y pintado.

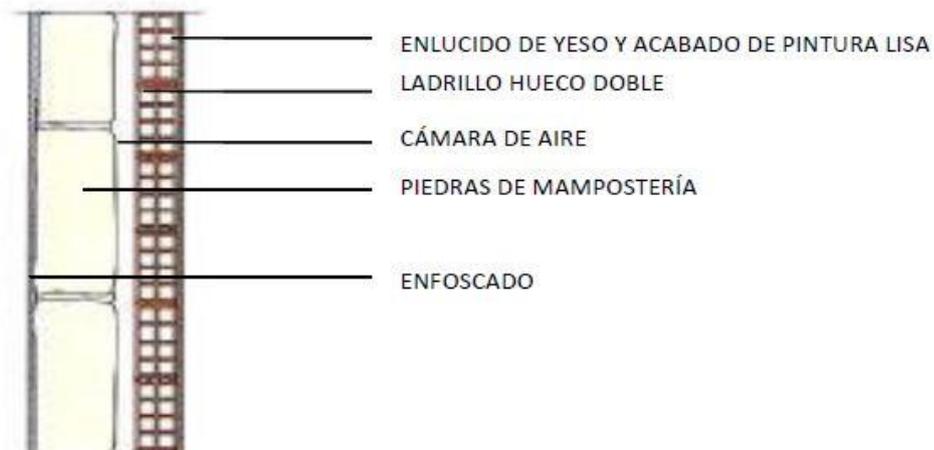


Ilustración 31. Pared exterior fachada.

- **Techo**

El techo con cámara de aire, está realizado con placas de yeso laminado suspendido mediante tirantes metálicos y en su parte interior hay aislamiento de lana de roca de 30mm.

- **Suelo**

El pavimento está realizado con moqueta sobre una capa de pintura de resina epoxi y ésta colocada sobre una solera de hormigón.

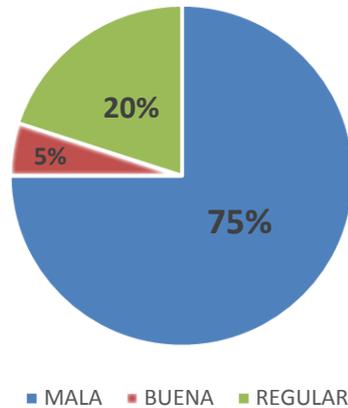


Ilustración 32. Suelo Auditorio.

2. Estado Actual

2.1 Encuestas

CALIDAD ACÚSTICA



Para conocer la opinión de los usuarios acerca de la calidad acústica de las diferentes salas y poder realizar un estudio previo de forma subjetiva, se ha realizado una encuesta a 20 usuarios un día que la sala presentaba una representación teatral.

Ilustración 33. Gráfico Calidad Acústica.

Otro tipo de encuesta realizada es conocer el número de vecinos que escuchan ruido en sus casas, se ha podido encuestar a 30 vecinos de la zona.



Ilustración 34. Gráfico Satisfacción Vecinal.

Se puede comprobar según esta encuesta que el 83% de los vecinos están bastante molestos con el ruido generado cuando se celebran eventos en el auditorio.

La siguiente encuesta realizada es para saber el grado de satisfacción de las visuales cuando los asistentes están en sus butacas mirando la representación, por lo que a los mismos 20 encuestados por la calidad acústica se le propuso esta pregunta, dando como resultado:

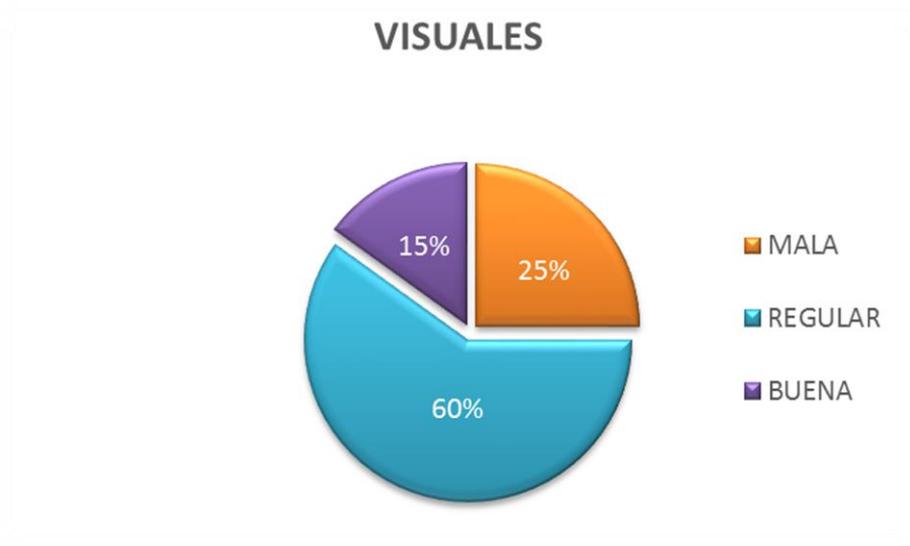


Ilustración 35. Gráfico visuales

También se preguntó a los encuestados su posición en el auditorio, coincidiendo que la mayor parte que contestó “mala” estaba situada en la parte de arriba.

Por último, a todas las personas encuestadas se les preguntó si veían oportuno reformar el auditorio para un mayor confort acústico y una mejora, tanto de la visual como de la climatización, dando como resultado que de las 50 personas que contestaron el 92% ven bien mejorarla y que por el contrario el 8% de los encuestados no la mejorarían.

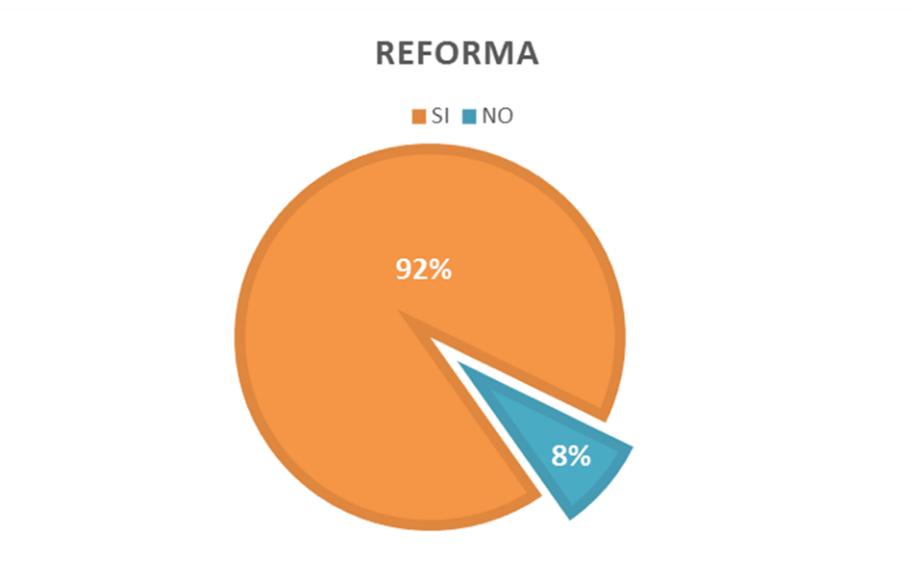


Ilustración 36. Gráfico de Reforma.

3. Conceptos Acústicos

3.1 Definición de la Acústica y sus parámetros

A continuación, se definirán algunos de los parámetros clave utilizados para la realización del estudio.

- **Definición de Sonido:**

Un sonido es una sensación que se genera en el oído a partir de las vibraciones de las cosas. Estas vibraciones se transmiten por el aire u otro medio elástico.

Para la física, el sonido implica un fenómeno vinculado a la difusión de una onda de características elásticas que produce una vibración en un cuerpo, aun cuando estas ondas no se escuchen.

El sonido audible para los seres humanos está formado por las variaciones que se producen en la presión del aire, que el oído convierte en ondas mecánicas para que el cerebro pueda percibir las y procesarlas.

Al propagarse, el sonido transporta energía pero no materia. Las vibraciones se generan en idéntico rumbo en el que se difunde el sonido: puede hablarse, por lo tanto, de ondas longitudinales.

- **Definición de Ruido:**

Cuando el sonido no es agradable, se llama ruido, y puede producir por su intensidad o prolongación temporal, contaminación acústica o sonora. No posee armonía ni cadencia, no es una manifestación artística sino indeseable.

- **Aislamiento acústico:**

Se refiere a la definición de las soluciones constructivas necesarias para conseguir una correcta atenuación en la transmisión de ruido y vibraciones entre espacios diferenciados (normalmente, entre la sala objeto de diseño y el resto de espacios del recinto, o bien, el exterior). Dicho ruido puede proceder de salas contiguas, puede ser debido a la maquinaria de climatización, al conjunto de instalaciones eléctricas y/o hidráulicas, o bien, puede provenir del exterior del recinto (tráfico rodado, tráfico aéreo, ruido de la lluvia...). Las soluciones de aislamiento acústico planteadas tienen que garantizar el cumplimiento del Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación (CTE), en aquellos casos que sea de aplicación.

- **Acondicionamiento acústico:**

Se entiende por acondicionamiento acústico a la definición del volumen, las formas y los revestimientos de las superficies interiores de un recinto con objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas según el tipo de actividad, o actividades, a realizar.

- **Eco:**

El eco es un fenómeno acústico producido cuando una onda se refleja y regresa hacia su emisor. En el caso del oído humano, para que sea percibido es necesario que el eco supere la persistencia acústica, en caso contrario el cerebro interpreta el sonido emitido y el reflejado como un mismo sonido.

- **Absorción acústica:**

Coefficiente adimensional empleado para evaluar las propiedades de absorción de un material, que expresa la relación entre la energía absorbida (E_a) y la energía incidente (E_i) por unidad de superficie:

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

Sus valores se encuentran comprendidos entre 0 y 1, lo cual representa nula absorción o una gran absorción respectivamente. Además, para un mismo material, el coeficiente de absorción acústica varía en función de la frecuencia del sonido incidente. Los materiales de obra típicos poseen valores de absorción bajos, y los materiales porosos valores de absorción elevados que se incrementan con la frecuencia.

- **Campo directo**

Llamamos campo directo a la zona en que el sonido llega directamente al oyente sin más modificación que la atenuación por la distancia.

El campo directo disminuye con la distancia a la fuente, y lo hace a razón de 6 dB por cada duplicación de la distancia.

- **Campo difuso**

Llamamos campo difuso o reverberado a la zona en que el sonido llega al oyente después de múltiples reflexiones que acaban perturbando el sonido del campo directo a causa de los diferentes desfases.

El campo reverberante es constante en los ambientes cerrados, como habitaciones, salas y otros recintos. Esto se debe a que el sonido sufre multitud de reflexiones, y todas ellas se superponen entre sí, resultando una distribución prácticamente uniforme del sonido.

- **Frecuencia (f):**

Es el número de pulsaciones que una onda acústica senoidal experimenta en un segundo. Su unidad es el hercio (Hz).

- **Bandas de octava y de tercio de octava:**

Una octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior. Un tercio de octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada f_1 y una frecuencia f_2 relacionadas por la expresión $(f_2/f_1)^3=2$. Las frecuencias centrales de las bandas de octava normalizadas son 31, 62, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 y 16000 Hz, aunque en edificación los suelen abarcar el intervalo comprendido entre las frecuencias de 100 a 5000Hz.

- **Decibelio (dB):**

Es la unidad de la escala de medida empleada para la cuantificación del sonido, la cual se establece a partir de una expresión matemática basada en la noción del logaritmo decimal que relaciona la magnitud que se pretende cuantificar (presión, potencia o intensidad acústica) con una referencia correspondiente al límite de sensibilidad humana respecto a tal magnitud:

$$L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{M}{M_0}, \text{ donde:}$$

L = Nivel de la magnitud cuantificada, en dB.

M = Magnitud que se desea cuantificar (en sus unidades naturales).

M_0 = Valor de referencia de la magnitud (en sus unidades naturales).

- **Decibelio A:**

Resultado de emplear la escala de ponderación A en una medida acústica. Dicha escala atenúa de modo importante los sonidos de baja frecuencia, no modifica la medida del sonido alrededor de los 1000 Hz y aumenta algo la medición de los sonidos comprendidos entre 2000 y 4000 Hz. Así se caracteriza la reacción humana frente a los ruidos complejos y se imita la sensación de la molestia que estos originan. Los decibelios se denominan entonces decibelios A.

- **Ruido Rosa:**

El ruido que tiene un espectro continuo de frecuencia y una potencia constante dentro de una anchura de banda proporcional a la frecuencia central de la banda.

- **Ruido Blanco:**

Un sonido cuya densidad de potencia espectral es esencialmente independiente de la frecuencia. (El ruido blanco no tiene por qué ser ruido aleatorio.)

- **Intensidad sonora:**

Energía que fluye en la unidad de tiempo a través de una unidad de superficie situada perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas sonoras; es decir, potencia acústica radiada por unidad de superficie. Depende de la distancia a la fuente y de las condiciones del lugar donde ésta se encuentre (en campo abierto, sin obstáculos o en un recinto cerrado). La intensidad sonora se expresa en W/m^2 .

- **Onda sonora en el aire:**

Es la propagación de una perturbación caracterizada por la alternancia periódica en el espacio y en el tiempo de compresiones y expansiones e volúmenes elementales de aire.

- **Potencia acústica:**

Cantidad de energía sonora emitida (o radiada) por una determinada fuente sonora. Su valor no depende del punto del espacio donde se mida ni de las condiciones del recinto en el que se localiza el foco sonoro, y es intrínseca o característica de dicha fuente sonora. Se expresa en vatios (W).

- **Presión acústica:**

Representa el incremento de presión respecto a la presión atmosférica debido a la presencia de la onda acústica; es dependiente de la distancia a la fuente y de las condiciones del lugar en donde ésta se encuentre (en campo abierto, sin obstáculos o en un recinto cerrado). Se expresa en pascales (Pa) o N/m^2 .

- **Nivel continuo equivalente o nivel de presión acústica eficaz ponderado A, LAeq (EN dBA):**

Se trata de uno de los índices más empleados en la evaluación de niveles sonoros ambientales.

Se puede definir también, como, el nivel continuo de ruido que, de permanecer constante, tendría la misma energía acústica que el ruido fluctuante real para el periodo de tiempo considerado.

- **Nivel de potencia acústica (Lw):**

Se define mediante la expresión:

$$Lw (dB) = 10 \lg \frac{W}{W_0}, \text{ donde:}$$

LW = Representa el nivel de potencia sonora (potencia expresada en dB).

W = Representa la potencia acústica que se desea cuantificar.

W0 = Representa la potencia de referencia, que corresponde al límite de sensibilidad humana a 1000 Hz (10^{-12} W).

- **Nivel de presión sonora o presión acústica (Lp):**

Se define mediante la expresión:

$$Lp (dB) = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \lg \frac{p}{p_0}, \text{ donde:}$$

Lp = Representa el nivel de presión acústica, expresado en dB.

P = Representa la presión acústica que se desea cuantificar.

p0 = Representa la presión de referencia, que corresponde al límite de sensibilidad humana a 1000 Hz ($2 \cdot 10^{-5}$ N/m²).

- **Reverberación:**

Es el fenómeno de persistencia del sonido en el interior de un recinto cuando la fuente sonora ha dejado de emitir.

- **Tiempo de reverberación (Tr):**

El tiempo de reverberación de un recinto se define como el tiempo que transcurre desde que cesa una fuente sonora hasta que la energía sonora contenida en el mismo disminuye a una millonésima parte de la original.

Esto es equivalente a decir que es el tiempo que el nivel de presión sonora tarda en disminuir 60 dB. Puede calcularse mediante la fórmula de Sabine:

$$Tr = 0,16V/A, \text{ dónde:}$$

V = Representa el volumen de la sala en m³.

A = Representa la absorción de la sala en m².

- **Brillo (Br):**

Es la relación entre los tiempos de reverberación de las altas frecuencias (2 y 4 KHz) y de las frecuencias medias (500 y 1000 Hz).

$$Br = \frac{RT(2K) + RT(4K)}{RT(500) + RT(1K)}$$

Representa la riqueza en altas frecuencias (sonidos agudos) de la sala, lo que conduce a un sonido claro y brillante.

Beranek recomienda un valor de $Br > 0,87$. Sin embargo, un excesivo brillo origina un sonido artificial molesto, por eso, es aconsejable que Br no supere la unidad. De hecho, la mayor absorción del aire en altas frecuencias (mayor cuanto menor humedad relativa haya), ayuda a que esto se cumpla.

- **Calidez acústica:**

Es la relación entre los tiempos de reverberación de las bajas frecuencias (125 y 250 Hz) y de las frecuencias medias (500 y 1000 Hz).

$$Br = \frac{RT(125) + RT(250)}{RT(500) + RT(1000)}$$

Representa la riqueza en bajas frecuencias (sonidos graves) de una sala, lo que es indicativo de la sensación subjetiva de calidez y suavidad de la música escuchada en ella.

Durante la fase de diseño se deberá tener especial cuidado con los materiales usados, a fin de evitar coeficientes de absorción altos en bajas frecuencias, que reducirían la calidez acústica.

Así, según Beranek, los valores recomendados para una sala ocupada, dependen del TRmid óptimo:

- TRmid = 1,8 segundos $1,10 \leq BR \leq 1,45$
- TRmid = 2,2 segundos $1,10 \leq BR \leq 1,25$

Para los valores de TRmid intermedios, el valor de BR se obtiene por interpolación de los anteriores.

- **Definición (d50):**

Se denomina así a la proporción de energía que llega durante los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo (este incluido) respecto a la energía total recibida:

$$D = \frac{\text{Energía } t0-50ms}{\text{Energía } t0-\infty}$$

Esta relación fue definida por el alemán Thiele como "Deutlichkeit" y se utiliza exclusivamente para salas destinadas a la palabra.

Su valor depende de la posición del oyente respecto a la fuente sonora, disminuyendo al aumentar la distancia a la misma. Esto se debe a que alejándose de la fuente aumenta el nivel del campo reverberante y, como consecuencia, la proporción de energía de las primeras reflexiones disminuye.

En cualquier caso, para un correcto diseño de una sala destinada a la palabra, deberá cumplirse que, cuando la sala está ocupada, el valor de D sea lo más uniforme posible para cualquier posición del oyente y que, para cada banda de frecuencias, supere los 0.5 dB.

- **STI:**

Significa "*Speech Transmision Index*" y fue definido por *Houtgast* y *Steeneken* en la primera mitad de la década de los 70. Puede tomar valores comprendidos entre 0 (inteligibilidad nula) y 1 (inteligibilidad óptima).

- **EDT:**

Significa "*Early Decay Time*" y se calcula multiplicando por seis, el tiempo que transcurre en caer 10 dB el nivel de presión sonora, desde que la fuente deja de emitir.

Es un parámetro muy relacionado con TR, con la salvedad de que EDT mide la reverberación percibida (subjetiva) y TR la reverberación real (objetiva). Por este motivo, para determinar el grado de viveza de una sala es más fiable guiarse por el valor de EDT.

Al igual que para el tiempo de reverberación, existen valores recomendados para EDT. Así, para asegurar una correcta difusión del sonido se aconseja que la media aritmética de EDT en las frecuencias de 500 Hz y 1 KHz con la sala vacía, denominada EDTmid, sea lo más similar posible a los valores recomendados para TRmid.

- **Claridad (c80):**

El parámetro C80 se define como el cociente entre la energía sonora recibida durante los primeros 80 ms. después de recibir el sonido directo (este incluido) y la energía que llega después de esos 80 ms. Se expresa en dB:

$$C80 (dB) = \frac{\text{Energía } t0-80ms}{\text{Energía } 80ms-\infty}, \text{ donde:}$$

t0 = representa el instante de tiempo en el que llega el sonido directo.

Según Beranek, el margen de valores recomendado cuando la sala está vacía es: $-4 \leq C80 \leq 0$ dB

Para la sala ocupada, L.G.Marshall, aconseja el siguiente margen de valores: $-2 \leq C80 \leq 2$ dB.

- **Diferencia de niveles (d):**

Es la diferencia, en decibelios, del promedio espacio-temporal de los niveles de presión sonora producidos en los dos recintos por una o varias fuentes de ruido situadas en uno de ellos:

$$D = L1-L2, \text{ donde:}$$

L1: Representa el nivel de presión acústica medio en el recinto emisor.

L2: Representa el nivel de presión acústica medio en el recinto receptor.

- **Diferencia de niveles normalizada (Dn):**

Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un área de absorción de referencia en el recinto receptor:

$$D_n = D - 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB, donde:}$$

D = Corresponde a la diferencia de niveles, en decibelios.

A = Corresponde al área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, en m².

A₀ = Corresponde al área de absorción de referencia, en m². (Para recintos en viviendas o recintos de tamaño comparable: A₀=10 m²).

- **Diferencia de niveles estandarizada (Dnt):**

Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor:

$$D_{nt} = D + 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB, donde:}$$

D = Corresponde a la diferencia de niveles.

T = Corresponde al tiempo de reverberación en el recinto receptor.

T₀ = Corresponde al tiempo de reverberación de referencia. Para viviendas, T₀=0,5 s.

- **Nivel medio de presión sonora en un recinto (I):**

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el promedio espacio-temporal de los cuadrados de las presiones sonoras y el cuadrado de la presión sonora de referencia, tomándose el promedio espacial en todo el recinto, con excepción de las zonas en las que la radiación directa de la fuente o el campo próximo de las paredes, el techo, etc., tienen una influencia significativa; se expresa en decibelios.

4. Mediciones “In Situ”

4.1 Instrumentos utilizados

4.1.1 Sonómetro integrador con bandas de octavas

El sonómetro utilizado es el Analizador Modular de Precisión 2260 de la casa comercial Brüel&Kjaer, añadir que también es conocido como el “Investigator™”. Sus dimensiones son de 290 x 120 x 52 mm., con un peso aproximado de 1.1 Kg, con pilas incluidas. Básicamente, se trata de una plataforma que soporta programas de aplicación dedicados para la medida y el análisis de ruido y vibraciones.

Su funcionamiento se corresponde con una plataforma programable de un Analizador portátil de doble canal en tiempo real. Con uno de sus programas de aplicación activo, recoge entradas del transductor acústico o vibratorio (o de las conexiones en su base) y envía las dos señales de entrada a un convertidor A/D. El programa de aplicación procesa la señal digital y envía datos a una amplia variedad de dispositivos de salida.

Además, este sonómetro contiene un reloj en tiempo real y calendario que marcan cada medida con su fecha y su duración. Por lo que respecta al almacenamiento y procesado de datos, es capaz de almacenar hasta 500 registros. Cada registro contiene el tiempo de medida, Leq, MaxP, MaxL, MinL y el estado de saturación. Estos resultados pueden ser visualizados en pantalla, imprimidos directamente o volcados a un ordenador en formato compatible con hojas de cálculo, a través del interfaz RS232.

Dispone de un filtro para corregir el efecto de la pantalla anti-viento y almacenamiento de un historial de calibración, el cual, se produce automáticamente.



Ilustración 37. Fotografía Sonómetro.

4.1.2 Micrófono de Condensador de Campo Libre

El micrófono utilizado para las mediciones con el sonómetro, es un micrófono de condensador pre vaporizado de campo libre modelo 4188, de ½ pulgada, de la marca Brüel & Kjaer. Este micrófono cuenta con una sensibilidad de 31,6 mV, un rango de frecuencia de 8Hz a 12,5 kHz y un rango de dinámico de 15.8 a 146 dB.



Ilustración 38. Micrófono Campo Libre.

4.1.3 Fuente Sonora

La fuente de ruido utilizada para las mediciones de aislamiento como para las mediciones realizadas con el software Dirac es el modelo "Sound Source Type 4224" de la marca Brüel & Kjaer.

Es una fuente sonora capaz de producir altos niveles de ruido. Es eminentemente utilizada para mediciones acústicas in situ tales como aislamiento acústico y mediciones de tiempos de reverberación en bandas de octavas. Es capaz de producir una potencia sonora de hasta 118dB. En su modo de banda ancha, la fuente produce el sonido conocido como ruido rosa en las frecuencias de 100 Hz a 4 kHz.



Ilustración 39. Fuente Sonora.

4.1.4 Micrófono de Condensador de Incidencia Aleatoria

Utilizado para las mediciones del tiempo de reverberación, de la casa Brüel Kjaer del tipo 4189 H-41.

Este conjunto está formado por un micrófono tipo 4189 y un preamplificador tipo 1706. Tiene una mayor precisión y estabilidad a largo plazo. La sensibilidad es de 50mV y mide en un rango de 15 a 128 dB.



Ilustración 40. Micrófono de condensador aleatorio.

4.1.5 Portátil Preparado con Software “Dirac”

Utilizado para medir los tiempos de reverberación. Se trata de un ordenador portátil conectado en su salida de audio a la fuente sonora y en la entrada de micrófono conectaremos el micrófono de incidencia aleatoria poniendo entre ambos un amplificador.

En el portátil está instalado el software “Dirac 3.0”, que también pertenece a la casa Brüel & Kjær y trata de un programa que se utiliza para medir una amplia gama de parámetros acústicos de las salas mediante la medida y análisis de la respuesta impulsiva. Pueden utilizarse distintas formas de emisión como MLS internamente generado o barrido senoidal, fuente sonora impulsiva, tal como pistola.

Características principales del software:

- Medida de reverberación, inteligibilidad y muchos otros parámetros de salas.
- Entrada de dos canales a través de tarjeta de audio en PC.
- Soporta distintos tipos de fuentes y receptores.
- Realiza cálculos estadísticos (media, desviación estándar, min-máx.).
- Comprobación y validación de la tarjeta de sonido.

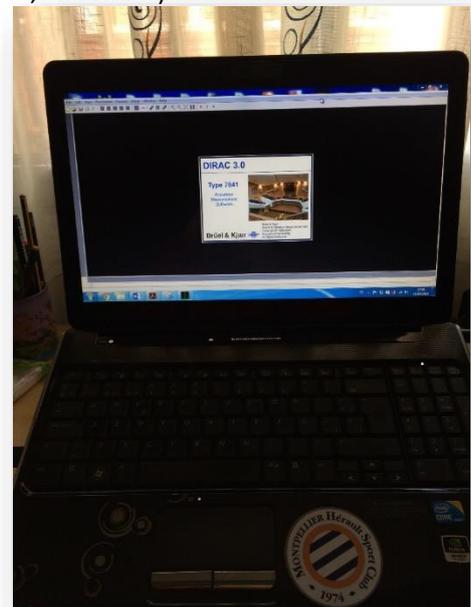


Ilustración 41. Foto Portátil con DIRAC.

4.2 Mediciones de aislamiento

El objetivo de la medición del aislamiento “in situ” es conocer el aislamiento entre las diversas zonas que forman el edificio, para posteriormente, comprobar si cumplen con las exigencias fijadas por el CTE.

Antes de realizar la medición y sobre el plano, se marcaron los puntos en los cuales íbamos a realizar las mediciones:

1. El paramento de fachada de la planta baja y planta primera.
2. Tabiquería interior de planta baja entre Sala de Exposición y Auditorio.

La medición la llevamos a cabo siguiendo la norma UNE-EN ISO 140-5. “*Aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción*”, en concreto utilizando el método global del altavoz que se describe en el apartado 5.7 de dicha norma.

A continuación se detallan dichas mediciones:

4.2.1 Paramento de Fachada Planta Baja

Para calcular el aislamiento se coloca la fuente sonora “Sound Source Type 4224” en un punto lo más centrado posible y enfocada hacia el centro de la sala, tal y como si se estuviese efectuando un acto de cualquier tipo, graduando la misma casi al máximo de su potencial, donde se va a emitir el ruido rosa, con tiempos de alrededor de entre 15 a 30 segundos. A continuación, empezamos a medir según los puntos que previamente hemos estudiado y marcado. La separación entre la fachada y el sonómetro era, aproximadamente, 1 m.

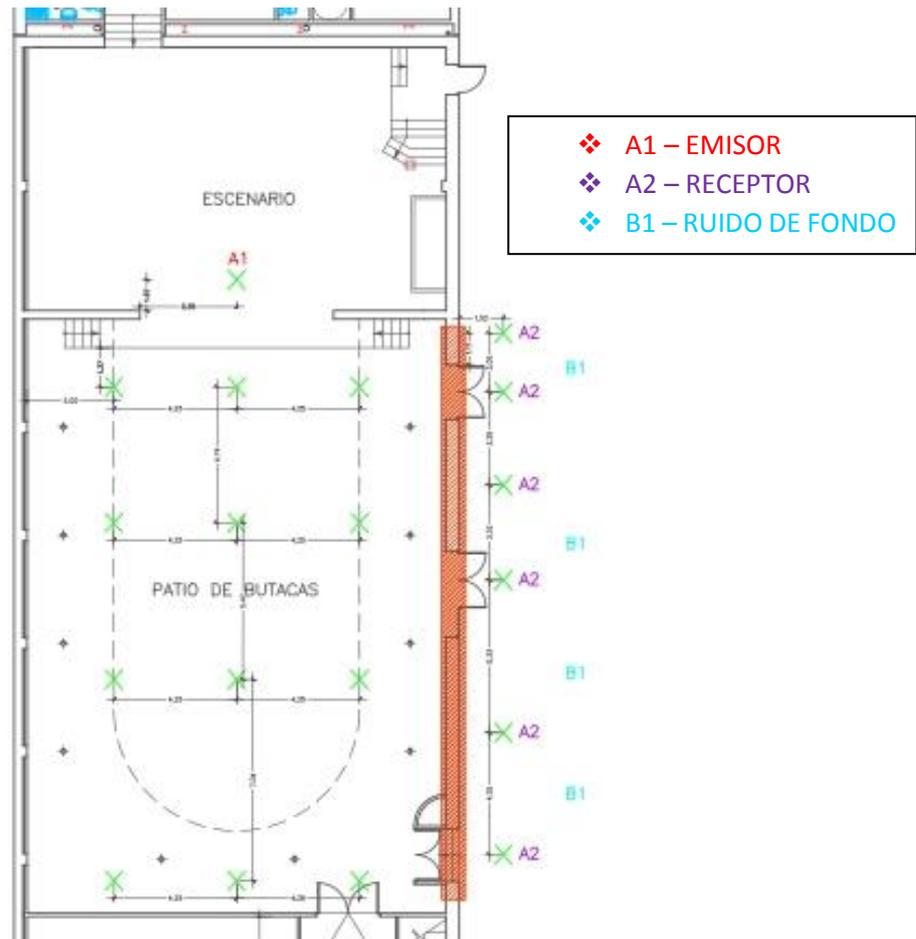


Ilustración 42. Puntos de Medición en Planta Baja.

Una vez situada la fuente y realizada una primera medición de prueba, con la fuente en marcha se mide en los puntos, que se muestran en la Ilustración 33, para determinar el valor de “A1 – Emisor”.

Después se midieron los puntos situados en la calle, también con la fuente en marcha, que se muestran en la figura 30, con el fin de determinar el valor de “A2 – Receptor”.

Terminadas las mediciones en las que necesitábamos tener la fuente en marcha, se procedió a apagar la misma, pero no se realizó la medición del ruido de fondo, ya que cuando se estaba procediendo a la medición los puntos “A2”, es decir, con ruido, era muy apreciable el sonido que se emitía. Por lo que, el ruido de fondo estaría muy por debajo de los parámetros normales establecidos en la normativa vigente.

Terminadas las mediciones de aislamiento, procesaremos los datos obtenidos en el ordenador, para calcular el aislamiento “Dn” de la fachada en planta baja, los cuales se detallaran más adelante.

4.2.2 Paramento de Fachada Planta Primera

De igual manera que en la situación anterior, seguiremos el mismo procedimiento para medir el aislamiento en la Planta Primera.

Antes de medir, situaremos los puntos en el plano de manera que para obtener A1, colocaremos los puntos alrededor de la sala. La fuente estará centrada a la sala y tanto A2 como B1 estarán en la calle, como anteriormente. Decir que los puntos son prácticamente los mismos ya que al realizar la primera medición se marcaron con tiza los puntos donde nos íbamos colocando.

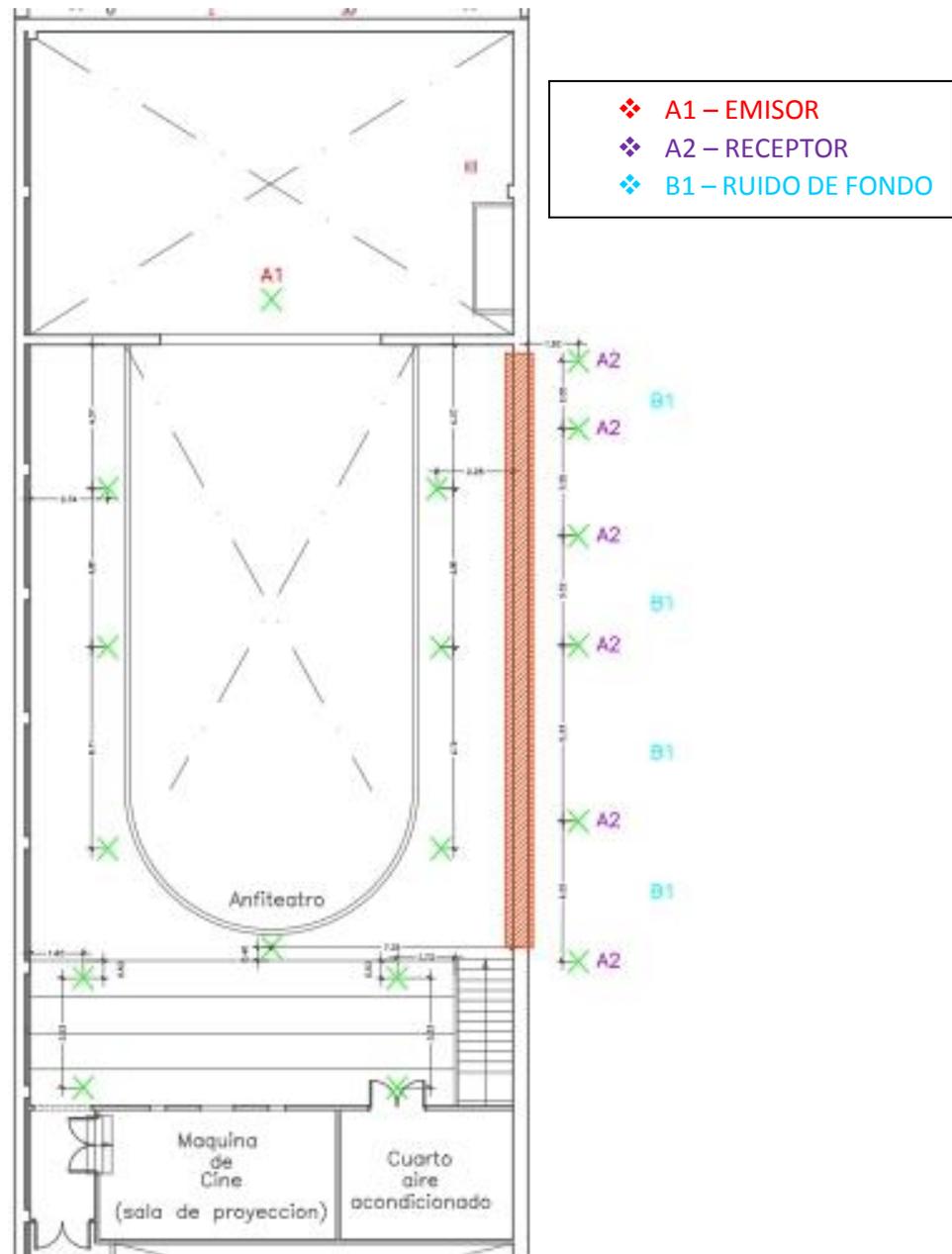


Ilustración 43. Puntos de medición en Planta Primera.

4.2.3 Paramento entre Auditorio y Sala de Exposiciones

Para este caso, seguimos el mismo procedimiento que los anteriores, situando el emisor "A1" en el centro del escenario y el receptor "A2" y "B1", tratándolo como ruido de fondo, los situaremos ahora en la sala de exposición.

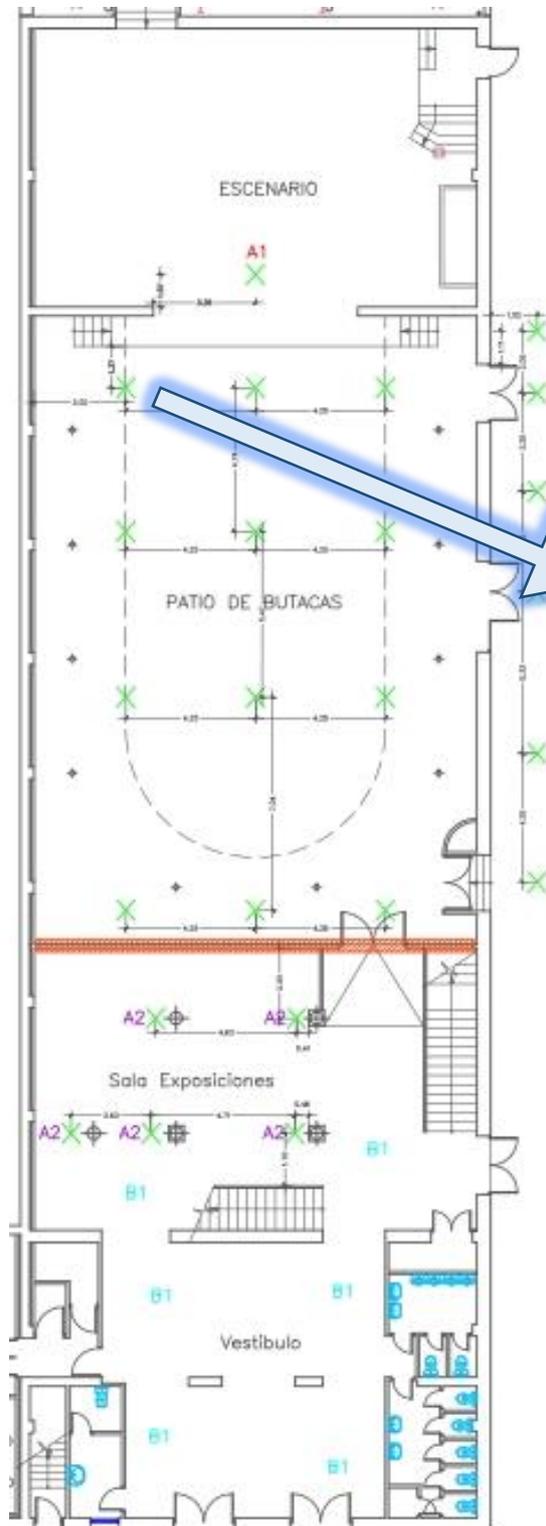


Ilustración 45. Puntos de medición Planta Baja 2.



Ilustración 44. Medición "in situ" del Aislamiento.

4.3 Mediciones de tiempos de reverberación.

Una vez obtenidos todos los puntos necesarios para el cálculo del aislamiento, analizaremos la reverberación de las distintas salas.

El objeto de esta medición es conocer el tiempo de reverberación de las salas, que es el problema en cuestión para el que intentaré buscar una propuesta de solución adecuada.

Además, la medición nos permitirá determinar los distintos parámetros de calidad como son la claridad “C80”, la definición “D50”, el “EDT” y la palabra “RASTI”, los cuales van a ser estudiados más adelante.

Para llevar a cabo la medición se han considerado ciertos aspectos contenidos en la norma UNE-EN ISO 354:2003 *“Medida de la absorción acústica en campo reverberante”*, en la parte de la medición del tiempo de reverberación por el método de la respuesta impulsiva.

Los aparatos necesarios para realizar la medición fueron: un ordenador portátil con el software Dirac 3.0 Type 7841 de Brüel&Kjaer, la fuente sonora modelo “Ound Source Type 4224” de la marca Brüel&Kjaer, un acondicionador de señal y un micrófono de incidencia aleatoria de la casa Brüel&Kjaer del tipo 4189 H-41. El micrófono de incidencia aleatorio se conecta al acondicionador de señal y este al ordenador portátil, la fuente sonora también se conecta al ordenador.

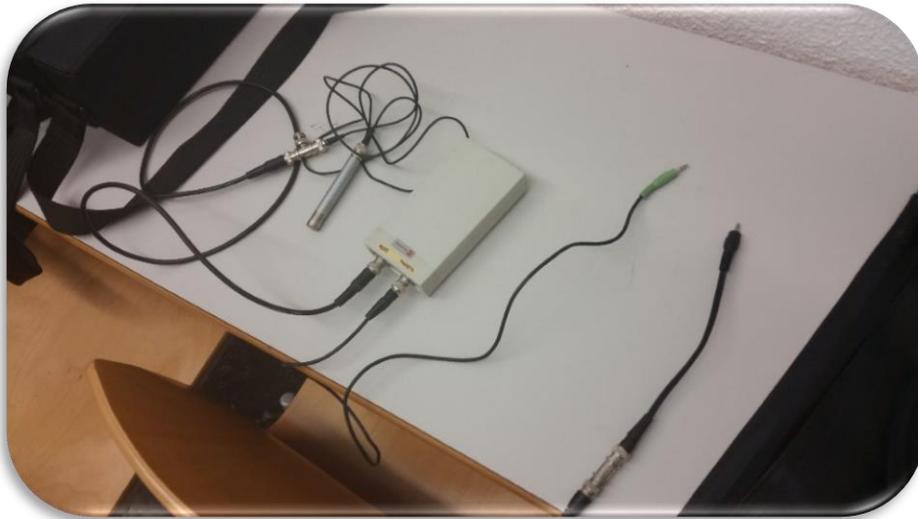


Ilustración 46. Puesta a punto del Software Dirac.

Para marcar los puntos distribuidos a lo largo de las diferentes salas, se tuvieron en cuenta ciertos criterios para la posición del micrófono especificados por la norma, la cual nos indica que las posiciones del micrófono deben estar separadas entre ellas al menos 1,5m para el rango de frecuencias habitual, la distancia a cualquier superficie reflectante, incluida el suelo debe de ser al menos 1m y la distancia sobre cualquier fuente sonora debe ser al menos de 2m.

El número de puntos marcados fue de 30, y estos están situados tanto en planta baja, en planta primera y sala de exposición, como se pueden ver en las figuras.

Los puntos que hemos situado para la obtener la reverberación están situados de la manera siguiente:

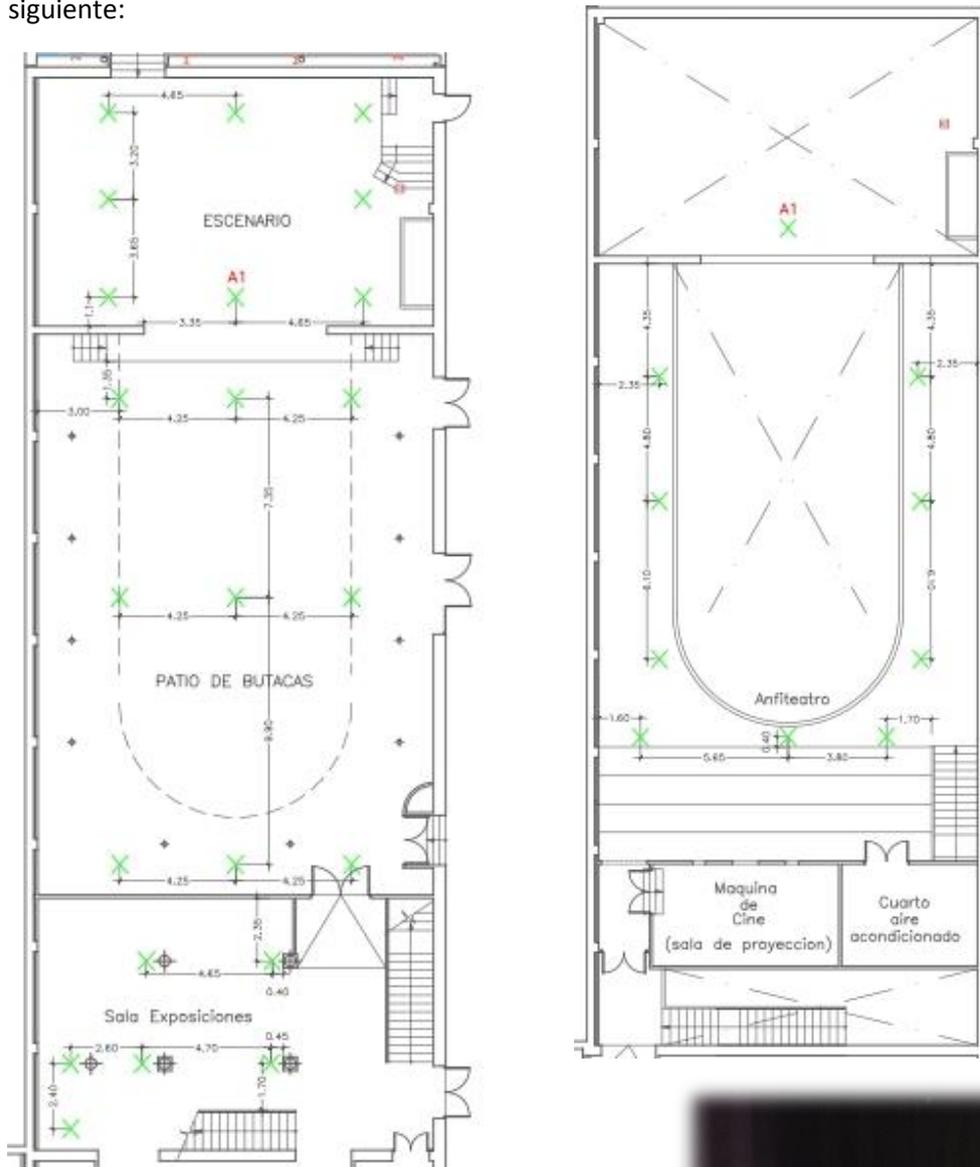


Ilustración 47. Medición "In situ" de Dirac en Escenario.



Ilustración 48. Comprobación de Dirac.

Una vez conectados de forma correcta todos los aparatos y comprobando que es así, procedemos a iniciar el software Dirac 3.0 el cual nos proporcionara unos determinados sonidos.

La idoneidad de estos viene definida en la norma como unos impulsos producidos por “chispazos”, “salvas de ruido”, “barridos sinusoidales” o “secuencias de longitud máxima como señales”, en nuestro caso utilizamos el modo “e-Sweep”, el cual produce un barrido de todas las frecuencias (dando mayor tiempo a los graves para su mejor captación) para poder obtener sus tiempos de reverberación.

Una vez posicionado el micro y habiendo escogido el modo correcto, tal y como se ha dicho anteriormente, se comprueba mediante la opción test, que con el nivel del amplificador, el micrófono no produzca saturación en la muestra puesto que esto sería poco beneficioso para la misma.

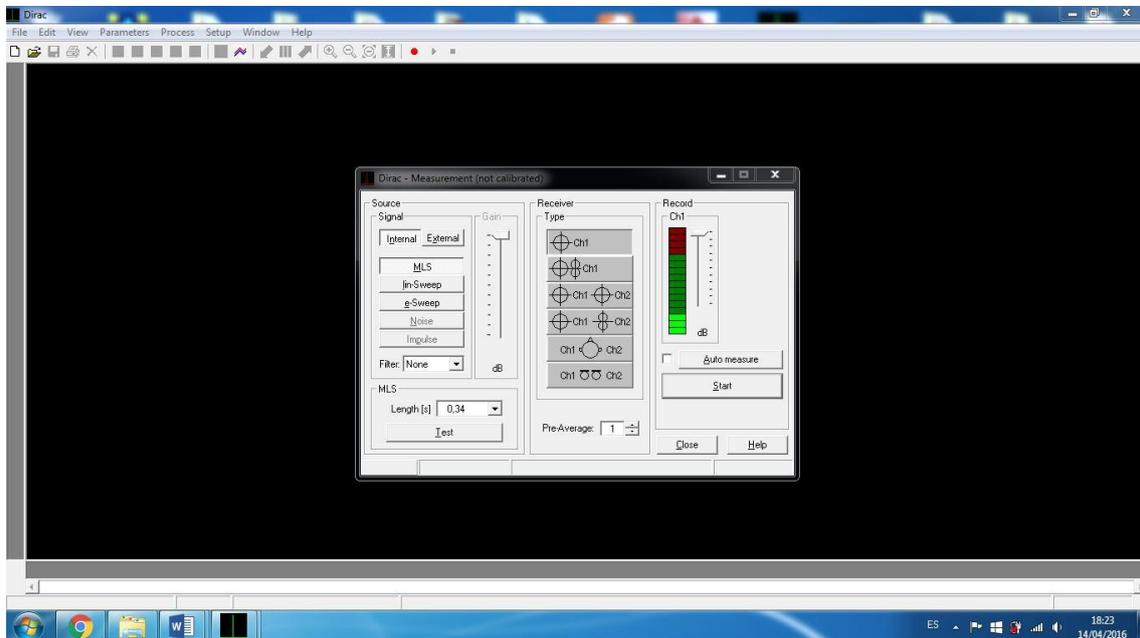


Ilustración 49. Software DIRAC.

A continuación presionamos “Start”, produciéndose una serie de sonidos repetidos en escala de frecuencias, o lo que la norma menciona “excitación del recinto”, con la cual la fuente impulsiva debe ser capaz de producir un nivel de presión acústica de pico suficiente para garantizar una curva de decrecimiento empezando al menos 35 dB por encima del ruido de fondo. Finalmente, los datos obtenidos servirán para el cálculo del aislamiento y otros importantes parámetros como la Claridad (C80), las reverberaciones (TR20 y TR30) o el uso de la palabra (RASTI), entre otros.

5. Análisis de Mediciones y Parámetros de Calidad.

5.1 Aislamiento

A continuación se cita la normativa del CTE-DB-HR para el aislamiento: *“para satisfacer las exigencias básicas contempladas en el artículo 14 de este Código deben cumplirse las condiciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que estas condiciones se aplicarán a los elementos constructivos totalmente acabados, es decir, albergando las instalaciones del edificio o incluyendo cualquier actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.*

Con el cumplimiento de las exigencias anteriores se entenderá que el edificio es conforme con las exigencias acústicas derivadas de la aplicación de los objetivos de calidad acústica al espacio interior de las edificaciones incluidas en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y sus desarrollos reglamentarios.”

5.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

CTE-DB-HR, citando en el apartado “2.1 Valores límite de aislamiento”:

“Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los recintos protegidos:

Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado:

El índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de la tabiquería no será menor que 33 dBA.

Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso:

*El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT, A}$, entre un recinto protegido y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que **50 dBA**, siempre que no compartan puertas o ventanas.*

*Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, del cerramiento no será menor que **50 dBA**.*

- *Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:*

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT, A}$, entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

b) En los recintos habitables:

*Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso:
El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT, A}$, entre un recinto habitable y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.*

Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario, el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , de éstas no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , del cerramiento no será menor que 50 dBA. “

c) Impacto acústico entre el exterior y el interior:

A continuación vamos a estudiar el impacto acústico entre el exterior y el interior del recinto: Según el CTE-DB-HR, “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 ”:

- Protección frente al ruido procedente del exterior:

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m, nT, Atr}$, entre un recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.”

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 hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	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

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

“El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. En el caso de que un recinto pueda estar expuesto a varios valores de L_d , como por ejemplo un recinto en esquina, se adoptará el mayor valor.

Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de **60 dBA** para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.”

Por consiguiente, según el artículo 13 de la normativa vigente del municipio de Sagunto, la cual nos rige a unos límites de niveles sonoros en el medio ambiente en el exterior máximos según zona, los cuales se adjuntan en la siguiente tabla y detallándose cual es el que nos afecta:

Ubicación actividad	Niveles máximos en dBA	
	DIA	NOCHE
Zona con equipamiento sanitario	45	35
Zona con residencia , servicios terciarios no comerciales o equipamientos no sanitarios	55	45
Zona con actividades comerciales	65	55
Zona con actividades industriales o servicios urbanos excepto servicios de la administración	70	55

Ilustración 50. Tabla Niveles Sonoros Normativa Sagunto.

Es decir, para nuestro caso, obtendríamos **55 dBA** para el día y **45 dBA** para la noche.

Por otro lado, en el artículo 14, también nos rige los niveles sonoros en el medio ambiente interior, tal y como se puede observar en la tabla adjunta:

		DIA	NOCHE
EQUIPAMIENTO	Sanitario y bienestar social	30	25
	Cultural y religioso	30	30
	Educativo	40	30
	Para el ocio	40	40
SERVICIOS Terciarios	Alojamientos turísticos, Hoteles	40	30
	Oficinas	45	
	Comercio	50	55
RESIDENCIAL	Compartimentos habitables, excepto cocinas	35	35
	Pasillos, aseos y cocinas	40	35
	Zonas de acceso común	50	40
	Dormitorios	35	30

Ilustración 51. Niveles Medio Ambiente Interior Ayuntamiento Sagunto.

Siendo, nuestro caso, un centro cultural y tomando como referencia, tanto para el día como para la noche, **30 dB**.

5.1.2 Zonificación

Según nos añade el CTE, entendemos por:

- **Recinto de actividad:** Aquellos recintos, en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los recintos del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc. **A partir de 80 dBA se considera recinto ruidoso.** Todos los aparcamientos se consideran recintos de actividad respecto a cualquier uso salvo los de uso privativo en vivienda unifamiliar.
- **Recinto de instalaciones:** Recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiéndose como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos de este DB, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.
- **Recinto habitable:** Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:
 - a) Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
 - b) Aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
 - c) Quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario;
 - d) Oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
 - e) Cocinas, baños, aseos, pasillos. Distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso;
 - f) Cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.
- **Recinto protegido:** Recinto habitable con mejores características acústicas. Se consideran recintos protegidos los recintos habitables de los casos a), b), c), d).

Por lo tanto, consideramos que en toda sala que se vaya a utilizar como sala teatral, musical, representativa, es decir, una sala multiusos, será un recinto de actividad. Las salas de exposición y aulas se consideran habitables protegidos. Los restantes, recintos habitables.

A continuación estudiaremos la zonificación en nuestro caso de la Planta Baja y Planta Primera, desestimando el sótano ya que no es habitable y no se prescindirá de cualquier uso acústico. En dicha zonificación veremos lo que debe aislar el cerramiento a estudiar, por lo que contrastaremos a posteriori con las pruebas obtenidas de los ensayos.

Por último, se procederá al cumplimiento o no de dichas salas con el CTE-DB-HR, para su posterior análisis y propuesta de reforma, en el caso que proceda.

Zonificación Planta Baja:

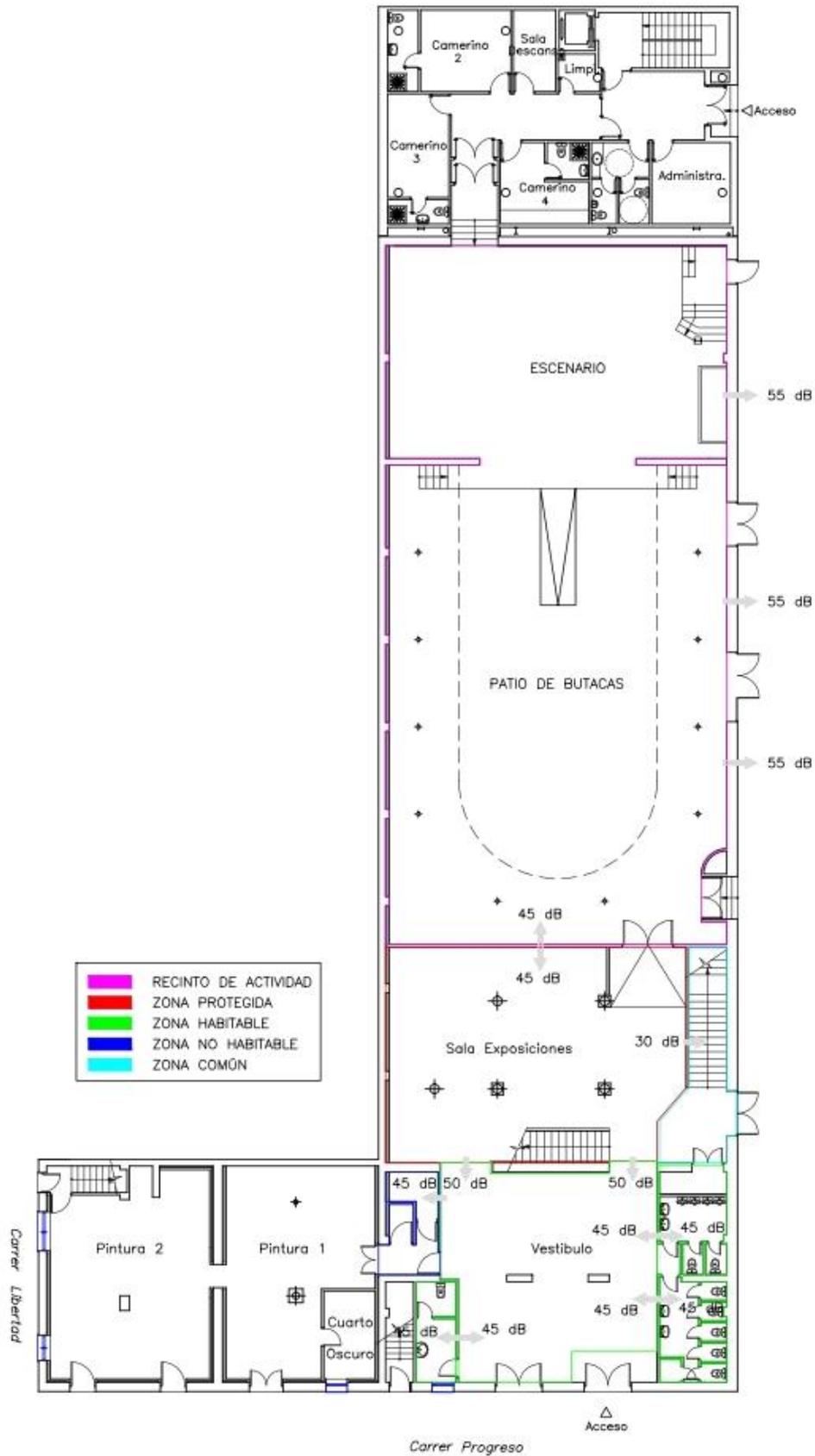


Ilustración 52. Zonificación Planta Baja.

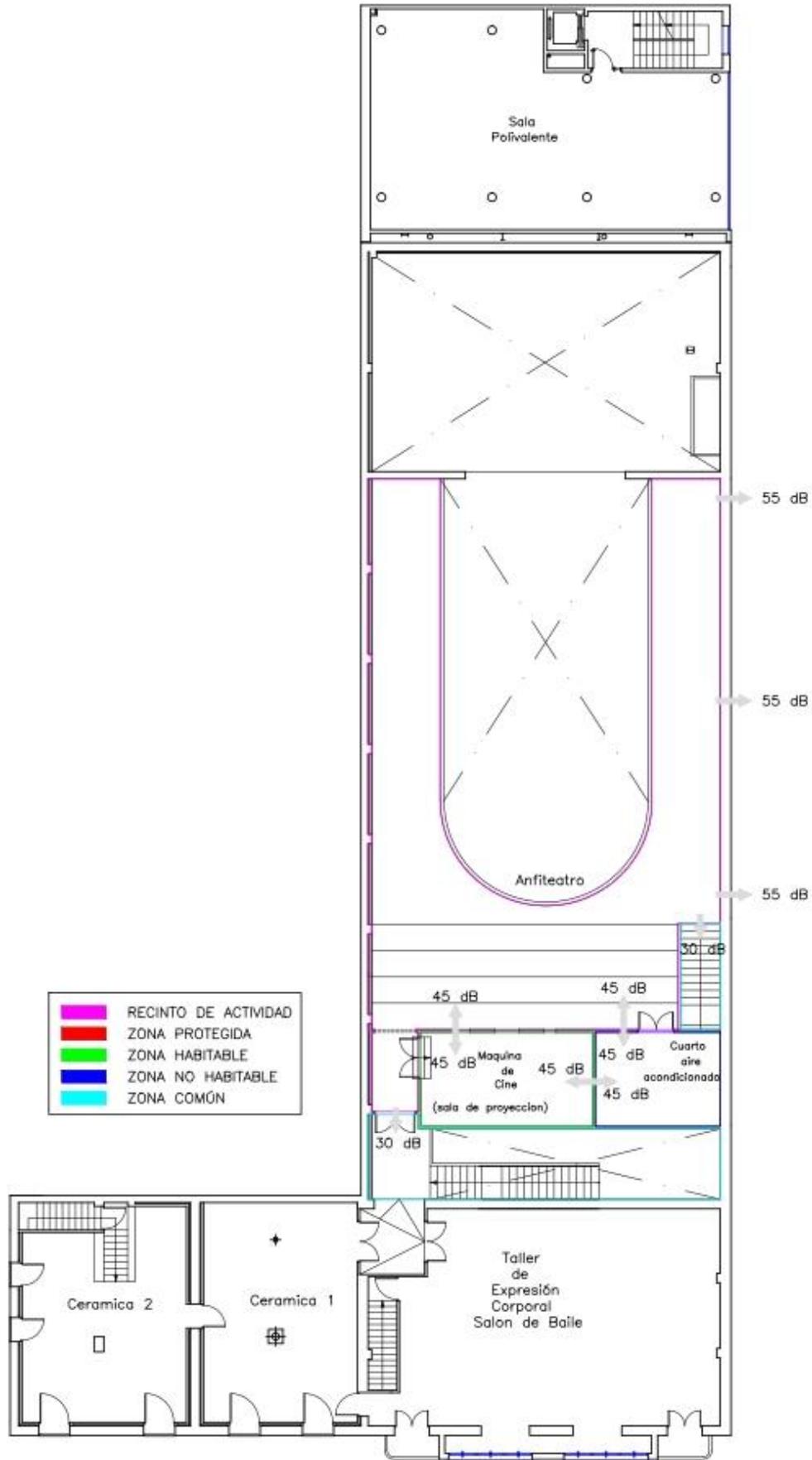
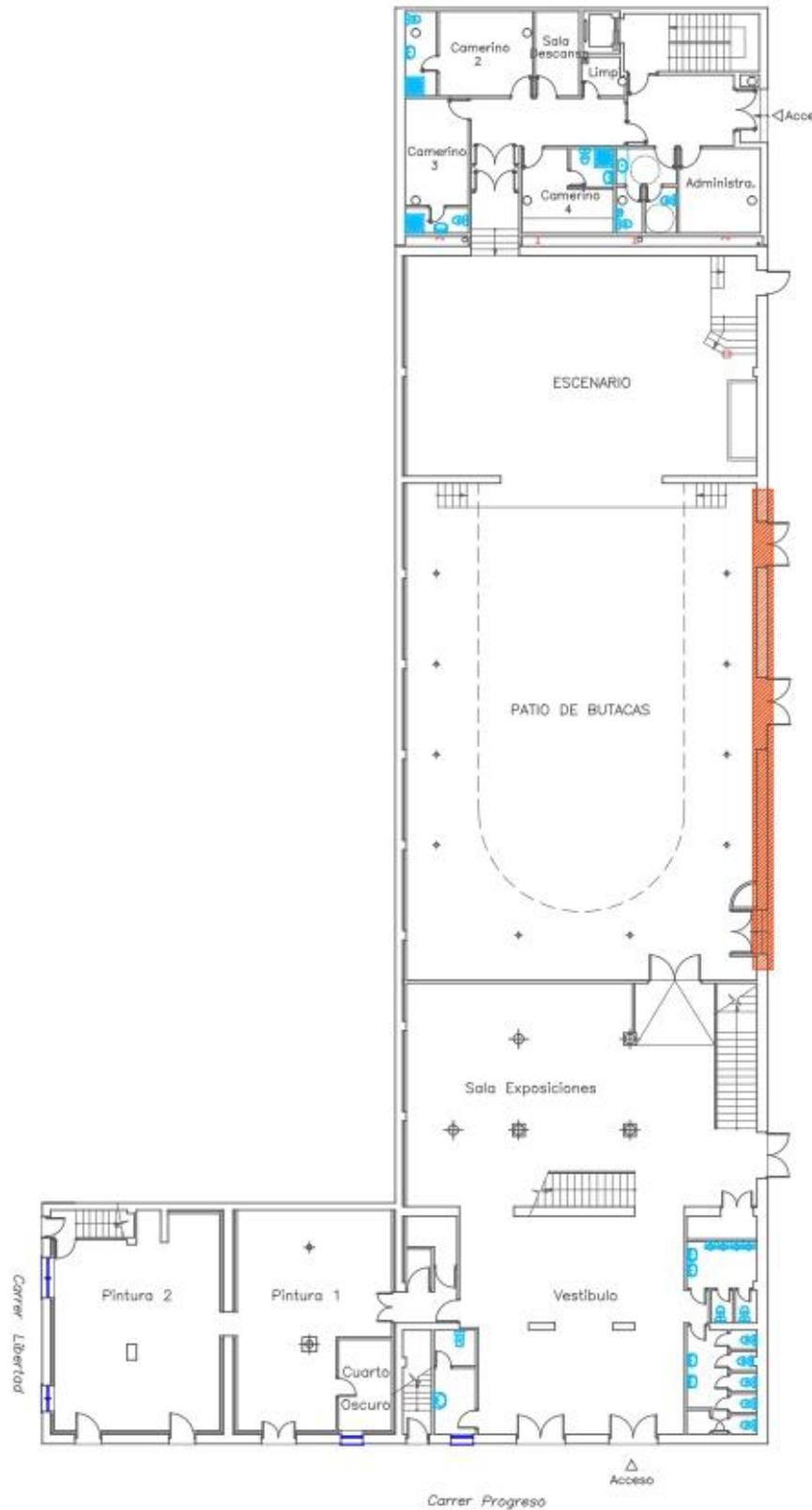


Ilustración 53. Zonificación Planta Primera.

5.1.3 Cálculo del Aislamiento

a. Auditorio – Fachada.



Il·lustració 54. Càlcul Aislament Partició Fachada-Auditorio.

b. Auditorio – Sala de Exposición.

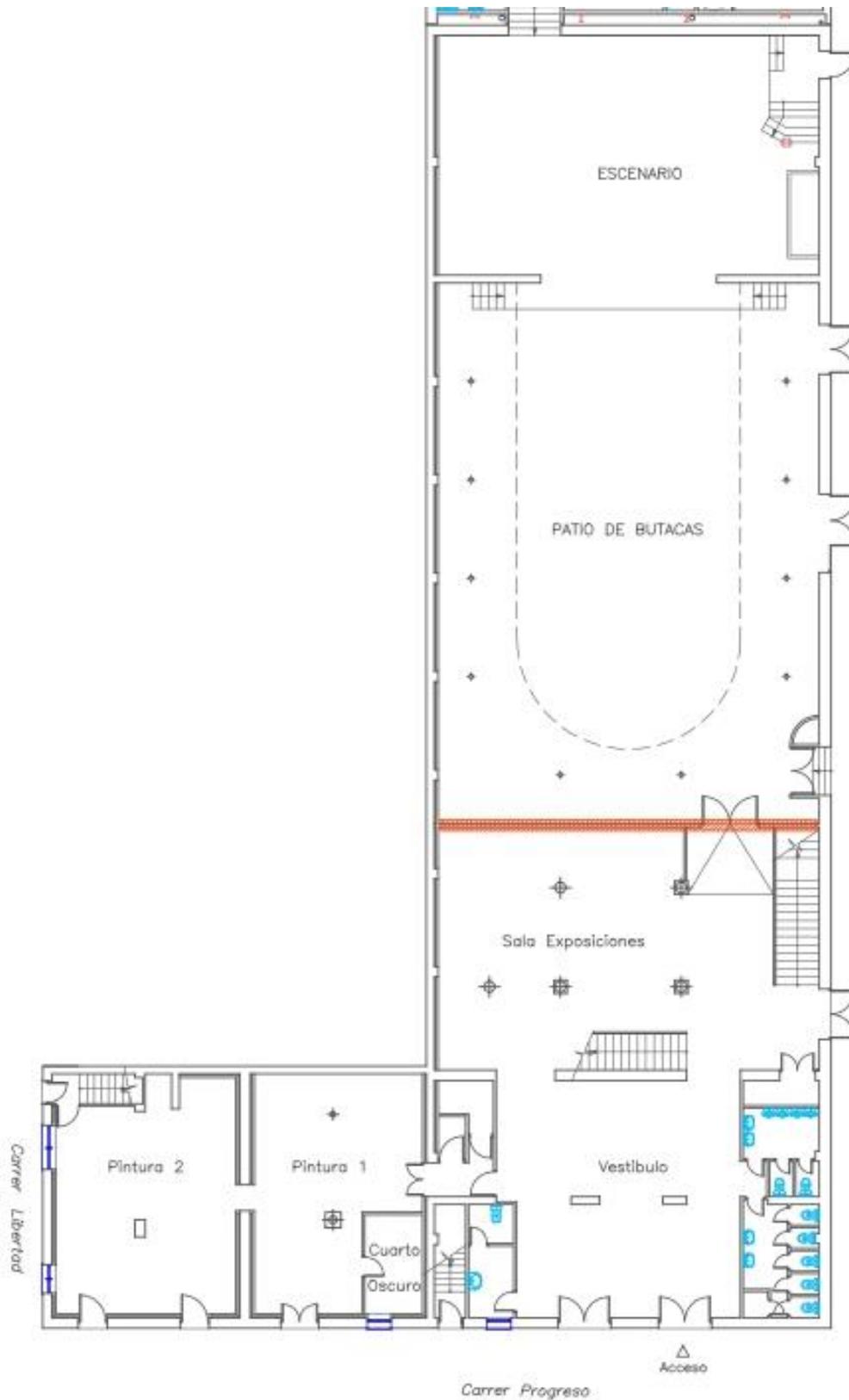


Ilustración 57. Cálculo Aislamiento Partición Auditorio-Sala de Exposición.

	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k
L1 med	70,01	73,64	76,87	75,89	75,45	73,68	75,87	76,00	74,39	76,25	73,55	70,70	71,68	70,38	74,29	72,27
L2 med	55,69	56,66	60,14	58,18	57,02	54,95	53,87	54,83	53,31	52,64	50,59	49,15	50,78	48,56	41,53	36,19
B2 med	45,99	45,69	48,66	50,04	50,82	49,80	49,79	52,45	47,98	45,07	42,12	40,94	39,08	38,06	35,95	34,71
T20 med	3,30	3,44	3,52	3,79	3,71	3,87	3,51	3,78	3,66	3,47	3,58	3,15	3,42	3,11	2,81	1,51
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k
L2correc.	55,19	56,29	59,82	57,46	55,84	53,65	52,57	53,53	52,01	51,80	49,92	48,44	50,47	48,16	40,23	34,89
diferencia	14,82	17,35	17,05	18,43	19,61	20,03	23,31	22,47	22,38	24,45	23,63	22,26	21,21	22,22	34,05	37,38
DNT/difer TR	23,00	25,72	25,53	27,23	28,32	28,92	31,77	31,26	31,03	32,86	32,18	30,26	29,57	30,16	41,55	42,18
Ref Aj TR	14,00	17,00	20,00	23,00	26,00	29,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
Desviación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,23	1,74	2,97	2,14	3,82	6,74	7,43	6,84	0,00	0,00

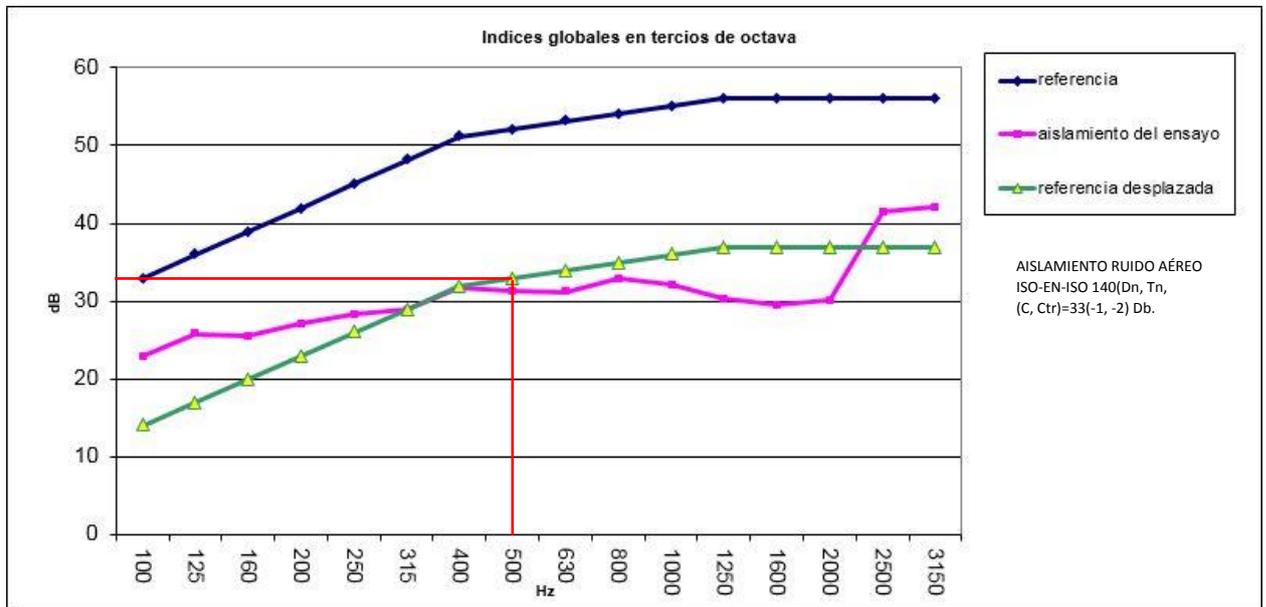


Ilustración 58. Gráfica Índices globales en Tercios de Octava.

En este cálculo, tal y como se puede comprobar, teniendo en cuenta el CTE-DB-HR, Apartado 2.1 “Valores límite de aislamiento” o la normativa vigente del municipio de Sagunto, ya citados en apartados anteriores, el aislamiento entre un recinto de actividad y una sala de zona protegida, se establece con D_n/D_nT , no menor a 55 dBA. En la medición que hemos realizado “In situ” obtenemos un D_n de 33 dBA, por consiguiente, esta partición **NO CUMPLE** los requisitos mínimos de la normativa.



Ilustración 59. Paramento a estudiar.

5.2 Parámetros de Calidad

5.2.1 Tiempo de Reverberación

El tiempo de reverberación es el parámetro el cual vamos a estudiar y/o analizar en profundidad. Para ello se van a estudiar los siguientes parámetros para cada una de las salas: EDT (Early Decay Time), TR20 y TR30. Una vez estudiados dichos datos, se comparan los valores obtenidos, a lo que se le llama grado de reverberación.

Dentro de cada parámetro se analizará el valor en cada punto que se ha realizado la medición, además de la media de todos ellos con su desviación estándar.

a) EDT (Early Decay Time):

El EDT se define como seis veces el tiempo que transcurre desde que la fuente sonora deja de radiar hasta que el nivel cae 10 dB.

El EDT está más relacionado con la impresión subjetiva de viveza que el RT, utilizado tradicionalmente. Por lo que, esto significa que en todos aquellos puntos de una sala con un EDT significativamente menor que el RT, la sala resultará, desde un punto de vista subjetivo, más apagada de lo que deduciría del valor de RT.

Con objeto de garantizar una buena difusión del sonido en una sala ocupada, es preciso que el valor medio de los EDT correspondientes a las frecuencias de 500Hz y 1 kHz sea del mismo orden que RTmid.

Una vez aclarado su objetivo, nos disponemos a exponer los valores obtenidos para cada una de las salas estudiadas:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

Puntos	Frecuencias (Hz)															EDTMid.			
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k		3,15k	4k	5k
Punto 1	2,068	1,337	1,924	1,878	1,293	1,267	1,376	1,099	0,761	1,479	1,243	0,643	0,025	0,311	1,467	2,18	0,682	1,37	1,17
Punto 2	1,249	1,29	2,029	1,404	1,628	1,062	1,043	0,037	0,027	1,304	0,42	0,196	0,031	1,499	1,619	0,019	0,016	0,032	0,23
Punto 3	1,318	1,501	2,051	1,795	1,87	0,838	0,473	0,699	0,025	2,187	0,521	0,163	1,911	0,026	0,192	0,018	0,017	0,025	0,61
Punto 4	1,78	1,657	1,686	2,075	1,545	1,281	1,423	1,277	1,55	1,995	1,87	1,698	1,856	1,533	1,475	0,094	2,652	0,452	1,57
Punto 5	1,642	0,827	1,561	1,646	1,404	1,093	0,857	1,137	1,096	1,1	1,001	0,797	0,795	0,946	1,031	0,852	1,126	0,54	1,07
Punto 6	1,816	1,816	1,552	1,073	0,591	0,921	1,319	1,073	1,35	1,092	0,761	0,753	0,99	1,005	0,781	0,884	1,068	0,666	0,92
Punto 7	1,447	1,518	1,789	1,87	0,914	1,217	1,379	1,198	1,021	0,852	0,98	0,919	1,161	1,152	1,607	1,141	1,011	0,618	1,09
Punto 8	2,063	2,321	1,743	0,606	1,432	0,9	1,185	0,987	0,889	1,148	0,913	0,771	0,494	0,733	0,528	0,567	0,542	0,353	0,95
Punto 9	1,201	1,456	1,951	1,01	1,282	0,67	0,487	1,13	0,67	0,74	0,983	0,395	0,5	0,847	0,741	0,438	0,848	0,399	1,06
DATOS	Frecuencias (Hz)															EDTMid.			
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	
EDT medio	1,621	1,525	1,81	1,484	1,329	1,028	1,06	0,96	0,821	1,322	0,966	0,704	0,862	0,895	1,049	0,688	0,885	0,495	
Des. Estándar	0,335	0,406	0,19	0,493	0,382	0,21	0,376	0,382	0,527	0,49	0,424	0,461	0,694	0,497	0,52	0,691	0,783	0,4	
Des. Mínima	1,201	0,827	1,552	0,606	0,591	0,67	0,473	0,037	0,025	0,74	0,42	0,163	0,025	0,026	0,192	0,018	0,016	0,025	
Des. Máxima	2,068	2,321	2,051	2,075	1,87	1,281	1,423	1,277	1,55	2,187	1,87	1,698	1,911	1,533	1,619	2,18	2,652	1,37	

Ilustración 60. Tabla de Datos EDT.

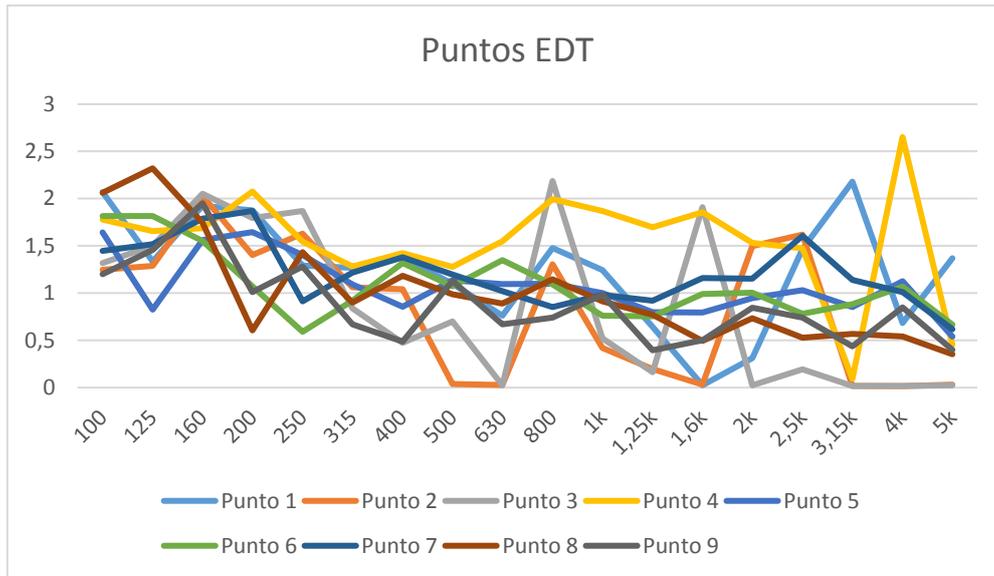


Ilustración 61. Gráfica de los puntos obtenidos para EDT.

Podemos observar que en la media (EDT Mid), los resultados son bastante dispersos ya que oscilan, la mayoría, entre 0,5 y 2, añadir que son valores lineales y destacamos algunos picos en altas frecuencias, posiblemente debido al aire acondicionado o las luminarias.

Con los valores obtenidos de los 9 puntos, hemos calculado el EDT medio de la sala, con esto se procede a ilustrar mediante una gráfica la curva tonal, representada por su Desviación Estándar:

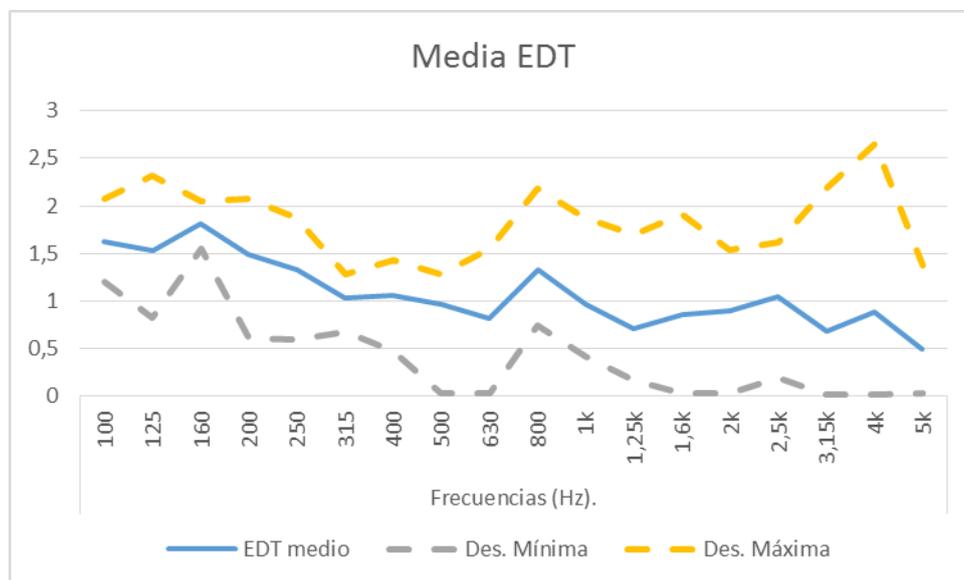


Ilustración 62. Gráfica de la Media obtenida para EDT.

Partiendo de los valores medios, también se ha obtenido el EDTmid, el cual resulta de la media del EDT de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del EDTmid es de **0,96 segundos**.

El EDT debe ser un valor semejante al del tiempo de reverberación para que haya una buena difusión del sonido.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

Puntos	Frecuencias (Hz)																	EDTMid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	2,887	0,463	1,841	1,663	1,718	1,454	1,15	1,387	1,254	1,369	1,483	1,258	1,168	1,184	1,258	1,492	1,113	1,143	1,27
Punto 2	0,814	1,262	1,615	1,56	1,232	1,012	0,796	0,843	1,339	0,974	1,082	1,011	1,28	0,854	1,254	0,799	1,227	0,42	1,00
Punto 3	1,752	1,257	1,678	1,826	1,109	1,104	1,304	1,399	1,027	1,313	1,377	1,131	1,034	0,946	1,055	1,113	1,165	0,874	1,18
Punto 4	2,716	0,533	1,429	1,386	1,237	1,104	1,544	0,996	0,827	1,049	0,929	1,066	0,863	0,905	1,086	0,916	1,119	0,809	0,98
Punto 5	1,561	1,497	1,019	1,21	0,701	0,845	0,979	1,088	0,728	0,851	0,794	1,006	0,906	0,758	0,789	0,587	0,787	0,526	0,82
Punto 6	2,064	1,323	1,299	1,218	1,452	0,936	0,897	0,871	1,252	0,972	0,847	1,078	1,123	0,799	0,954	1,047	1,251	0,796	0,93
Punto 7	2,249	2,289	1,41	1,829	1,188	1,15	1,055	1,146	0,961	1,173	1,481	1,094	1,289	0,892	1,024	1,076	1,029	0,809	1,11
Punto 8	3,126	1,81	0,98	1,622	1,812	1,824	1,137	1,286	1,403	1,574	1,171	1,241	1,255	1,277	1,138	1,135	1,299	1,229	1,26
Punto 9	1,311	0,522	0,807	1,042	1,398	1,451	1,349	1,213	0,954	1,086	0,578	0,669	1,296	1,113	0,625	0,349	0,24	0,278	0,78
Punto 10	1,095	0,495	0,905	1,083	1,493	1,314	0,523	0,754	0,697	1,176	1,395	1,02	1,13	0,993	0,851	0,245	0,379	0,342	0,90

DATOS	Frecuencias (Hz)																	EDTMid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
EDT medio	1,958	1,145	1,298	1,444	1,334	1,22	1,074	1,098	1,044	1,154	1,114	1,057	1,134	0,972	1,003	0,876	0,961	0,723	1,11
Des. Estandar	0,787	0,631	0,356	0,296	0,318	0,294	0,294	0,229	0,255	0,216	0,32	0,163	0,157	0,17	0,203	0,386	0,373	0,325	
Des. Mínima	0,814	0,463	0,807	1,042	0,701	0,845	0,523	0,754	0,697	0,851	0,578	0,669	0,863	0,758	0,625	0,245	0,24	0,278	
Des. Máxima	3,126	2,289	1,841	1,829	1,812	1,824	1,544	1,399	1,403	1,574	1,483	1,258	1,296	1,277	1,258	1,492	1,299	1,229	

Ilustración 63. Tabla de Datos EDT.

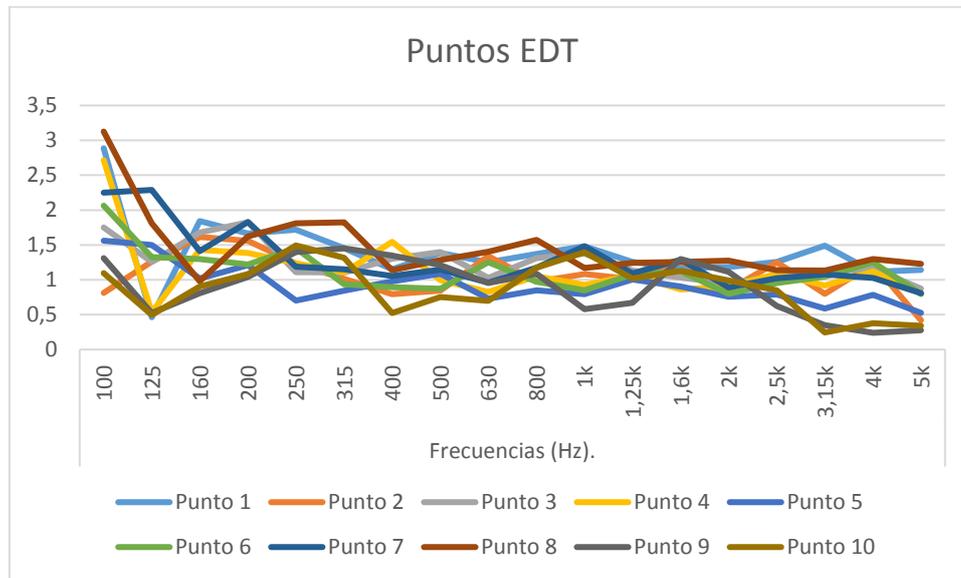


Ilustración 64. Gráfica de los puntos EDT.

Como podemos ver en la media (EDT Mid.) observamos que los resultados varían entre el 0,5 al 1,5 por lo que son bastante uniformes, son valores lineales, destacamos únicamente algunos picos en bajas frecuencias (125 Hz).

Con los valores obtenidos de los 10 puntos, hemos calculado el EDT medio de la sala, con esto se procede a ilustrar mediante una gráfica la curva tonal, representada por su Desviación Estándar:

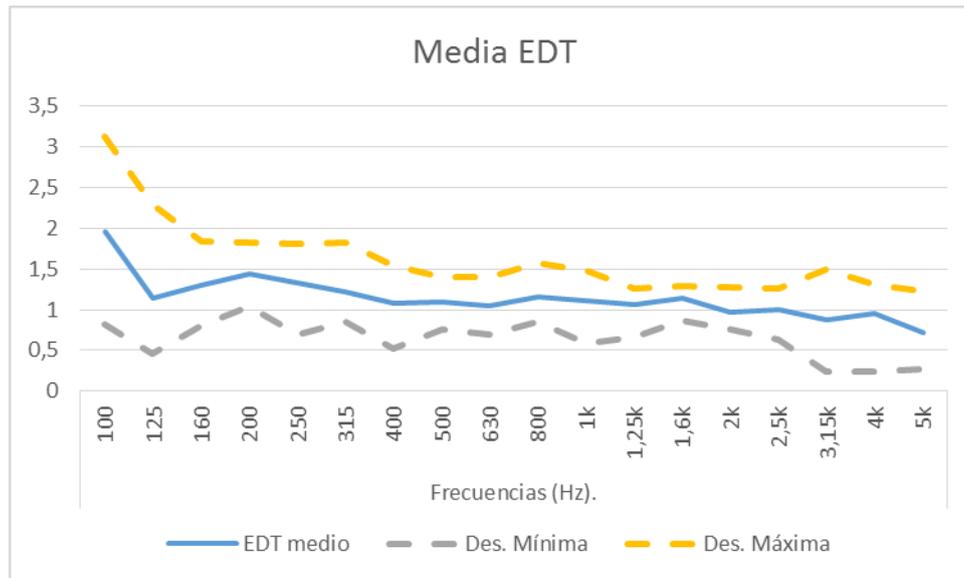


Ilustración 65. Gráfica Media EDT.

Partiendo de los valores medios, también se ha obtenido el EDTmid, el cual resulta de la media del EDT de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del EDTmid es de **1,11 segundos**.

El EDT debe ser un valor semejante al del tiempo de reverberación para que haya una buena difusión del sonido.

➤ Sala de Exposición:

Puntos	Frecuencias (Hz)																	EDTMid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	3,328	3,083	3,72	4,889	4,684	5,726	4,048	4,182	3,898	3,526	3,879	3,691	3,193	2,943	2,771	2,225	1,71	1,498	3,05
Punto 2	3,537	4,753	3,972	3,786	4,488	5,478	4,66	4,603	4,349	3,485	3,534	1,839	3,487	2,224	3,007	2,194	1,808	1,552	2,80
Punto 3	2,969	3,667	3,784	3,884	3,881	4,741	4,744	3,46	3,126	3,127	3,157	3,082	2,839	2,514	2,395	2,187	1,467	1,317	2,55
Punto 4	3,767	3,407	4,46	3,283	3,478	3,889	4,149	4,038	3,661	2,686	3,29	3,116	2,936	3,004	2,656	1,877	1,997	1,467	2,98
Punto 5	3,064	3,045	3,784	3,771	4,004	4,087	4,28	4,398	3,74	3,284	3,368	2,481	3,209	2,894	3,08	2,307	2,099	1,446	3,04
Punto 6	2,715	2,747	4,417	3,916	3,679	4,451	4,011	3,892	3,785	3,56	3,891	3,382	3,498	3,113	2,865	2,391	2,441	1,662	3,26

DATOS	Frecuencias (Hz)																	EDTMid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
EDT medio	3,23	3,451	4,023	3,921	4,036	4,729	4,315	4,095	3,76	3,278	3,52	2,932	3,194	2,782	2,796	2,197	1,92	1,49	3,81
Des. Estándar	0,388	0,713	0,333	0,526	0,467	0,741	0,315	0,401	0,394	0,334	0,308	0,668	0,273	0,341	0,249	0,175	0,338	0,115	
Des. Mínima	2,715	2,747	3,72	3,283	3,478	3,889	4,011	3,46	3,126	2,686	3,157	1,839	2,839	2,224	2,395	1,877	1,467	1,317	
Des. Máxima	3,767	4,753	4,46	4,889	4,684	5,726	4,744	4,603	4,349	3,56	3,891	3,691	3,498	3,113	3,08	2,391	2,441	1,662	

Ilustración 66. Tabla de Datos EDT.

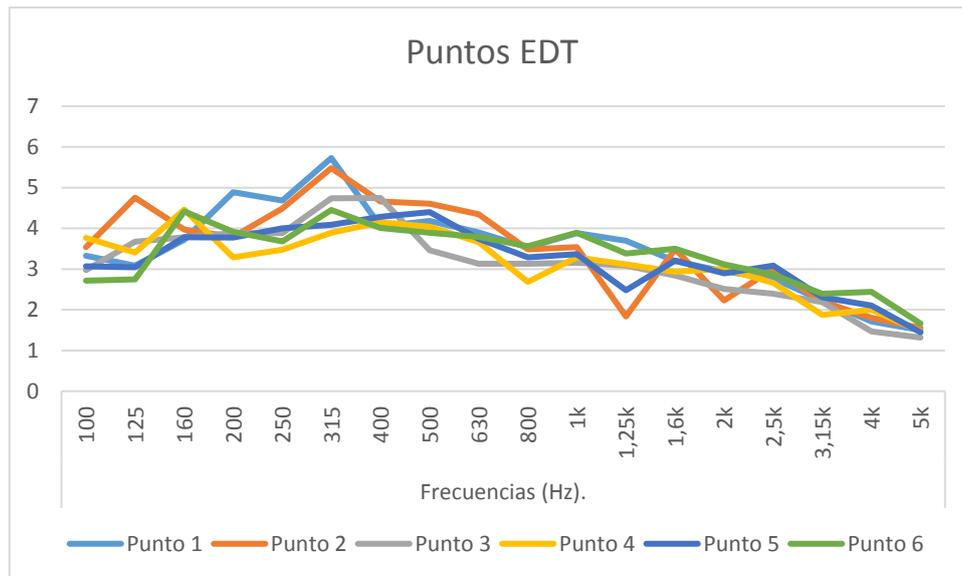


Ilustración 67. Gráfico de los puntos EDT.

Como podemos ver en la media (EDT Mid.) observamos que los resultados varían entre el 1,5 a 4,5 por lo que son bastante uniformes, siendo estos valores lineales.

Con los valores obtenidos de los 6 puntos, hemos calculado el EDT medio de la sala, con esto se procede a ilustrar mediante una gráfica la curva tonal, representada por su Desviación Estándar:

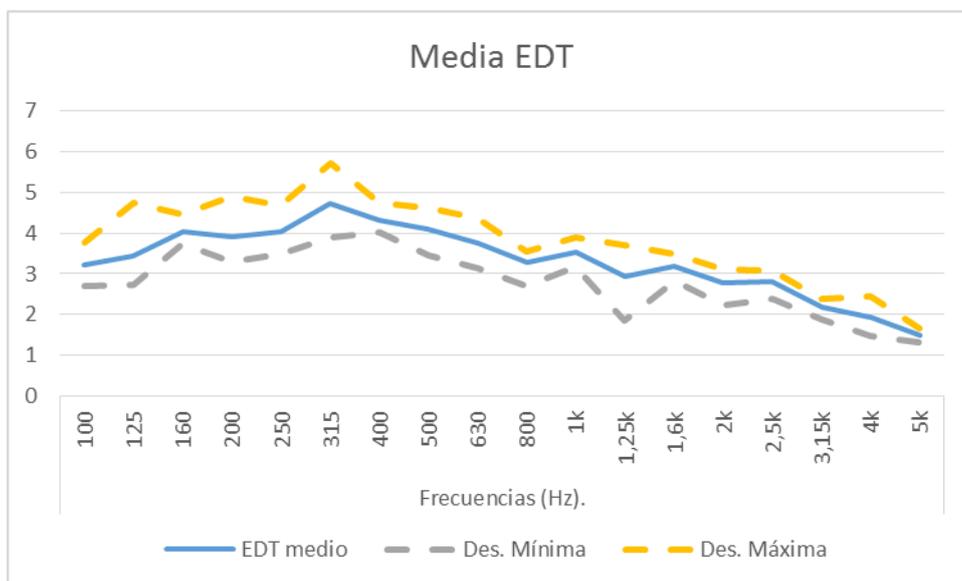


Ilustración 68. Gráfica de datos medio para el EDT.

Partiendo de los valores medios, también se ha obtenido el EDTmid, el cual resulta de la media del EDT de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del EDTmid es de **3,81 segundos**.

El EDT debe ser un valor semejante al del tiempo de reverberación para que haya una buena difusión del sonido.

➤ Escenario:

Puntos	Frecuencias (Hz)																	EDTMid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	0,864	0,707	0,642	2,02	1,478	1,53	1,427	1,392	1,364	1,425	1,269	1,22	1,293	1,578	1,719	1,456	1,873	1,65	1,55
Punto 2	2,088	1,586	2,143	1,723	1,763	1,335	1,287	1,249	1,308	1,287	1,385	1,266	0,928	1,323	2,053	0,619	1,311	0,547	1,32
Punto 3	1,953	1,261	1,882	1,47	1,357	1,205	1,262	1,446	1,433	1,228	1,342	1,381	1,426	1,322	1,22	1,327	1,289	1,534	1,34
Punto 4	1,143	2	1,796	1,489	2,182	1,388	1,074	1,525	1,517	1,454	1,29	1,279	1,22	1,284	1,533	1,818	1,424	1,756	1,36
Punto 5	2,191	1,518	1,473	1,147	1,082	1,632	1,558	0,677	1,027	1,417	1,312	1,236	1,395	2,021	1,474	1,658	1,484	1,558	1,51

DATOS	Frecuencias (Hz)																	EDTMid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
EDT medio	1,648	1,414	1,587	1,57	1,572	1,418	1,322	1,258	1,33	1,362	1,32	1,276	1,252	1,505	1,6	1,376	1,476	1,409	1,29
Des. Estandar	0,602	0,476	0,58	0,325	0,42	0,167	0,182	0,34	0,187	0,099	0,046	0,063	0,199	0,311	0,31	0,463	0,236	0,49	
Des. Mínima	0,864	0,707	0,642	1,147	1,082	1,205	1,074	0,677	1,027	1,228	1,269	1,22	0,928	1,284	1,22	0,619	1,289	0,547	
Des. Máxima	2,191	2	2,143	2,02	2,182	1,632	1,558	1,525	1,517	1,454	1,385	1,381	1,426	2,021	2,053	1,818	1,873	1,756	

Ilustración 69. Tabla de datos para el EDT.

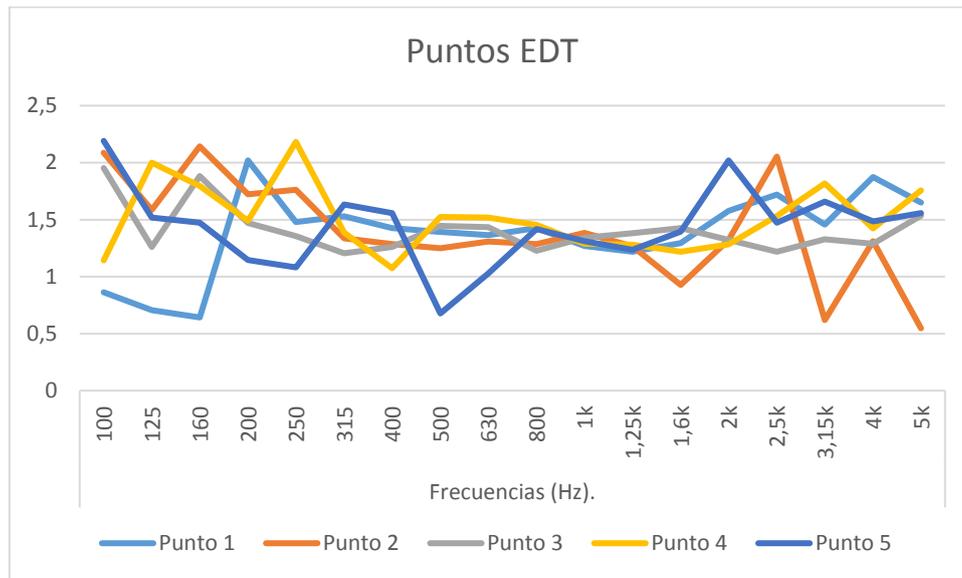


Ilustración 70. Gráfica Puntos EDT.

Como podemos ver en la media (EDT Mid.) observamos que los resultados varían entre el 0,5 a 2 por lo que son bastante uniformes, son valores lineales, destacamos únicamente algunos picos en frecuencias muy puntuales, posiblemente debido a las luminarias.

Con los valores obtenidos de los 5 puntos, hemos calculado el EDT medio de la sala, con esto se procede a ilustrar mediante una gráfica la curva tonal, representada por su Desviación Estándar:

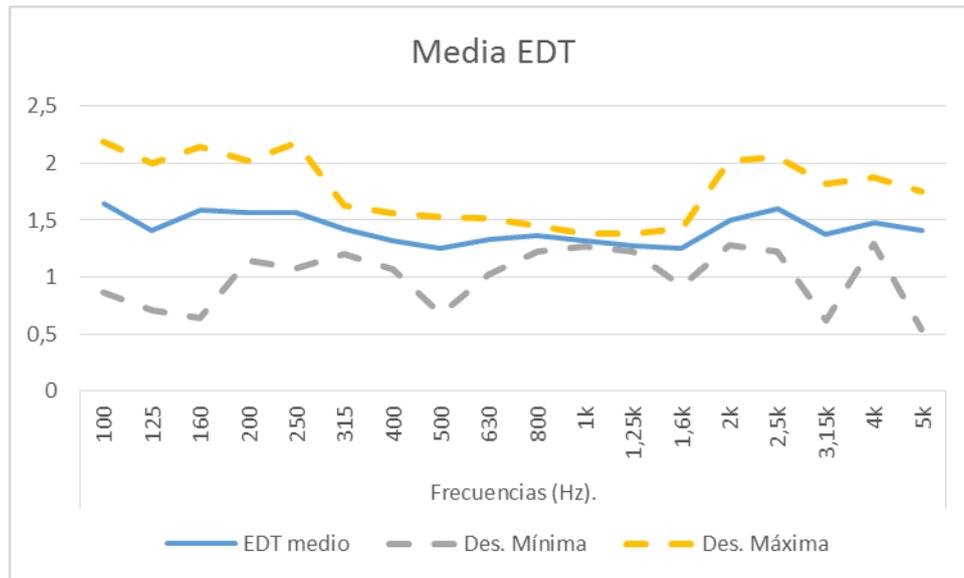


Ilustración 71. Gráfica de la Media para el EDT.

Partiendo de los valores medios, también se ha obtenido el EDTmid, el cual resulta de la media del EDT de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del EDTmid es de **1,29 segundos**.

El EDT debe ser un valor semejante al del tiempo de reverberación para que haya una buena difusión del sonido.

b) Tiempo de Reverberación (TR 20).

Por otro lado, también hemos estudiado el tiempo de reverberación TR20, que es el tiempo que transcurre desde que deja de emitir un sonido la fuente hasta que el nivel desciende en 20 dB.

Este es el valor óptimo al que se intentará ajustar el tiempo de reverberación, mediante el programa de simulación, llegando si es posible a valores de entre **1,2 y 1,5 segundos** que se recomiendan para **Salas Polivalentes**, y **alrededor de 1 segundo para Salas de Conferencias**.

Aunque dichos valores no vienen prefijados en ninguna norma.

A continuación se indican los valores obtenidos:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

Puntos	Frecuencias (Hz)																TR20Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	1,998	1,512	1,606	1,523	1,437	1,181	1,212	1,126	1,167	1,16	1,232	1,013	1,137	0,997	1,043	0,881	1,195	0,81	1,18
Punto 2	1,856	1,789	2,058	1,049	1,735	1,456	1,428	1,211	1,421	1,163	1,161	1,055	1,101	0,978	0,983	0,894	0,875	1,157	1,19
Punto 3	1,868	1,841	2,125	1,398	1,572	1,514	1,683	1,247	1,126	1,026	0,997	1,115	1,035	1,049	0,962	0,915	1,125	1,114	1,12
Punto 4	1,474	1,603	1,639	1,537	1,284	1,21	1,23	1,054	1,151	0,98	1,114	1,069	1,093	1,076	0,987	0,89	1,141	0,819	1,08
Punto 5	1,78	1,758	1,817	1,504	1,282	1,05	1,338	1,105	0,774	1,055	1,188	0,96	0,832	1,01	1,065	0,873	1,056	0,658	1,15
Punto 6	2,246	1,432	1,426	1,559	1,319	1,079	0,995	0,94	1,029	1,03	1,07	0,954	0,964	0,934	1,035	0,842	1,198	0,697	1,01
Punto 7	1,546	1,403	1,448	1,215	1,367	1,002	1,234	1,012	1,153	1,151	1,139	0,892	0,881	0,908	0,995	0,92	0,922	0,79	1,08
Punto 8	1,93	1,514	1,455	1,655	0,91	0,897	1,061	0,96	0,891	0,966	1,02	0,782	0,828	0,826	0,944	0,911	1,06	0,738	0,99
Punto 9	1,887	1,181	1,241	1,281	1,175	0,909	1,114	0,832	1,158	1,129	1,023	0,915	0,905	0,833	0,758	0,921	0,803	0,309	0,93
DATOS	Frecuencias (Hz)																TR20Mid.		
TR20 medio	1,843	1,559	1,646	1,413	1,342	1,144	1,255	1,054	1,097	1,073	1,105	0,973	0,975	0,975	0,874	0,884		0,788	
Des. Estándar	0,23	0,213	0,3	0,195	0,234	0,221	0,209	0,133	0,184	0,078	0,082	0,103	0,12	0,089	0,09	0,343	0,386	0,25	
Des. Mínima	1,474	1,181	1,241	1,049	0,91	0,897	0,995	0,832	0,774	0,966	0,997	0,782	0,828	0,826	0,758	0,641	0,589	0,309	
Des. Máxima	2,246	1,841	2,125	1,655	1,735	1,514	1,683	1,247	1,421	1,163	1,232	1,115	1,137	1,076	1,065	1,052	1,121	1,157	

Ilustración 72. Tabla de Datos para TR20.

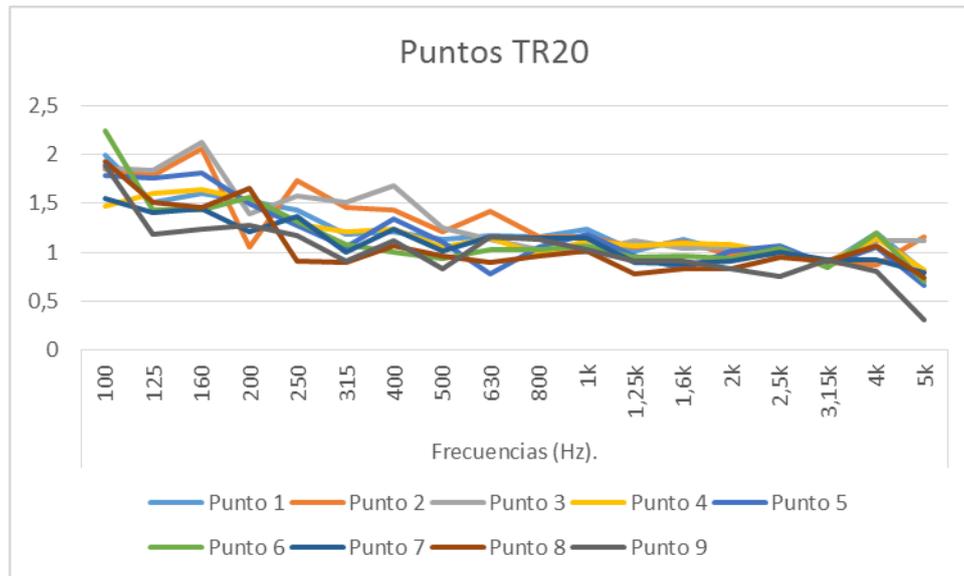


Ilustración 73. Gráfica Puntos TR20.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico anterior, los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros. Por otro lado, podemos ver la uniformidad descendente del gráfico, el cual para una sala polivalente, es el más adecuado, por lo que el tiempo de reverberación es también aceptable, aunque no se encuentre dentro los 1,2 – 1,5s pero sí muy próximo, también cabe añadir que podría ser mejorable.

Con los valores medidos en los 9 puntos, hemos obtenido el TR20 medio de la sala, con el que se ha obtenido la curva tonal (TR20), la cual está representada con su desviación estándar, la cual se detalla a continuación:

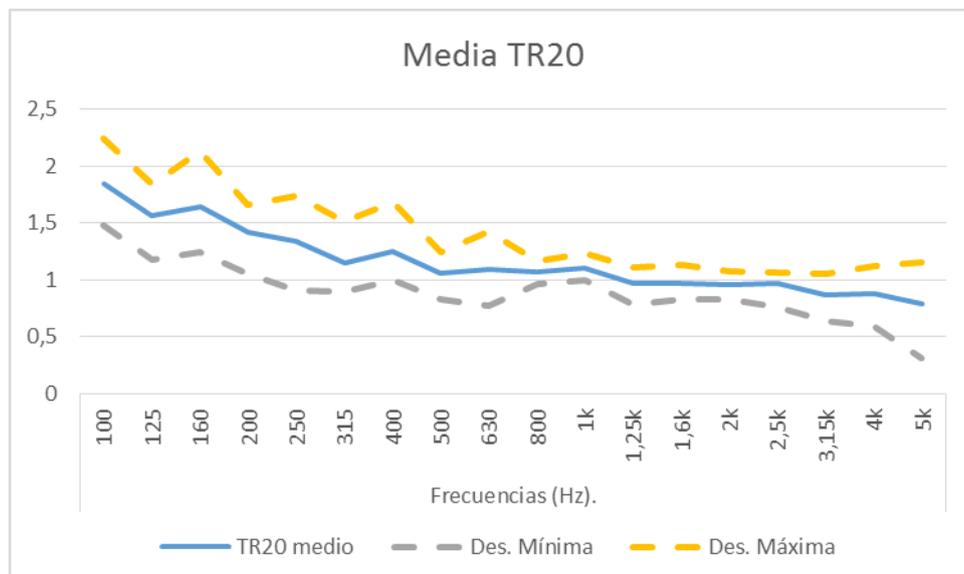


Ilustración 74. Gráfico Media TR20.

Por último a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR20mid, el cual resulta de la media del TR20 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **1,08 segundos**. Con este valor, dicha sala tendría un valor aceptable para una **Sala Polivalente**.

Recinto		
Estudios Grabación	0,20s	0,40s
Salas de Conferencias	0,70s	1,00s
Cine	1,00s	1,20s
Sala Polivalente	1,20s	1,50s
Teatro de Opera	1,20s	1,50s
Salas de Concierto	1,30s	2,00s
Iglesias	2,00s	3,00s

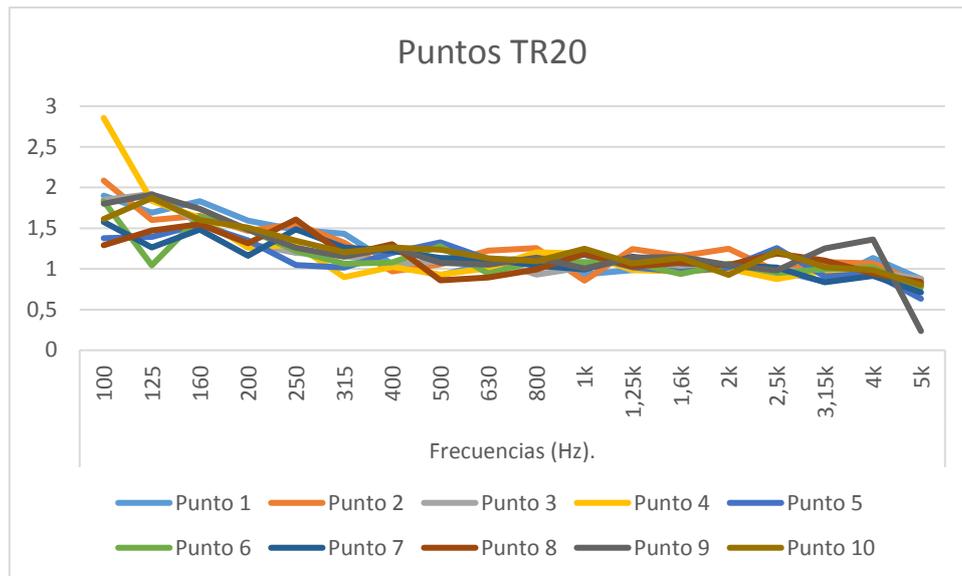
Ilustración 75. Tiempos de Reverberación Adecuados para las Salas.

Se procederá a aproximar al valor **alrededor de los 1,2/1,3 segundos** que es el tiempo óptimo de reverberación recomendado para las Salas Polivalentes con las pequeñas modificaciones que se realizarán en dicha Sala.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

Puntos	Frecuencias (Hz)																	TR20Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k		5k	
Punto 1	1,901	1,693	1,832	1,594	1,479	1,432	1,06	0,918	1,076	1,157	0,935	0,983	1,075	0,987	0,98	0,843	1,134	0,874	1,00	
Punto 2	2,086	1,602	1,652	1,467	1,548	1,322	0,971	1,056	1,226	1,254	0,857	1,242	1,157	1,249	0,968	1,082	1,066	0,818	1,08	
Punto 3	1,848	1,921	1,551	1,309	1,197	1,161	1,055	1,094	1,12	0,931	1,019	1,127	1,022	0,984	0,977	0,976	0,96	0,879	1,00	
Punto 4	2,855	1,838	1,628	1,259	1,299	0,9	1,026	0,929	1,009	1,206	1,184	0,985	0,971	1,002	0,876	0,981	0,931	0,797	1,02	
Punto 5	1,378	1,393	1,546	1,348	1,048	1,016	1,198	1,325	1,118	1,105	1,173	1,021	0,965	1,017	1,256	0,908	0,945	0,633	1,08	
Punto 6	1,831	1,045	1,642	1,489	1,221	1,062	1,079	1,28	0,943	1,104	1,084	1,076	0,938	1,065	0,949	0,998	1,015	0,773	1,09	
Punto 7	1,577	1,262	1,482	1,161	1,489	1,264	1,22	1,133	1,121	1,038	0,992	1,149	1,073	1,048	1,018	0,834	0,914	0,711	1,01	
Punto 8	1,291	1,47	1,551	1,315	1,607	1,168	1,301	0,861	0,893	0,991	1,184	1,027	1,074	1,047	1,19	1,103	0,943	0,838	1,03	
Punto 9	1,802	1,914	1,737	1,484	1,261	1,149	1,263	1,076	1,052	1,136	1,006	1,136	1,144	1,049	0,979	1,252	1,36	0,236	1,12	
Punto 10	1,614	1,871	1,602	1,505	1,347	1,204	1,264	1,236	1,13	1,096	1,246	1,067	1,133	0,926	1,217	1,021	0,985	0,801	1,07	
DATOS	Frecuencias (Hz)																	TR20Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k		5k	
TR20 medio	1,818	1,601	1,622	1,393	1,35	1,168	1,144	1,091	1,069	1,102	1,068	1,081	1,055	1,037	1,041	1	1,025	0,736	1,08	
Des. Estandar	0,438	0,302	0,103	0,134	0,177	0,153	0,118	0,158	0,098	0,096	0,126	0,082	0,078	0,085	0,13	0,126	0,136	0,191		
Des. Mínima	1,291	1,045	1,482	1,161	1,048	0,9	0,971	0,861	0,893	0,931	0,857	0,983	0,938	0,926	0,876	0,834	0,914	0,236		
Des. Máxima	2,855	1,921	1,832	1,594	1,607	1,432	1,301	1,325	1,226	1,254	1,246	1,242	1,157	1,249	1,256	1,252	1,36	0,879		

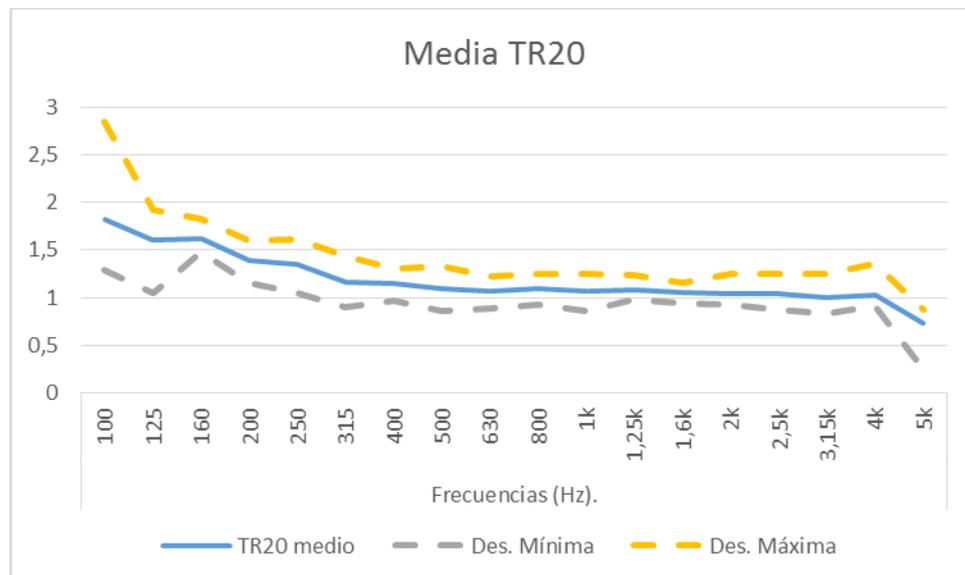
Ilustración 76. Tabla de Datos para TR20.



Il·lustració 77. Gràfic punt per a TR20.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico anterior, los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros.

Con los valores medidos en los 10 puntos, hemos obtenido el TR20 medio de la sala, con el que se ha obtenido la curva tonal (TR20), la cual está representada con su desviación estándar, la cual se detalla a continuación:



Il·lustració 78. Gràfic de la mitjana per a TR20.

Por último a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR20mid, el cual resulta de la media del TR20 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **1,08 segundos**. Con este valor, dicha sala tendría un valor aceptable para una **Sala Polivalente**.

Recinto		
Estudios Grabación	0,20s	0,40s
Salas de Conferencias	0,70s	1,00s
Cine	1,00s	1,20s
Sala Polivalente	1,20s	1,50s
Teatro de Opera	1,20s	1,50s
Salas de Concierto	1,30s	2,00s
Iglesias	2,00s	3,00s

Ilustración 79. Tiempos de Reverberación adecuados para las Salas.

Se procederá a aproximar al valor **alrededor de los 1,2/1,3 segundos** que es el tiempo óptimo de reverberación recomendado para las Salas Polivalentes con las pequeñas modificaciones que se realizarán en dicha Sala.

➤ Escenario:

Puntos	Frecuencias (Hz)																	TR20Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	1,672	1,482	1,653	1,6	1,463	1,097	1,17	0,928	1,083	1,177	1,057	0,984	0,966	0,928	0,787	0,503	0,931	0,284	0,96
Punto 2	1,424	1,78	1,422	1,333	1,48	1,173	1,209	1,08	1,098	1,305	1,276	1,082	0,99	0,928	0,989	0,064	1,056	0,083	1,07
Punto 3	1,509	1,575	1,679	1,258	0,671	1,216	1,169	1,024	1,031	1,176	1,115	0,999	1,023	0,886	0,994	0,252	1,089	5,485	1,01
Punto 4	0,719	1,771	1,491	1,633	1,38	1,248	1,382	1,155	1,232	1,047	0,889	0,973	0,929	0,958	0,924	1,305	0,416	0,234	0,83
Punto 5	1,941	1,164	1,22	1,132	0,917	1,284	1,028	1,375	1,259	0,457	0,893	1,041	0,979	0,886	0,709	0,795	0,688	0,466	0,91

DATOS	Frecuencias (Hz)																	T20Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
TR20 medio	1,453	1,554	1,493	1,391	1,182	1,203	1,192	1,112	1,141	1,032	1,046	1,016	0,977	0,917	0,881	0,584	0,836	1,31	1,08
Des. Estandar	0,455	0,253	0,187	0,218	0,367	0,072	0,127	0,168	0,099	0,334	0,163	0,045	0,034	0,031	0,127	0,488	0,283	2,338	
Des. Mínima	0,719	1,164	1,22	1,132	0,671	1,097	1,028	0,928	1,031	0,457	0,889	0,973	0,929	0,886	0,709	0,064	0,416	0,083	
Des. Máxima	1,941	1,78	1,679	1,633	1,48	1,284	1,382	1,375	1,259	1,305	1,276	1,082	1,023	0,958	0,994	1,305	1,089	5,485	

Ilustración 80. Tabla de datos para TR20.

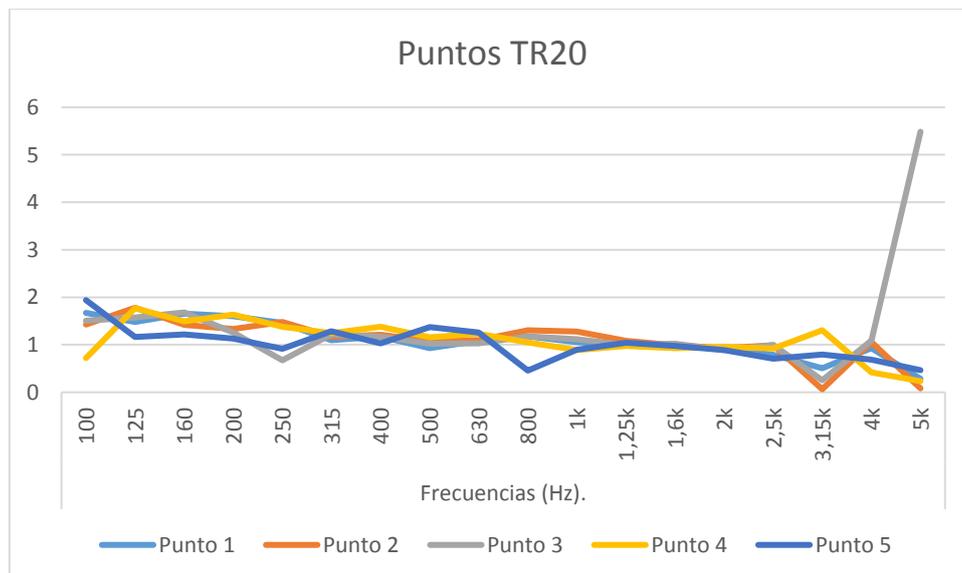


Ilustración 81. Gráfico puntos TR20.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico anterior, los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros. Destacamos que a frecuencias altas (5k), el tiempo de reverberación sufre un pico, posiblemente debido a la existencia de la uralita como cubierta. Por otro lado, podemos ver la uniformidad descendente del gráfico, el cual para una sala polivalente, es el más adecuado, por lo que el tiempo de reverberación es también adecuado, aunque añadir que mejorable.

Con los valores medidos en los 5 puntos, hemos obtenido el TR20 medio de la sala, con el que se ha obtenido la curva tonal (TR20), la cual está representada con su desviación estándar, la cual se detalla a continuación:

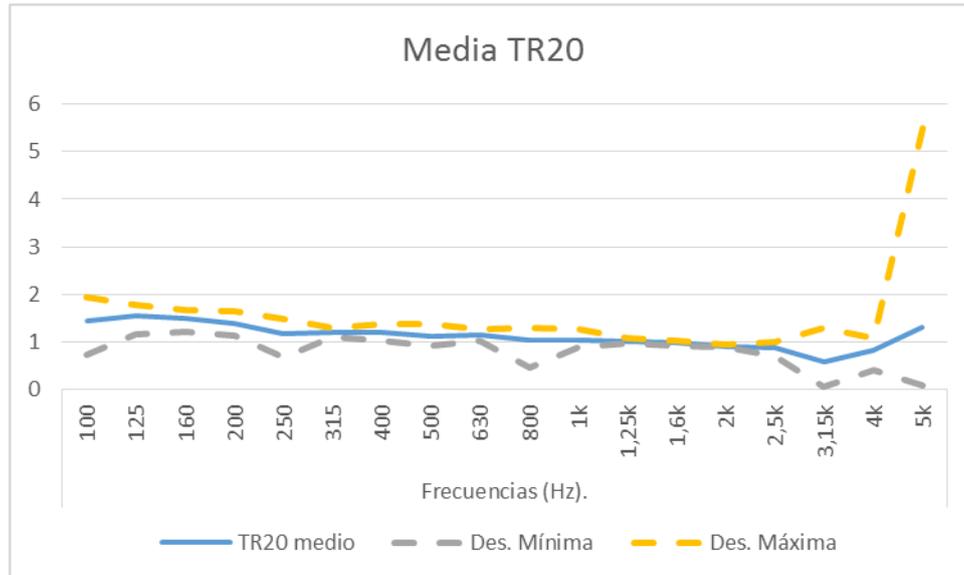


Ilustración 82. Gráfico de las medias para TR20.

Por último a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR20mid, el cual resulta de la media del TR20 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **1,08 segundos**. Con este valor, dicha sala tendría un valor aceptable para una **Sala Polivalente**.

Recinto		
Estudios Grabación	0,20s	0,40s
Salas de Conferencias	0,70s	1,00s
Cine	1,00s	1,20s
Sala Polivalente	1,20s	1,50s
Teatro de Opera	1,20s	1,50s
Salas de Concierto	1,30s	2,00s
Iglesias	2,00s	3,00s

Ilustración 83. Tiempos de Reverberación adecuados para a las Salas.

Se procederá a aproximar al valor **alrededor de los 1,2/1,3 segundos** que es el tiempo óptimo de reverberación recomendado para las Salas Polivalentes con las pequeñas modificaciones que se realizarán en dicha Sala.

➤ Sala de Exposición:

Puntos	Frecuencias (Hz)																TR20Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	3,483	3,87	4,001	3,541	3,676	3,503	4,006	3,792	4,179	3,663	3,562	3,689	3,308	3,115	3,016	2	1,913	1,236	3,03
Punto 2	3,376	3,707	3,768	3,847	3,571	3,295	2,135	3,854	3,709	3,64	3,858	1,075	3,306	2,973	2,816	0,099	2,395	0,11	3,18
Punto 3	4,435	3,87	3,25	4,089	4,015	3,361	3,062	3,184	3,797	3,364	3,284	3,602	3,355	2,805	2,931	1,683	1,537	1,244	2,66
Punto 4	2,863	2,824	3,387	3,635	3,959	4,344	4,192	4,046	3,16	3,566	3,684	3,924	3,384	3,254	2,163	1,854	1,404	1,234	3,02
Punto 5	2,808	3,166	3,377	3,953	3,664	4,209	3,547	3,716	3,872	3,664	3,552	4,009	3,606	3,368	2,123	1,702	1,513	1,203	3,00
Punto 6	2,805	3,171	3,336	3,665	3,4	4,516	4,137	4,097	3,255	2,899	3,528	2,617	3,579	3,131	3,807	1,709	1,439	1,126	2,95

DATOS	Frecuencias (Hz)																TR20Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
TR20 medio	3,295	3,435	3,52	3,789	3,714	3,871	3,513	3,782	3,662	3,466	3,578	3,153	3,423	3,108	2,809	1,508	1,7	1,025	3,68
Des. Estandar	0,633	0,44	0,296	0,21	0,234	0,545	0,799	0,327	0,387	0,3	0,189	1,133	0,135	0,2	0,623	0,701	0,386	0,451	
Des. Mínima	2,805	2,824	3,25	3,541	3,4	3,295	2,135	3,184	3,16	2,899	1,075	3,306	2,805	2,123	0,099	1,404	0,11		
Des. Máxima	4,435	3,87	4,001	4,089	4,015	4,516	4,192	4,097	4,179	3,664	3,858	4,009	3,606	3,368	3,807	2	2,395	1,244	

Ilustración 84. Tabla de datos para TR20.

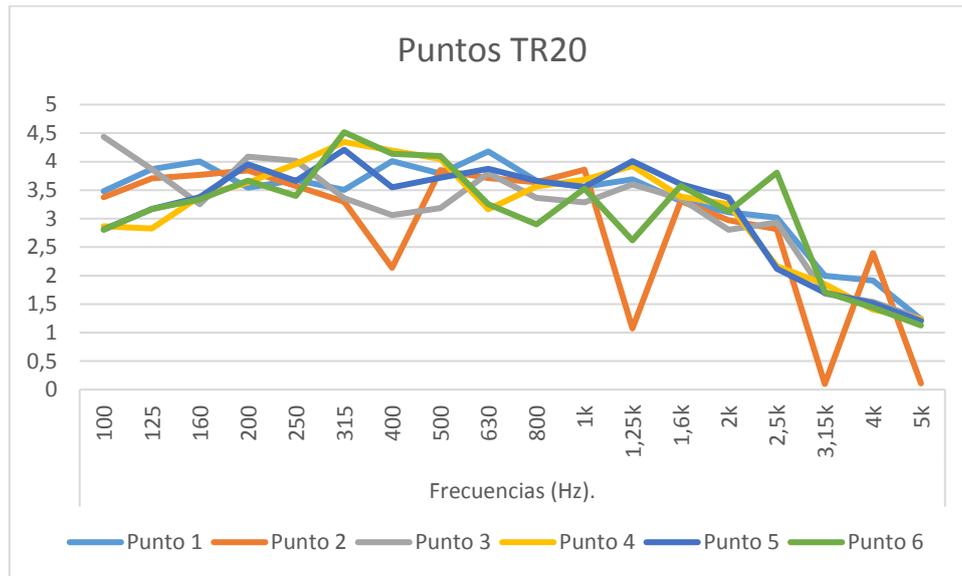


Ilustración 85. Gráfico de los puntos para TR20.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico anterior, los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores poco uniformes, es decir que hay diferencia entre unos y otros. Destacamos que en ciertas frecuencias sufren un pico, debido a que esta sala no se encuentra separada del vestíbulo de entrada, por lo que el paso y la entrada de personal repercuten en estos valores. Por otro lado, podemos ver la uniformidad descendente del gráfico, el cual para una sala de exposiciones, es el más adecuado. Pero por otro lado el tiempo de reverberación NO es el adecuado.

Con los valores medidos en los 5 puntos, hemos obtenido el TR20 medio de la sala, con el que se ha obtenido la curva tonal (TR20), la cual está representada con su desviación estándar, la cual se detalla a continuación:

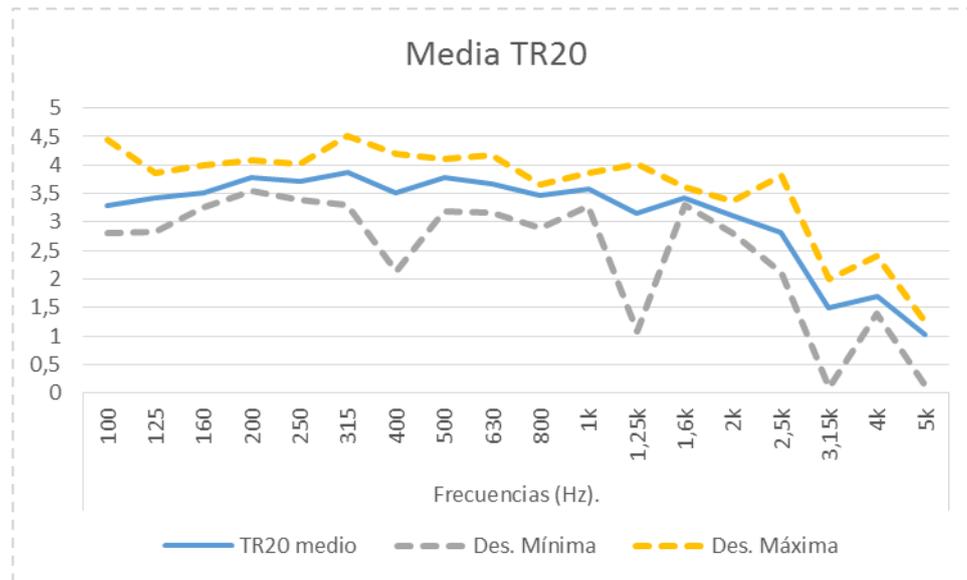


Ilustración 86. Gráfico de la media para TR20.

Por último a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR20mid, el cual resulta de la media del TR20 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **3,68 segundos**, bastante lejos de lo que se necesita para este tipo de Salas.

Recinto		
Estudios Grabación	0,20s	0,40s
Salas de Conferencias	0,70s	1,00s
Cine	1,00s	1,20s
Sala Polivalente	1,20s	1,50s
Teatro de Opera	1,20s	1,50s
Salas de Concierto	1,30s	2,00s
Iglesias	2,00s	3,00s

Ilustración 87. Tiempos de Reverberación adecuados para las Salas.

Se procederá a aproximar al valor alrededor de **1 segundo** que es el tiempo óptimo de reverberación recomendado para las Salas de Conferencias.

c) Tiempo de Reverberación (TR30)

El último parámetro estudiado, en cuanto a reverberación se refiere, es el tiempo de reverberación TR 30, que es el tiempo que transcurre desde que deja de emitir un sonido la fuente hasta que el nivel desciende en 30 dB.

A continuación se detallan los valores obtenidos:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

Puntos	Frecuencias (Hz)																		TR30Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k		
Punto 1	1,917	1,462	1,541	1,523	1,488	1,14	1,177	1,196	1,135	1,23	1,166	0,995	1,105	1	1,01	0,987	0,961	0,747	1,18	
Punto 2	1,757	1,698	1,664	1,59	1,539	1,356	1,312	1,211	1,236	1,091	1,154	1,093	1,099	1,007	0,777	0,754	0,725	0,691	1,18	
Punto 3	1,865	1,815	1,749	1,399	1,538	1,45	1,407	1,246	1,132	1,146	1,058	1,162	1,007	1,001	1,051	1,064	0,894	0,844	1,15	
Punto 4	1,446	1,63	1,616	1,472	1,47	1,321	1,219	1,177	1,192	1,067	1,11	1,108	1,057	1,061	0,78	0,841	0,873	0,685	1,14	
Punto 5	1,639	1,652	1,593	1,348	1,222	0,982	1,263	1,086	0,943	1,033	1,168	1,006	1,115	1,098	0,88	0,842	0,811	0,578	1,13	
Punto 6	2,004	1,449	1,398	1,57	1,291	0,993	1,185	1,03	1,037	1,208	1,138	1,121	1,006	1,023	0,824	0,834	0,885	0,613	1,08	
Punto 7	1,551	1,322	1,441	1,332	1,491	1,309	1,254	1,207	1,221	1,119	1,12	1,014	0,95	0,832	0,791	0,797	0,864	0,68	1,16	
Punto 8	1,523	1,314	1,478	1,69	0,918	0,973	1,096	1,09	1,128	0,931	1,102	0,819	0,802	0,819	0,787	0,684	0,778	0,631	1,10	
Punto 9	1,975	1,154	1,328	1,447	1,241	0,974	1,157	0,804	1,08	1,237	1,071	1	0,98	0,827	0,718	0,696	0,702	0,283	0,94	
DATOS																				
TR30 medio	1,742	1,5	1,534	1,486	1,355	1,166	1,23	1,117	1,123	1,118	1,121	1,035	1,014	0,969	0,861	0,842	0,814	0,702	1,12	
Des. Estandar	0,21	0,215	0,135	0,119	0,207	0,194	0,092	0,137	0,093	0,101	0,04	0,102	0,099	0,112	0,147	0,158	0,266	0,226		
Des. Mínima	1,446	1,154	1,328	1,332	0,918	0,973	1,096	0,804	0,943	0,931	1,058	0,819	0,802	0,819	0,718	0,658	0,566	0,325		
Des. Máxima	2,004	1,815	1,749	1,69	1,539	1,45	1,407	1,246	1,236	1,237	1,168	1,162	1,115	1,098	1,101	1,095	1,081	0,902		

Ilustración 88. Tabla de Datos para TR30.

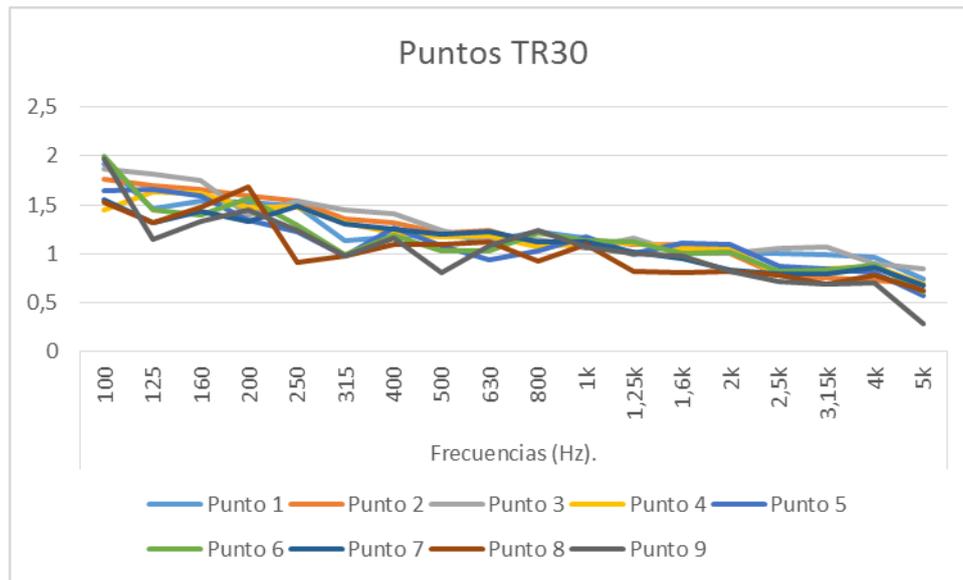


Ilustración 89. Gráfico de puntos para TR30.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico siguiente los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros. Destacamos que a frecuencias bajas el tiempo de reverberación es más alto, disminuyendo linealmente hacia frecuencias altas.

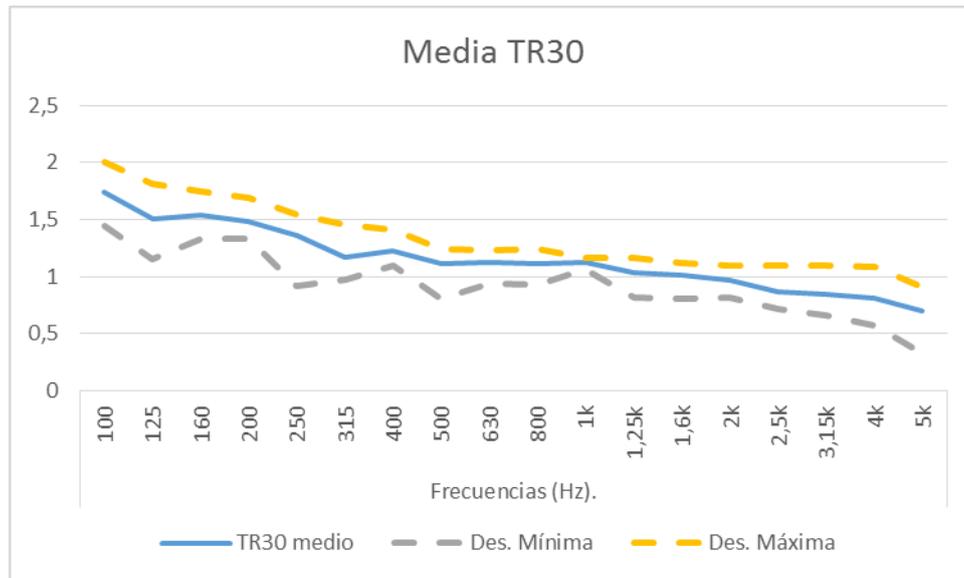


Ilustración 90. Gráfico de la media para TR30.

Por último, destacar que a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR30mid, el cual resulta de la media del TR30 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **1,12** segundos.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

Puntos	Frecuencias (Hz)																TR30Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	1,81	1,463	1,771	1,473	1,32	1,355	1,055	0,922	1,142	1,189	0,946	1,015	1,057	0,978	1,012	0,804	0,937	0,908	0,95
Punto 2	1,94	1,592	1,625	1,474	1,428	1,417	0,973	1,257	1,376	1,413	1,475	0,827	1,402	0,984	0,818	1,152	0,935	0,686	1,14
Punto 3	1,373	1,913	1,511	1,329	1,227	1,204	1,141	1,164	1,172	1,215	0,949	1,421	0,948	0,946	0,877	0,909	0,852	0,783	0,96
Punto 4	2,401	2,128	1,542	1,426	1,372	1,057	1,152	0,9	1,142	1,257	1,337	0,913	0,805	1,221	0,794	0,692	0,73	0,655	1,08
Punto 5	1,515	1,437	1,46	1,366	1,334	1,218	1,341	1,225	1,193	1,262	1,247	1,09	1,208	1,144	0,84	0,905	0,868	0,962	1,11
Punto 6	1,713	1,113	1,598	1,475	1,173	1,191	1,269	1,228	0,981	1,009	1,329	1,404	0,867	0,988	0,848	0,957	0,94	0,721	1,10
Punto 7	1,491	1,361	1,452	1,138	1,445	1,156	1,221	1,159	1,151	1,126	0,957	1,312	0,922	1,097	0,928	0,881	0,872	1,066	1,02
Punto 8	1,45	1,477	1,682	1,363	1,448	1,271	1,196	0,815	1,055	0,92	1,168	0,978	0,982	1,09	0,99	0,832	0,893	0,834	1,02
Punto 9	1,546	1,69	1,709	1,629	1,468	1,21	1,23	1,088	1,202	1,197	1,385	0,849	0,908	0,925	0,862	0,754	0,818	0,651	1,04
Punto 10	2,13	1,575	1,594	1,547	1,261	1,202	1,251	1,203	1,245	0,998	1,314	1,333	1,194	0,963	0,846	0,717	1,03	0,717	1,10
DATOS	Frecuencias (Hz)																TR30Mid.		
TR30 medio	1,737	1,575	1,594	1,422	1,348	1,228	1,183	1,096	1,166	1,159	1,211	1,114	1,03	1,034	0,881	0,785	0,764	0,809	1,15
Des. Estandar	0,334	0,286	0,106	0,135	0,103	0,101	0,107	0,159	0,106	0,148	0,196	0,233	0,186	0,098	0,073	0,255	0,081	0,325	
Des. Mínima	1,373	1,113	1,452	1,138	1,173	1,057	0,973	0,815	0,981	0,92	0,946	0,827	0,805	0,925	0,794	0,645	0,64	0,637	
Des. Máxima	2,401	2,128	1,771	1,629	1,468	1,417	1,341	1,257	1,376	1,413	1,475	1,421	1,402	1,221	1,201	1,152	1,03	0,995	

Ilustración 91. Tabla de Datos para TR30.

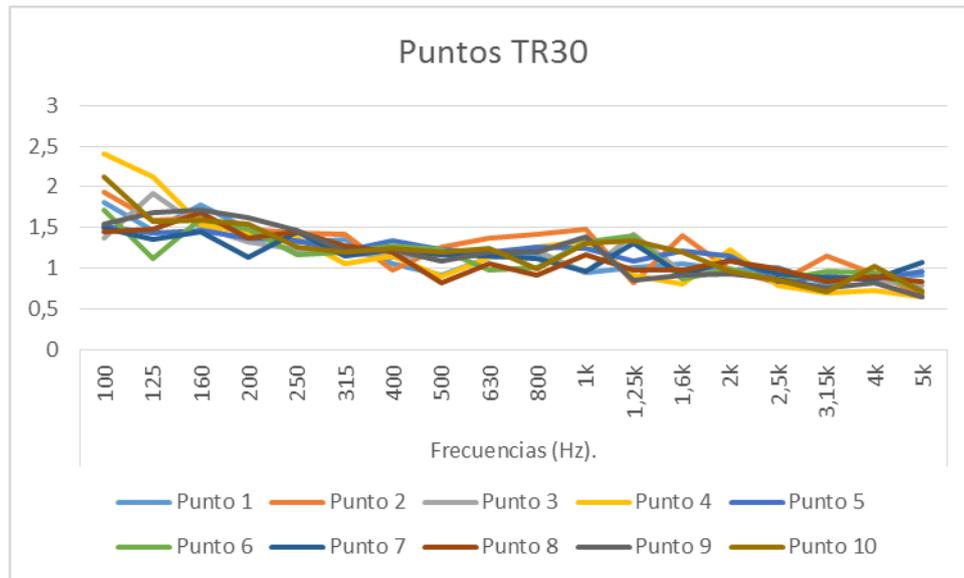


Ilustración 92. Gráfico de los puntos para TR30.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico siguiente los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros. Destacamos que a frecuencias bajas el tiempo de reverberación es más alto, disminuyendo linealmente hacia frecuencias altas.

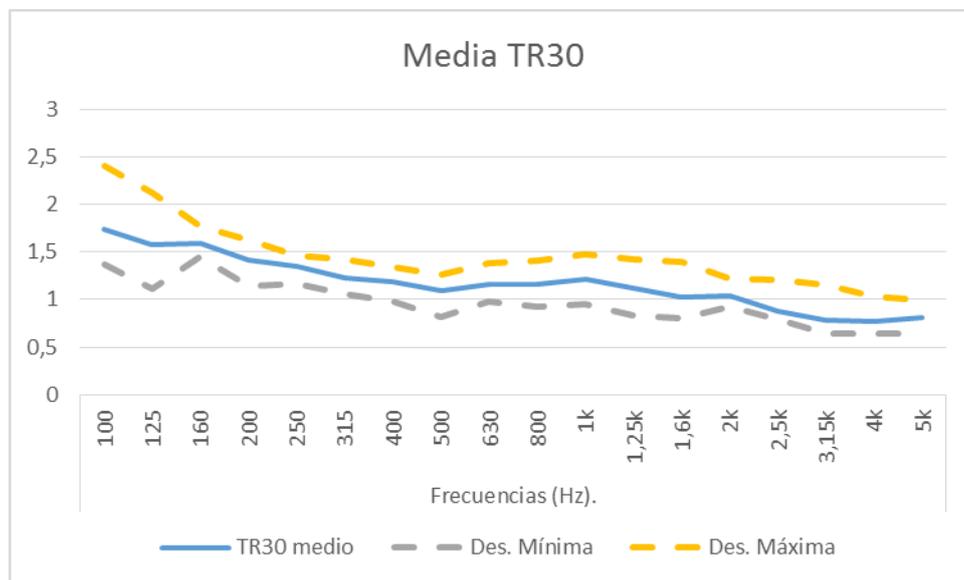


Ilustración 93. Gráfico de los datos medios para TR30.

Por último, destacar que a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR30mid, el cual resulta de la media del TR30 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **1,15** segundos.

➤ Escenario:

Puntos	Frecuencias (Hz)																TR30Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	1,638	1,481	1,624	1,461	1,567	1,124	1,17	0,964	1,093	1,155	1,168	0,88	0,859	0,915	0,773	0,761	0,755	0,682	0,95
Punto 2	1,602	1,603	1,519	1,236	1,53	1,218	1,212	1,037	0,928	1,2	1,197	1,141	0,943	1,02	0,977	0,932	0,891	0,792	1,03
Punto 3	1,497	1,669	1,744	1,255	1,241	1,234	1,374	1,268	1,198	1,174	0,962	0,994	0,997	0,94	0,961	0,942	0,921	0,905	0,99
Punto 4	1,598	1,688	1,588	1,731	1,416	1,296	1,15	1,042	1,058	1,055	0,88	0,836	0,834	0,926	0,856	0,83	0,816	0,759	0,90
Punto 5	1,801	1,742	1,703	1,646	1,551	1,325	1,309	1,289	1,216	1,248	0,848	0,822	0,867	0,901	0,807	0,761	0,736	0,698	0,90

DATOS	Frecuencias (Hz)																TR30Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
TR30 medio	1,467	1,52	1,538	1,352	1,348	1,239	1,197	1,042	1,099	1,166	1,011	0,935	0,9	0,941	0,875	0,885	0,857	0,849	1,03
Des. Estandar	0,391	0,217	0,198	0,251	0,38	0,078	0,109	0,153	0,117	0,071	0,162	0,134	0,068	0,047	0,091	2,731	0,141	1,355	
Des. Mínima	1,259	1,161	1,215	1,078	1,105	1,124	1,081	0,878	0,928	1,055	0,848	0,822	0,834	0,901	0,773	0,768	0,736	0,699	
Des. Máxima	1,801	1,688	1,744	1,731	1,567	1,325	1,374	1,289	1,216	1,248	1,197	1,141	0,997	1,02	0,977	0,995	1,085	0,998	

Ilustración 94. Tabla de Datos para TR30.

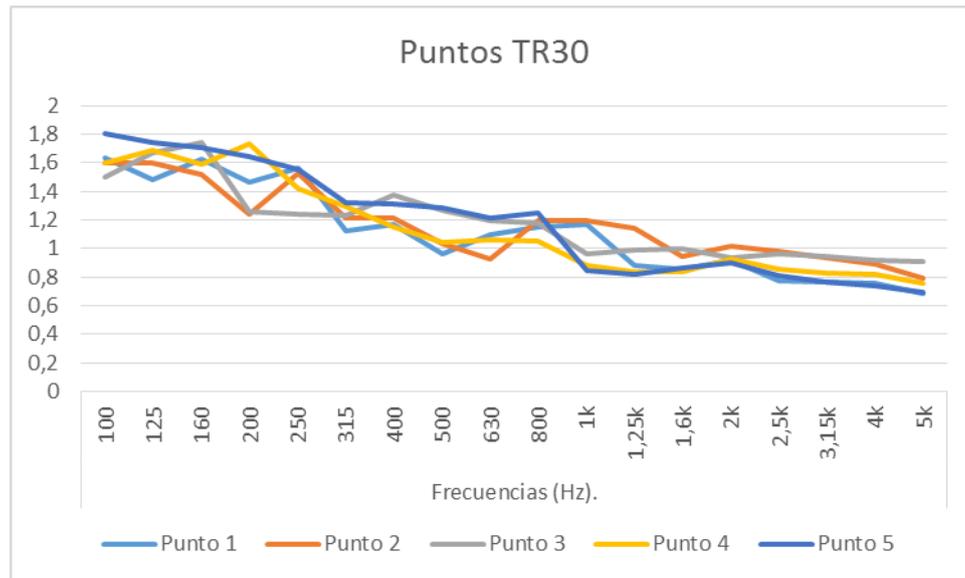


Ilustración 95. Gráfico de los puntos para TR30.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico siguiente los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros. Destacamos que a frecuencias bajas el tiempo de reverberación es más alto, disminuyendo linealmente hacia frecuencias altas.

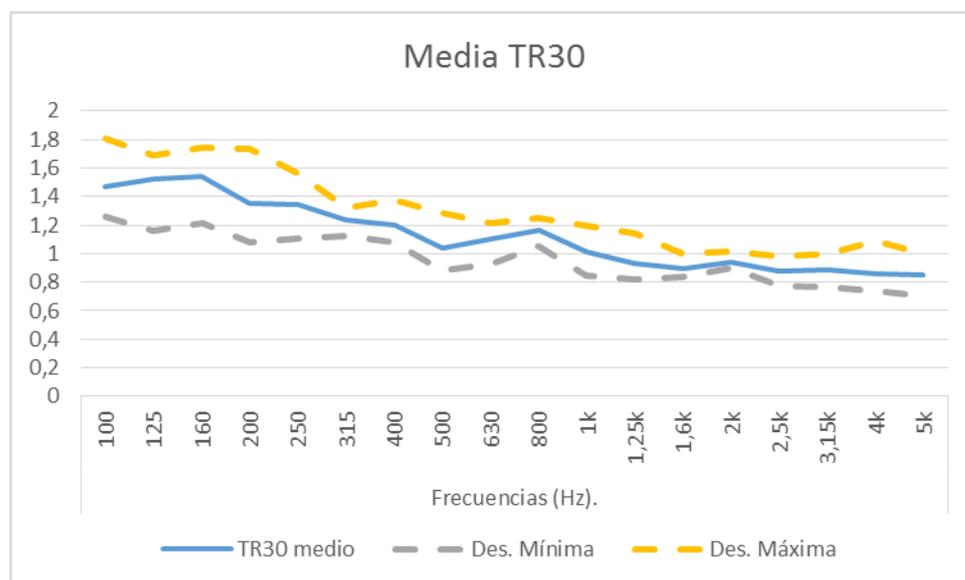


Ilustración 96. Gráfico de los datos medios para TR30.

Por último, destacar que a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR30mid, el cual resulta de la media del TR30 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **1,03** segundos.

➤ Sala de Exposición:

Puntos	Frecuencias (Hz)																	TR30Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	2,883	3,87	4,001	3,73	3,676	3,503	4,006	4,159	4,179	3,663	3,562	3,689	3,328	3,082	2,637	1,828	1,757	1,348	3,03
Punto 2	2,656	3,823	2,703	3,185	3,22	2,823	2,103	1,986	1,526	0,25	1,354	0,988	1,228	1,359	0,341	0,093	0,062	0,106	1,13
Punto 3	4,413	4,881	3,269	4,395	4,35	3,149	2,872	3,024	2,231	1,922	1,84	1,289	1,967	2,096	1,712	1,376	1,363	1,148	1,99
Punto 4	2,762	2,286	3,457	3,33	4,275	4,371	4,192	4,095	3,027	2,865	2,401	2,343	2,261	2,274	1,981	1,683	1,186	1,175	2,31
Punto 5	2,673	3,196	3,253	4,119	4,325	4,234	3,33	4,071	4,209	3,982	2,579	1,794	2,208	2,145	1,919	1,547	1,383	1,109	2,35
Punto 6	2,632	2,576	3,753	3,486	3,149	4,516	4,173	3,267	2,909	2,665	2,504	2,389	2,358	1,952	1,732	1,609	1,213	1,052	2,10
DATOS	Frecuencias (Hz)																	TR30Mid.	
TR30 medio	3,003	3,439	3,406	3,707	3,832	3,766	3,446	3,434	3,013	2,558	2,374	2,082	2,225	2,151	1,72	1,356	1,161	0,99	2,90
Des. Estandar	0,697	0,954	0,45	0,471	0,561	0,705	0,842	0,856	1,06	1,348	0,748	0,965	0,678	0,557	0,755	0,636	0,576	0,444	
Des. Mínima	2,632	2,286	2,703	3,185	3,149	2,823	2,103	1,986	1,526	0,25	1,354	0,988	1,228	1,359	0,341	0,093	0,062	0,106	
Des. Máxima	4,413	4,881	4,001	4,395	4,35	4,516	4,192	4,159	4,209	3,982	3,562	3,689	3,328	3,082	2,637	1,828	1,757	1,348	

Ilustración 97. Tabla de Datos para TR30.

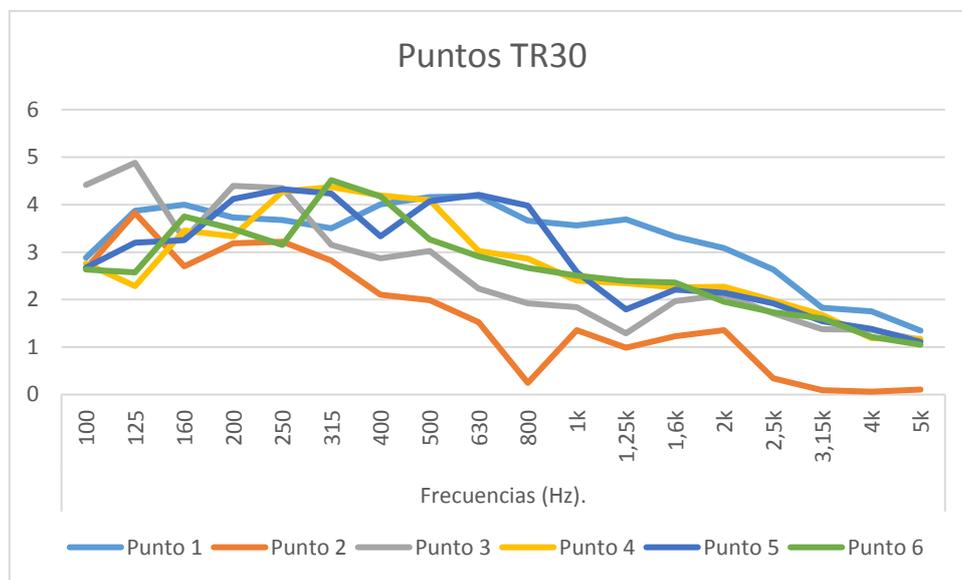


Ilustración 98. Gráfico de los puntos para TR30.

Como se puede observar en la tabla y en el gráfico siguiente los valores obtenidos en los distintos puntos de la medición son valores uniformes, es decir que no hay apenas diferencia entre unos y otros. Destacamos que a frecuencias bajas el tiempo de reverberación es más alto, disminuyendo linealmente hacia frecuencias altas.

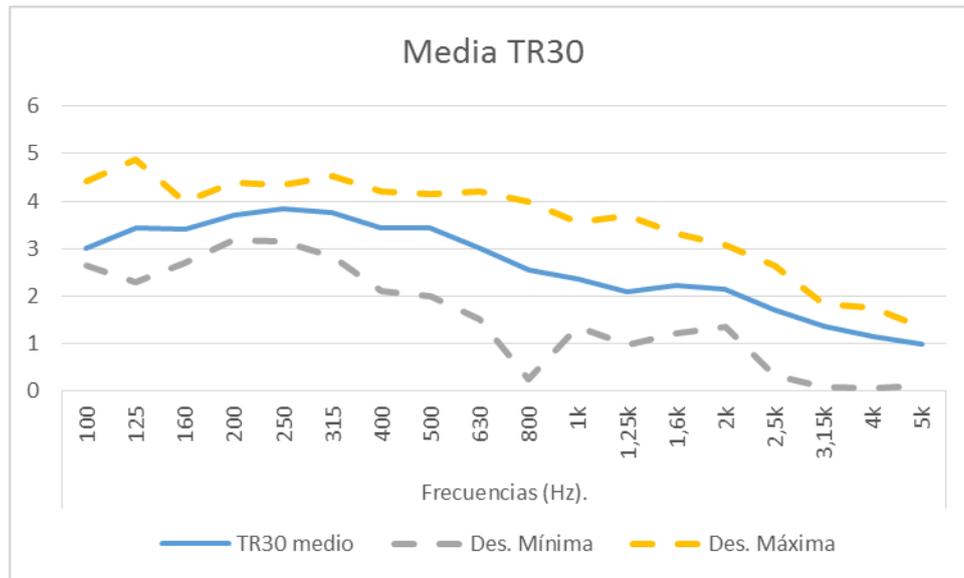


Ilustración 99. Gráfico de los datos medios para TR30.

Por último, destacar que a partir de los valores medios también hemos obtenido el TR30mid, el cual resulta de la media del TR30 de las frecuencias 500Hz y 1000Hz. El valor obtenido del TR20mid es de **2,90** segundos.

d) Grado de Reverberación

Se conoce como grado de reverberación a la comparación de los 3 parámetros estudiados dentro del tiempo de reverberación, que son el **EDT, TR20 y TR30**.

Para ello, hemos agrupado en una tabla sus datos medios y en un gráfico hemos representado la curva tonal de cada uno de los parámetros, los cuales se aporta a continuación:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

DATOS	Frecuencias (Hz)																	GR Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k	
EDT medio	1,621	1,525	1,81	1,484	1,329	1,028	1,06	0,96	0,821	1,322	0,966	0,704	0,862	0,895	1,049	0,688	0,885	0,495	0,96	
TR20 medio	1,843	1,559	1,646	1,413	1,342	1,144	1,255	1,054	1,097	1,073	1,105	0,973	0,975	0,957	0,975	0,54	0,985	0,788	1,08	
TR30 medio	1,742	1,5	1,534	1,486	1,355	1,166	1,23	1,117	1,123	1,118	1,121	1,035	1,014	0,969	0,861	0,499	0,814	0,566	1,12	
																			MEDIA	1,05

Ilustración 100. Tabla de Datos.

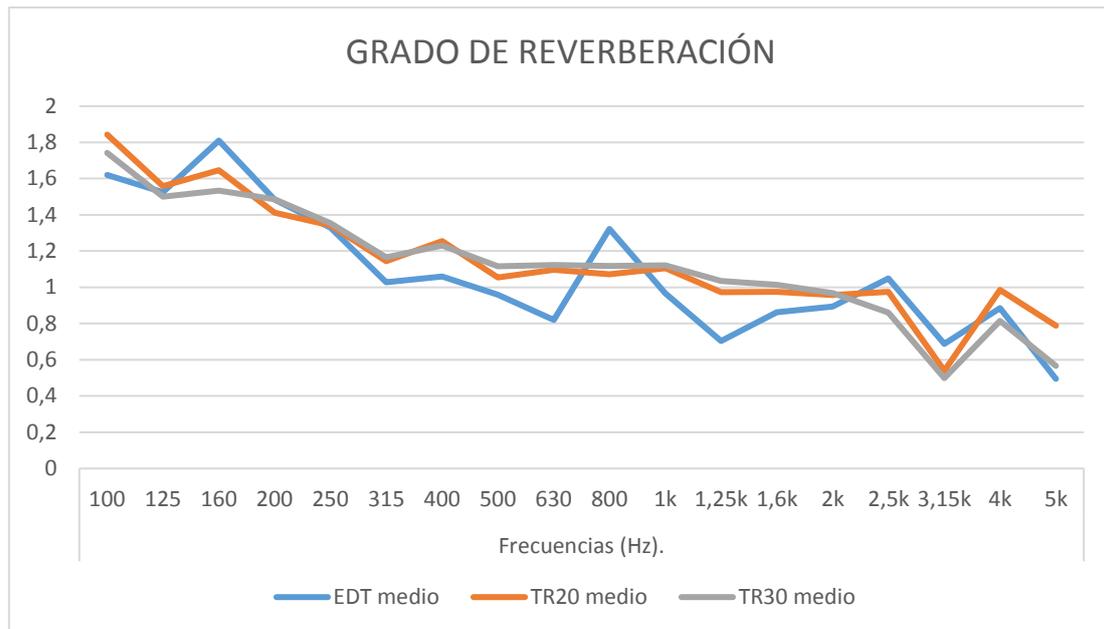


Ilustración 101. Gráfico del Grado de Reverberación.

Se contempla que el Grado de Reverberación es muy uniforme, pues el EDT, TR20 y el TR30 tienen prácticamente los mismos valores. Vemos que desciende linealmente, observándose un tiempo alto en bajas frecuencias y un tiempo bajo en altas frecuencias que es lo ideal para una percepción acústica, no obstante, la media es **1,05 segundos**, la cual consideramos aceptable, añadiendo que se podría ser mejorable, pero resultaría un gasto económico elevado para la relación MEJORA – CONFORT.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

DATOS	Frecuencias (Hz)																		GR. Med.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k		
EDT medio	1,958	1,145	1,298	1,444	1,334	1,22	1,074	1,098	1,044	1,154	1,114	1,057	1,134	0,972	1,003	0,876	0,961	0,723	1,11	
TR20 medio	1,818	1,601	1,622	1,393	1,35	1,168	1,144	1,091	1,069	1,102	1,068	1,081	1,055	1,037	1,041	1	1,025	0,736	1,08	
TR30 medio	1,737	1,575	1,594	1,422	1,348	1,228	1,183	1,096	1,166	1,159	1,211	1,114	1,03	1,034	0,881	0,785	0,888	0,809	1,15	
																			MEDIA	1,11

Ilustración 102. Tabla de Datos.

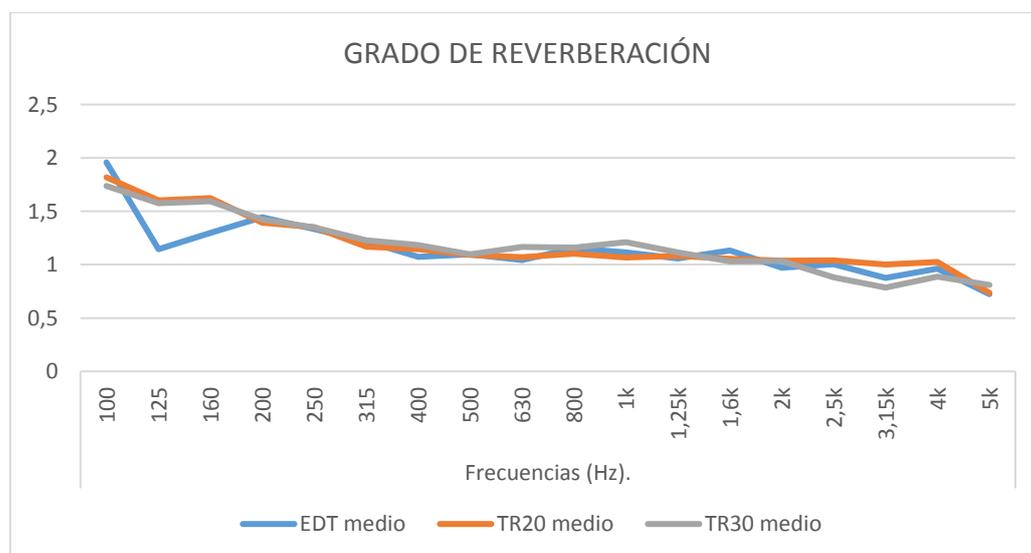


Ilustración 103. Gráfico Grado de Reverberación.

Se contempla que el Grado de Reverberación es muy uniforme, pues el EDT, TR20 y el TR30 tienen prácticamente los mismos valores. Vemos que desciende linealmente, observándose un tiempo alto en bajas frecuencias y un tiempo bajo en altas frecuencias que es lo ideal para una percepción acústica, no obstante, la media es **1,11 segundos**, la cual consideramos aceptable, añadiendo que se podría ser mejorable, pero resultaría un gasto económico elevado para la relación MEJORA – CONFORT.

➤ Escenario:

DATOS	Frecuencias (Hz)																	GR Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k	
EDT medio	1,621	1,525	1,81	1,484	1,329	1,028	1,06	0,96	0,821	1,322	0,966	0,704	0,862	0,895	1,049	0,688	0,885	0,495	0,96	
TR20 medio	1,843	1,559	1,646	1,413	1,342	1,144	1,255	1,054	1,097	1,073	1,105	0,973	0,975	0,957	0,975	0,54	0,985	0,788	1,08	
TR30 medio	1,742	1,5	1,534	1,486	1,355	1,166	1,23	1,117	1,123	1,118	1,121	1,035	1,014	0,969	0,861	0,499	0,814	0,566	1,12	
																			MEDIA	1,05

Ilustración 104. Tabla de Datos.

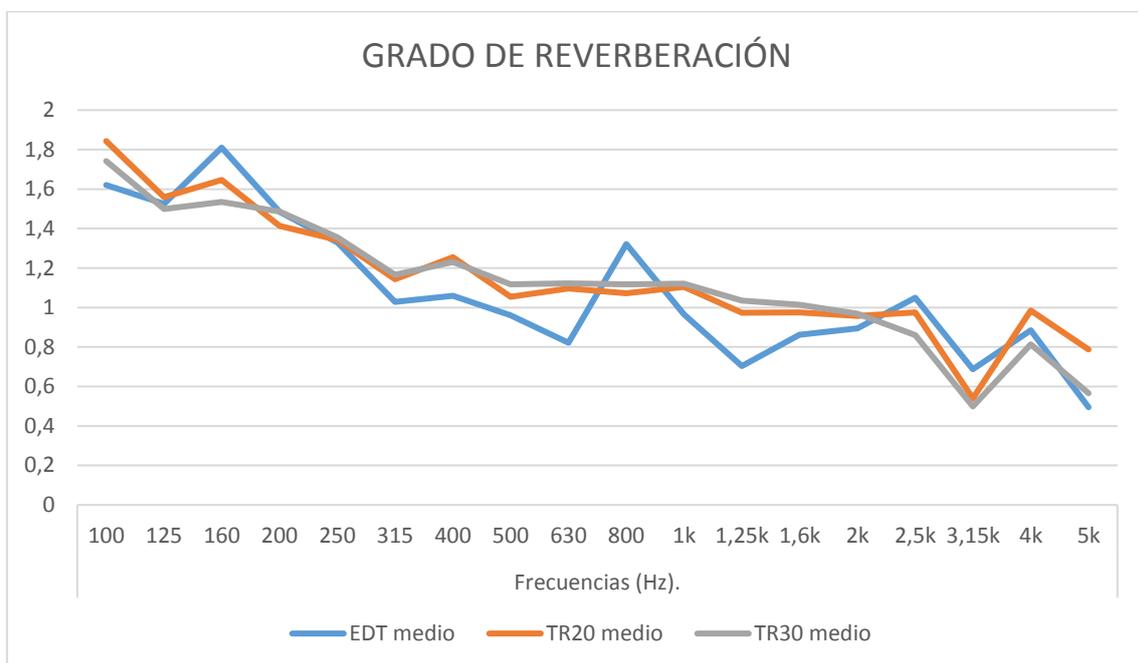


Ilustración 105. Gráfico Grado de Reverberación.

Se contempla que el Grado de Reverberación es muy uniforme, pues el EDT, TR20 y el TR30 tienen prácticamente los mismos valores. Vemos que desciende linealmente, observándose un tiempo alto en bajas frecuencias y un tiempo bajo en altas frecuencias que es lo ideal para una percepción acústica, no obstante, la media es **1,05 segundos**, la cual consideramos aceptable, añadiendo que se podría ser mejorable, pero resultaría un gasto económico elevado para la relación MEJORA – CONFORT.

➤ Sala de Exposición:

DATOS	Frecuencias (Hz)																		GR Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k		
EDT medio	1,621	1,525	1,81	1,484	1,329	1,028	1,06	0,96	0,821	1,322	0,966	0,704	0,862	0,895	1,049	0,888	0,885	0,495	0,96	
TR20 medio	1,843	1,559	1,646	1,413	1,342	1,144	1,255	1,054	1,097	1,073	1,105	0,973	0,975	0,957	0,975	0,54	0,985	0,788	1,08	
TR30 medio	1,742	1,5	1,534	1,486	1,355	1,166	1,23	1,117	1,123	1,118	1,121	1,035	1,014	0,969	0,861	0,499	0,814	0,566	1,12	
																			MEDIA	1,05

Ilustración 106. Tabla de Datos.

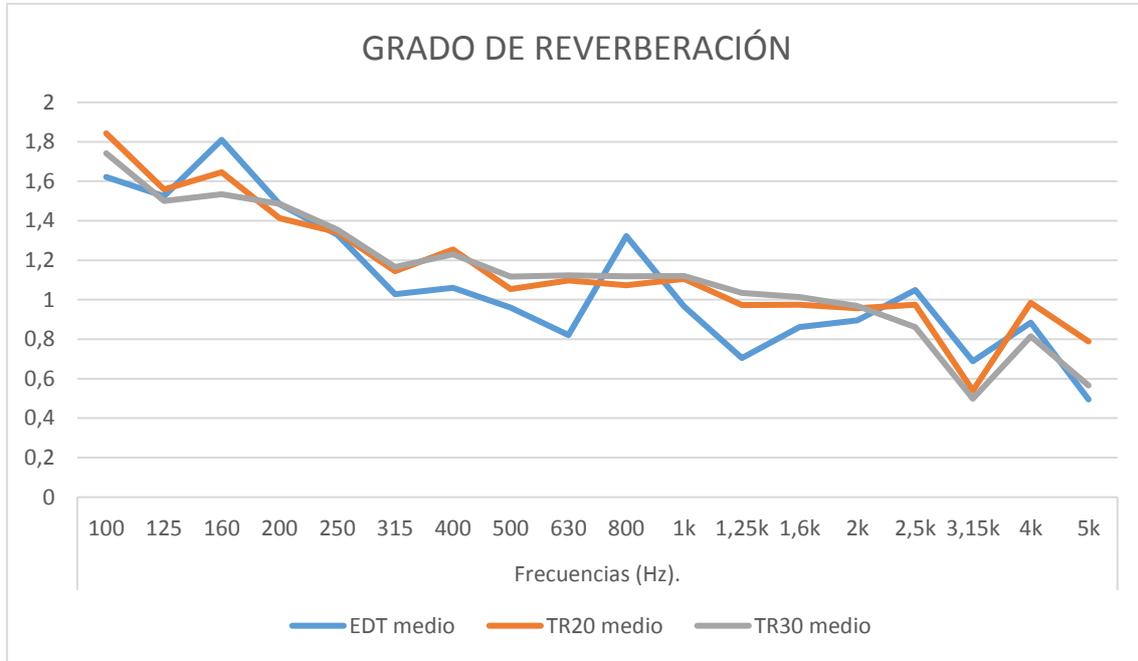


Ilustración 107. Gráfico Grado de Reverberación.

Se contempla que el Grado de Reverberación es muy uniforme, pues el EDT, TR20 y el TR30 tienen prácticamente los mismos valores. Vemos que desciende linealmente, observándose un tiempo alto en bajas frecuencias y un tiempo bajo en altas frecuencias que es lo ideal para una percepción acústica, no obstante, la media es **1,05 segundos**, la cual consideramos aceptable, añadiendo que se podría ser mejorable, pero resultaría un gasto económico elevado para la relación MEJORA – CONFORT.

e) Brillo y Calidez

Ahora, vamos a analizar el brillo y la calidez acústica según las formulas contempladas en el punto 3.1 de este documento, el cual nos dice que, como norma general, para una calidad acústica óptima, el brillo debe ser mayor a 0.87 ($Br > 0,87$) y la calidez "BR", apta para música, debe encontrarse entre los valores de 1,10 y 1,45 segundos.

Los valores que obtenemos son los que se muestran a continuación:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

	TR20
Br	0,90
BR	1,34

Ilustración 108. Brillo y Calidez

Según los datos obtenidos, vemos que el Brillo “Br” es de 0,90 por lo que es mayor a 0,87 segundos, no obstante, es un valor aceptable para esta sala. Por otro lado, tenemos la Calidez “BR” con 1,34 segundos, se considera apto para música ya que se encuentra entre 1,10 y 1,45 segundos.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

	TR20
Br	0,96
BR	1,37

Ilustración 109. Brillo y Calidez.

Según los datos obtenidos, vemos que el Brillo “Br” es de 0,96 por lo que es mayor a 0,87 segundos, no obstante, es un valor aceptable para esta sala. Por otro lado, tenemos la Calidez “BR” con 1,37 segundos, se considera apto para música ya que se encuentra entre 1,10 y 1,45 segundos.

➤ Escenario:

	TR20
Br	0,81
BR	1,27

Ilustración 110. Brillo y Calidez.

Según los datos obtenidos, vemos que el Brillo “Br” es de 0,81 por lo que es menor a 0,87 segundos, no obstante, es un valor que no se puede aceptar para esta sala. Por otro lado, tenemos la Calidez “BR” con 1,27 segundos, se considera apto para música ya que se encuentra entre 1,10 y 1,45 segundos.

➤ Sala de Exposición:

	TR20
Br	0,65
BR	0,97

Ilustración 111. Brillo y Calidez.

Para esta Sala estos valores no son relevantes ya que esta Sala no está destinada a la música sino a la palabra.

f) Rasti – STI

En este apartado vamos a analizar el “*Speech Transmission Index (STI)*”, es decir, la medición para la inteligibilidad de la palabra. Decir también que la comprensión de la palabra, o sea la inteligibilidad, es directamente dependiente del nivel y características del ruido de fondo, del tiempo de reverberación y de otras características del recinto el cual estamos analizando.

Para cuantificar la comprensión de la palabra “STI”, se realiza por un algoritmo de medición de inteligibilidad cuyos valores varían desde: 0 = Completamente inentendible → 1= Perfectamente entendible.

Los valores obtenidos son:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

DATOS	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.			
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k			
RASTI-MALE medio	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87

Ilustración 112. Tabla de Datos.

STI(RASTI)	INTELIGIBILIDAD PALABRA
0-0,30	MALA
0,30-0,45	POBRE
0,45-0,60	ACEPTABLE
0,60-0,75	BUENA
0,75-1	EXCELENTE

Ilustración 113. Tabla de Rangos.

Como se puede observar, nos sale un valor de **0,87** que según la medición realizada con el Software Dirac 3.0, así que podemos decir que nos encontramos en un nivel de inteligibilidad de la palabra EXCELENTE.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

DATOS	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.			
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k			
RASTI-MALE medio	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59

Ilustración 114. Tabla de Datos.

STI(RASTI)	INTELIGIBILIDAD PALABRA
0-0,30	MALA
0,30-0,45	POBRE
0,45-0,60	ACEPTABLE
0,60-0,75	BUENA
0,75-1	EXCELENTE

Ilustración 115. Tabla de Rangos.

Como se puede observar, nos sale un valor de **0,59** que según la medición realizada con el Software Dirac 3.0, así que podemos decir que nos encontramos en un nivel de inteligibilidad de la palabra ACEPTABLE, rozando su mejoría.

➤ Escenario:

DATOS	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
RASTI-MALE medio	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49

Ilustración 116. Tabla de Datos.

STI(RASTI)	INTELIGIBILIDAD PALABRA
0-0,30	MALA
0,30-0,45	POBRE
0,45-0,60	ACEPTABLE
0,60-0,75	BUENA
0,75-1	EXCELENTE

Ilustración 117. Tabla de Rangos.

Como se puede observar, nos sale un valor de **0,49** que según la medición realizada con el Software Dirac 3.0, así que podemos decir que nos encontramos en un nivel de inteligibilidad de la palabra ACEPTABLE.

➤ Sala de Exposición

DATOS	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
RASTI-MALE medio	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37

Ilustración 118. Tabla de Datos.

STI(RASTI)	INTELIGIBILIDAD PALABRA
0-0,30	MALA
0,30-0,45	POBRE
0,45-0,60	ACEPTABLE
0,60-0,75	BUENA
0,75-1	EXCELENTE

Ilustración 119. Tabla de Rangos.

Como se puede observar, nos sale un valor de **0,37** que según la medición realizada con el Software Dirac 3.0, así que podemos decir que nos encontramos en un nivel de inteligibilidad de la palabra POBRE, lo tendremos muy presente a la hora de elegir materiales ya que está sala su principal función es la palabra.

g) Claridad C80

Respecto a este parámetro, hemos hallado los valores con el software Dirac 3.0 de cada punto de la sala a analizar, más concretamente, se extrae con la fórmula:

$$C_{80} = 0,15C_{80}(500) + 0,25C_{80}(1000) + 0,35C_{80}(2000) + 0,25C_{80}(4000)$$

Los valores que obtenemos son los que se muestran a continuación:

➤ Auditorio (Parte de abajo):

Puntos	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	5,8	0,91	5,83	5,86	6,44	4,57	7,72	9,95	11,12	8,26	10,21	11,41	12,8	11,95	9,63	4,89	9,47	4,25	10,60
Punto 2	8,8	7,04	5,91	7,76	7,44	8,1	6,5	8,78	11,35	9,09	7,38	8,56	1,56	-0,7	1,96	9,37	15,93	11,26	6,90
Punto 3	8,31	7,66	6,85	5,76	8,13	8,27	8,03	7,67	9,82	8,92	6,29	4,52	2,48	1,91	5,05	11,31	16,92	9,84	7,62
Punto 4	4,37	3,55	2,92	5,63	4,86	6,91	5,03	6,73	6,41	6,73	6,42	7,4	9,47	8,08	3,71	2,74	6,27	5,95	7,01
Punto 5	1,51	6,97	4,95	-0,48	-1,24	4,72	6,41	4,94	4,8	5,73	5,28	8,19	8,39	8,34	9,26	5,73	7,97	6,06	6,97
Punto 6	4,35	-2,29	3,55	3,92	7,65	3,72	3,23	5,77	7,27	4	8,86	8,17	7,77	6,11	9,29	5,91	9,47	8,25	7,59
Punto 7	0,55	4,95	3,66	2,1	8,13	3,57	4,05	4,3	6,99	7,69	6,98	7,2	8,26	5,68	6,73	3,53	6,8	4,73	6,08
Punto 8	-4,52	-0,17	4,03	8,48	3,25	3,19	2,14	5,51	6,97	6,02	6,11	5,95	10,11	8,13	9,26	4,58	9,22	6,48	7,50
Punto 9	-0,14	-2,16	-0,46	4,63	3,7	7,81	8,77	4,4	7,14	3,8	5,79	9,44	8,95	6,8	7,38	2	6,89	4,09	6,21
DATOS	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.	
C80 medio	3,23	2,94	4,14	4,85	5,37	5,65	5,77	6,45	7,99	6,69	7,04	7,87	7,76	6,26	6,92	5,56	9,88	6,77	7,39
Des. Estandar	4,29	3,98	2,16	2,76	3,1	2,1	2,29	1,99	2,25	1,97	1,58	1,98	3,58	3,74	2,8	3,04	3,9	2,52	
Des. Mínima	-4,52	-2,29	-0,46	-0,48	-1,24	3,19	2,14	4,3	4,8	3,8	5,28	4,52	1,56	-0,7	1,96	2	6,27	4,09	
Des. Máxima	8,8	7,66	6,85	8,48	8,13	8,27	8,77	9,95	11,35	9,09	10,21	11,41	12,8	11,95	9,63	11,31	16,92	11,26	

Ilustración 120. Tabla de Datos.

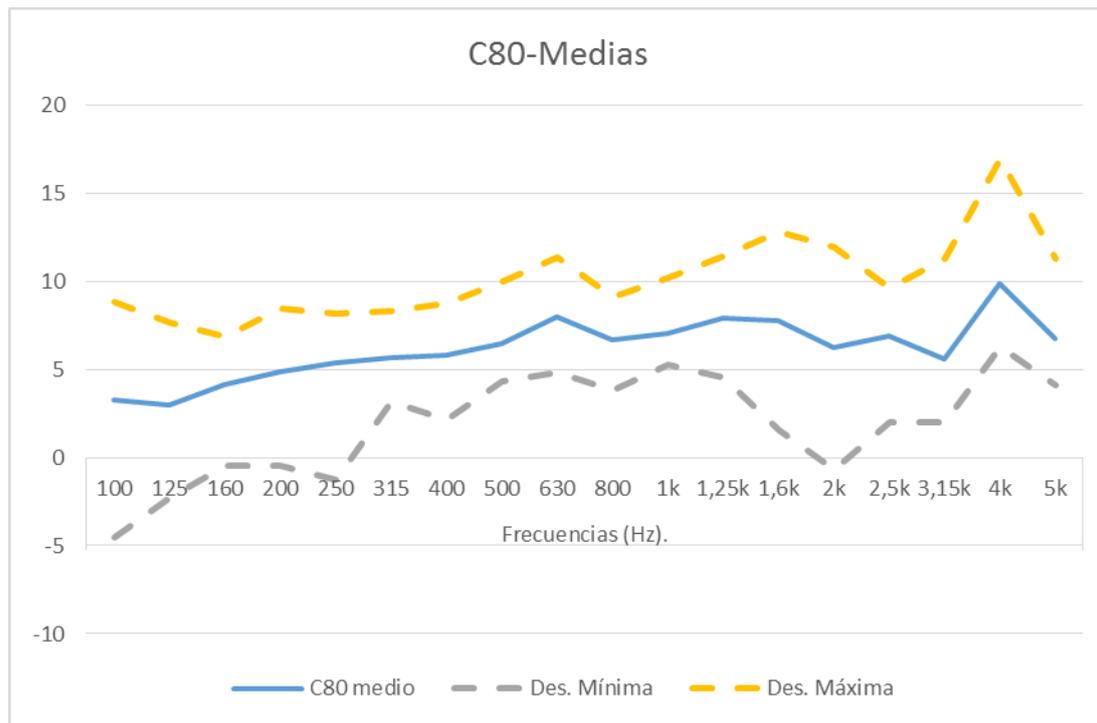


Ilustración 121. Gráfico de Datos medios de C80.

El valor medio de la Claridad en los primeros 80 ms es de **7,39** y según L.G.Marshall aconseja el siguiente margen de valores: $-2,00 \leq C80 \leq 2,00q$ dB, por lo se concluye que el resultado en la parte de abajo del Auditorio, **NO es apropiado**.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

Puntos	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	2,65	10,35	8,18	6,28	3,92	8,39	2,45	0,92	2,4	3,3	2,76	4,26	0,76	5,39	4,39	0,07	1,49	3,9	3,09
Punto 2	3,88	2,71	0,82	4,51	5,18	4,83	6,19	4,77	5,38	6,02	4,06	5,06	5,3	5,78	3,77	4,34	7,63	6,8	5,66
Punto 3	1,13	0,41	4,36	4,18	4,5	0,06	2,13	7,05	5,6	6,1	1,99	4,69	4,51	5,42	3,93	3,52	5,26	5,14	4,77
Punto 4	-1,4	6,93	3,34	6,17	6,06	7,15	4,17	4,81	7,81	5	4,63	6,11	5,21	5,35	4,19	3,27	6,63	5,23	5,41
Punto 5	2,46	1,99	4,45	3,63	6,82	7	5,57	1,57	8,51	6,35	6,14	7,21	5,67	6,18	7,24	2,87	8,35	6,28	6,02
Punto 6	-0,01	1,09	4,79	4,11	4,83	5,42	6,42	5,75	3,1	5,9	6,17	4,72	4,94	6,56	4,74	2,16	5,62	3,19	6,11
Punto 7	3,96	0,82	4,83	4,1	5,74	4,34	2,83	5,74	3,98	4,61	0,02	3,38	3,9	7,03	3,03	1,26	4,78	4,27	4,52
Punto 8	0,54	5,56	8,8	6,21	6,06	4,85	3,72	-0,68	-1,01	1,94	-0,15	1,91	2,67	6,09	5,25	0,92	1,56	4,62	2,38
Punto 9	0,44	5,57	0,44	3,19	2,87	4,78	7,62	7,1	7,92	5,7	9,38	8,39	5,76	7,34	7,81	4,13	12,28	5,7	9,05
Punto 10	0,72	6,76	1,43	3,01	5,3	6,11	10,27	7,84	7,18	6,69	7,96	6,77	7,57	6,7	6,91	5,55	10,52	8,47	8,14

DATOS	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
C80 medio	1,44	4,22	4,14	4,54	5,13	5,29	5,14	4,49	5,09	5,16	4,3	5,25	4,63	6,18	5,13	2,81	6,41	5,36	5,51
Des. Estandar	1,74	3,3	2,82	1,25	1,16	2,25	2,58	2,9	3,01	1,5	3,2	1,92	1,86	0,71	1,64	1,71	3,48	1,54	
Des. Mínima	-1,4	0,41	0,44	3,01	2,87	0,06	2,13	-0,68	-1,01	1,94	-0,15	1,91	0,76	5,35	3,03	0,07	1,49	3,19	
Des. Máxima	3,96	10,35	8,8	6,28	6,82	8,39	10,27	7,84	8,51	6,69	9,38	8,39	7,57	7,34	7,81	5,55	12,28	8,47	

Ilustración 122. Tabla de Datos.

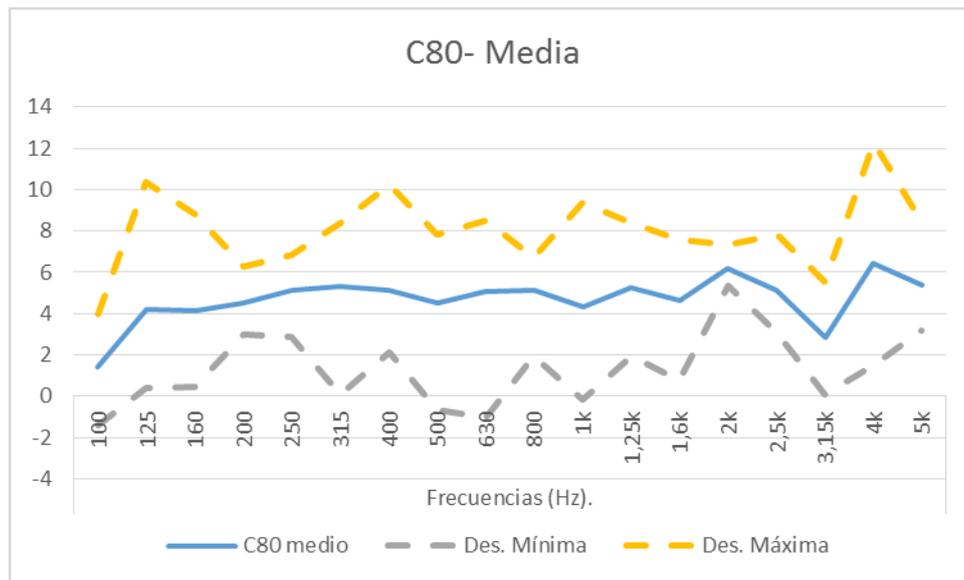


Ilustración 123. Gráfico de Datos medios de C80.

El valor medio de la Claridad en los primeros 80 ms es de **5,51** y según L.G.Marshall aconseja el siguiente margen de valores: $-2,00 \leq C80 \leq 2,00q$ dB, por lo se concluye que el resultado en la parte de arriba del Auditorio, **NO es apropiado**.

➤ Escenario:

Puntos	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	6,59	6,15	7,74	4,9	7,04	4,03	5,12	6,28	6,46	1,19	-6,25	-4,7	-2,99	5,22	2,78	-3,83	-3,64	-0,74	0,30
Punto 2	2,72	-1	0,98	-3,52	2,07	-0,09	0,23	0,19	-1,09	-0,45	-4,71	-4,11	-10,39	-4,34	-6,35	-7,68	-11,49	-9,93	-5,54
Punto 3	2,1	4,97	-0,89	1,7	3,39	2,32	0,55	-0,52	0,35	2,86	-2,36	0,82	0,14	0,08	-2,61	-6,62	-7,78	-8,45	-2,59
Punto 4	-2,75	-0,83	3,2	3,25	1,75	-1,81	-2,51	1,26	2,8	0,21	0,54	-2,88	-5,12	-1,48	-2,58	-6,13	-10,18	-8,18	-2,74
Punto 5	5,08	4,42	6,53	2,94	4,19	6,54	5,23	8,82	7,14	0,82	0,05	-1	-0,29	5,63	3,02	0,06	-0,16	-0,47	3,27

DATOS	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
C80 medio	2,75	3,14	3,51	1,85	3,69	2,2	1,72	3,21	3,13	0,93	-2,55	-2,37	-3,73	1,02	-1,14	-4,84	-6,65	-5,55	-1,46
Des. Estandar	3,56	2,93	3,64	3,21	2,12	3,3	3,37	4,12	3,64	1,25	2,95	2,28	4,29	4,32	4	3,08	4,7	4,57	
Des. Mínima	-2,75	-0,83	-0,89	-3,52	1,75	-1,81	-2,51	-0,52	-1,09	-0,45	-6,25	-4,7	-10,39	-4,34	-6,35	-7,68	-11,49	-9,93	
Des. Máxima	6,59	6,15	7,74	4,9	7,04	6,54	5,23	8,82	7,14	2,86	0,54	0,82	0,14	5,63	3,02	0,06	-0,16	-0,47	

Ilustración 124. Tabla de Datos.

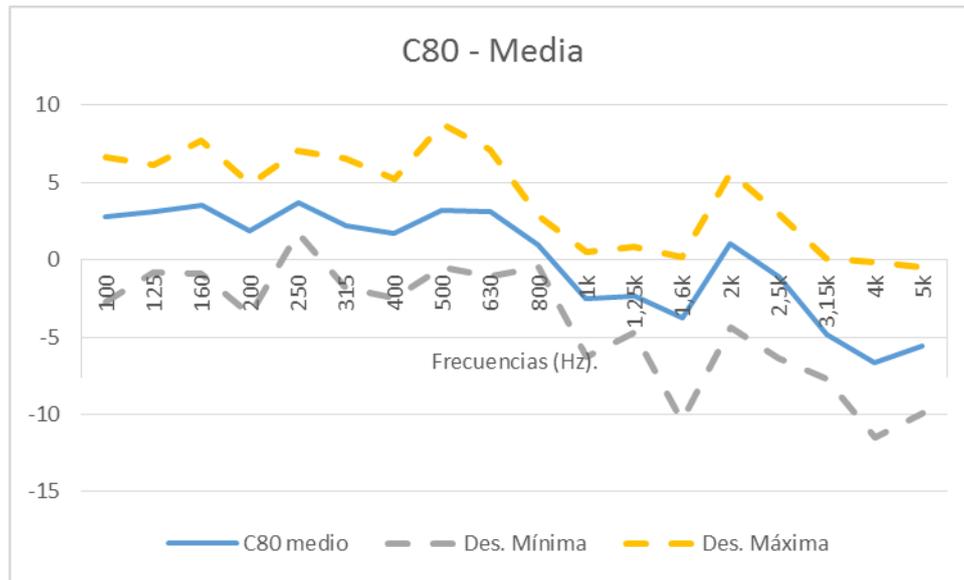


Ilustración 125. Gráfico de Datos medios de C80.

El valor medio de la Claridad en los primeros 80 ms es de **-1,46** y según L.G.Marshall aconseja el siguiente margen de valores: $-2,00 \leq C80 \leq 2,00$ q dB, por lo se concluye que el resultado en el escenario, **ES ACEPTABLE**.

➤ Sala de Exposición

Puntos	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	3,85	-2,13	-4,87	-1,59	-3,11	-3,76	-6,65	-6,45	-3,94	-4,37	-5,4	-4,94	-5,47	-3,24	-2,43	-4,2	-3,32	-2,2	-4,28
Punto 2	0,89	-1,07	0,44	-0,79	0,02	-1,55	-3,54	-3,8	-3,59	-4,25	-4,17	-3	-1,22	2,24	-0,1	-1,37	-0,5	-0,67	-0,95
Punto 3	-1,45	-1,5	-0,64	0,5	-0,52	-0,98	-1,59	-1,86	-2,76	-3,93	-2,7	-2,67	-2,83	2,89	0,98	-0,44	2,67	2,55	0,73
Punto 4	-0,25	-4,85	-1,76	-2,2	-8,73	-3,72	-5,62	-5,4	-4,25	-4,98	-5,24	-3,26	-2,75	-3,14	-3,86	-4,65	-4,08	-2,22	-4,24
Punto 5	-3,89	-11,27	-6,23	-6,11	-3,02	-7,56	-6,34	-4,72	-2,17	-4,04	-3,1	-3,29	-3,6	-4,59	-4,14	-2,38	-1,08	-0,9	-3,36
Punto 6	-4,55	-5,89	-5,49	-4,62	-5,55	-4,78	-6,04	-7,85	-4,47	-4,4	-3,96	-4,6	-4,56	-2,98	-4,07	-6,17	-3,96	-4,27	-4,20

DATOS	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
C80 medio	-0,9	-4,45	-3,09	-2,47	-3,48	-3,73	-4,96	-5,01	-3,53	-4,33	-4,1	-3,63	-3,41	-1,47	-2,27	-3,2	-1,71	-1,29	-2,72
Des. Estandar	3,12	3,85	2,79	2,47	3,26	2,37	1,99	2,08	0,9	0,37	1,09	0,92	1,49	3,18	2,21	2,17	2,62	2,27	
Des. Mínima	-4,55	-11,27	-6,23	-6,11	-8,73	-7,56	-6,65	-7,85	-4,47	-4,98	-5,4	-4,94	-5,47	-4,59	-4,14	-6,17	-4,08	-4,27	
Des. Máxima	3,85	-1,07	0,44	0,5	0,02	-0,98	-1,59	-1,86	-2,17	-3,93	-2,7	-2,67	-1,22	2,89	0,98	-0,44	2,67	2,55	

Ilustración 126. Tabla de Datos.

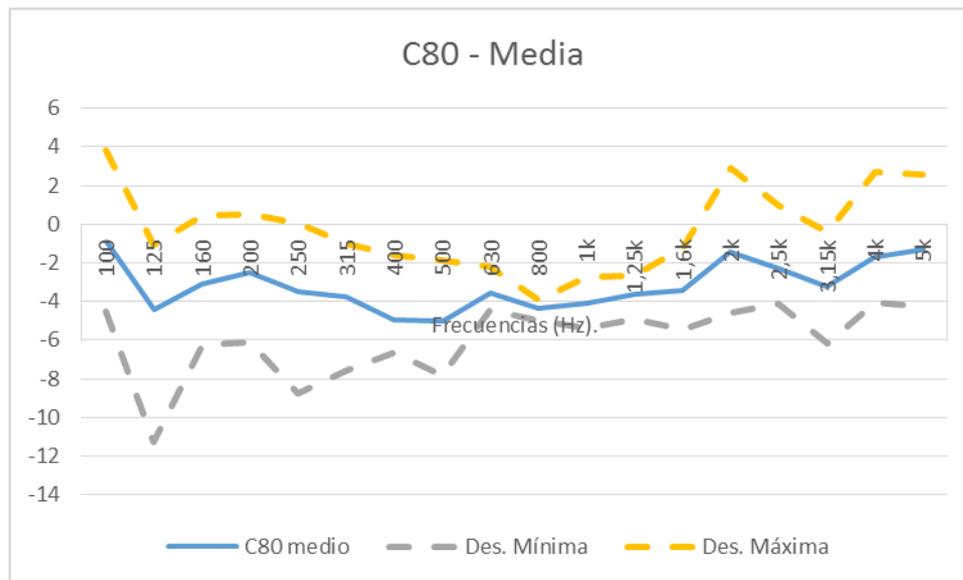


Ilustración 127. Gráfico de Datos medios para C80.

El valor medio de la Claridad en los primeros 80 ms es de **-2,72** y según L.G.Marshall aconseja el siguiente margen de valores: $-2,00 \leq C80 \leq 2,00$ q dB, por lo se concluye que el resultado en la Sala de Exposición, **NO es apropiado**.

h) Definición D50.

Por último, hemos analizado el parámetro D50, al cual se denomina así, la proporción de energía que llega durante los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo (éste incluido) respecto a la energía total recibida.

Su valor depende de la posición del oyente respecto a la fuente sonora, disminuyendo al aumentar la distancia a la misma. Esto se debe a que alejándose de la fuente aumenta el nivel del campo reverberante y, como consecuencia, la proporción de energía de las primeras reflexiones disminuye.

En cualquier caso, para un correcto diseño de una sala destinada a la palabra, deberá cumplirse que, cuando la sala está ocupada, el valor de D sea lo más uniforme posible para cualquier posición del oyente y que, para cada banda de frecuencias, supere los **0,5 dB**.

Del mismo programa Dirac 3.0 se ha obtenido los valores de cada punto medido en todas las frecuencias, y a partir de la siguiente fórmula se ha calculado un único valor en cada punto.

$$D_{50} = 0,15D_{0(500)} + 0,25D_{50(1000)} + 0,35D_{50} + 0,25D_{50(4000)}$$

➤ Auditorio (Parte de abajo):

Puntos	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
Punto 1	0,75	0,43	0,73	0,77	0,77	0,65	0,82	0,88	0,91	0,84	0,9	0,93	0,94	0,92	0,89	0,74	0,89	0,7	0,90
Punto 2	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Punto 3	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Punto 4	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Punto 5	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Punto 6	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Punto 7	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Punto 8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,80
Punto 9	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74

DATOS	Frecuencias (Hz)																	C80Mid.	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k		5k
D50 media	0,75	0,71	0,74	0,75	0,75	0,73	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,76	0,76	0,74	0,76	0,74	0,76
Des. Estandar	0,09	0,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,09	0,1	0,1	0,11	0,1	0,1	0,09	0,1	0,09	
Des. Mínima	0,56	0,43	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	
Des. Máxima	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,88	0,91	0,85	0,9	0,93	0,94	0,92	0,89	0,85	0,89	0,85	

Ilustración 128. Tabla de Datos.

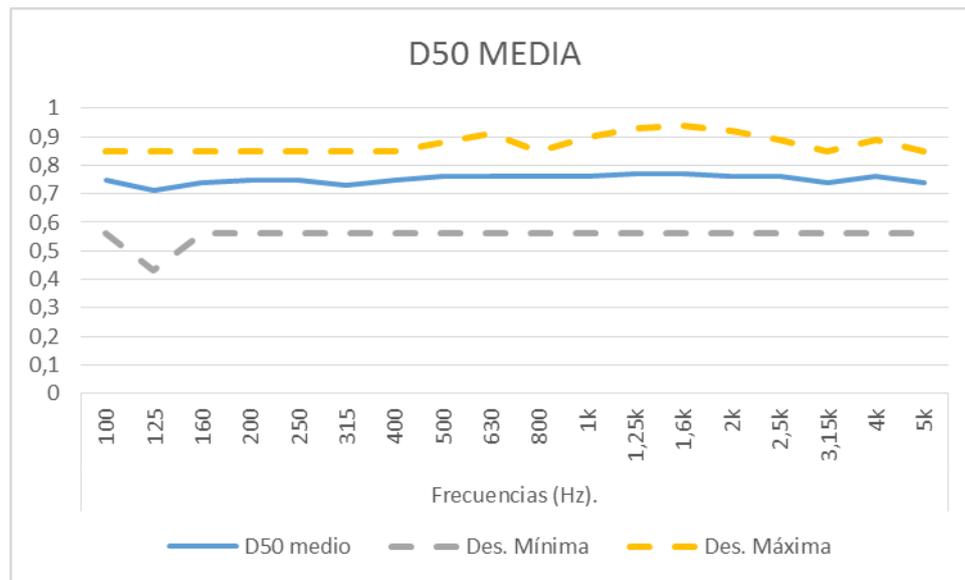


Ilustración 129. Gráfico de Datos medios para D50.

En la parte de abajo del Auditorio, con la fórmula anterior se ha obtenido un único valor de los valores medios, cuyo valor es de **0,76 dB**, es decir, por encima de los 0,50 dB recomendados.

➤ Auditorio (Parte de arriba):

Puntos	Frecuencias (Hz)																C80M/d.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	0.64	0.88	0.87	0.79	0.68	0.84	0.57	0.49	0.57	0.62	0.6	0.65	0.45	0.72	0.66	0.44	0.55	0.67	0.61
Punto 2	0.2	0.27	0.45	0.71	0.63	0.66	0.73	0.71	0.74	0.74	0.65	0.64	0.72	0.67	0.57	0.7	0.82	0.79	0.71
Punto 3	0.3	0.54	0.73	0.7	0.71	0.44	0.46	0.79	0.66	0.69	0.5	0.64	0.61	0.65	0.61	0.59	0.64	0.72	0.63
Punto 4	0.43	0.8	0.62	0.62	0.7	0.78	0.64	0.59	0.78	0.55	0.59	0.7	0.7	0.68	0.61	0.6	0.71	0.7	0.65
Punto 5	0.58	0.59	0.55	0.45	0.69	0.77	0.67	0.48	0.83	0.77	0.73	0.81	0.7	0.71	0.77	0.61	0.81	0.74	0.71
Punto 6	0.53	0.46	0.73	0.56	0.65	0.69	0.65	0.6	0.46	0.55	0.57	0.52	0.59	0.71	0.6	0.5	0.66	0.57	0.65
Punto 7	0.47	0.54	0.72	0.71	0.79	0.62	0.45	0.71	0.58	0.69	0.42	0.52	0.57	0.71	0.55	0.48	0.52	0.52	0.59
Punto 8	0.49	0.78	0.77	0.75	0.79	0.74	0.67	0.4	0.38	0.55	0.38	0.57	0.58	0.76	0.73	0.52	0.56	0.72	0.56
Punto 9	0.59	0.56	0.3	0.43	0.61	0.62	0.79	0.81	0.79	0.7	0.85	0.84	0.75	0.78	0.78	0.7	0.93	0.76	0.84
Punto 10	0.59	0.61	0.34	0.39	0.72	0.74	0.87	0.79	0.75	0.79	0.84	0.76	0.82	0.73	0.75	0.76	0.9	0.85	0.81
DATOS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	0.67
D50 medio	0.49	0.6	0.61	0.61	0.7	0.69	0.65	0.64	0.65	0.67	0.61	0.66	0.65	0.71	0.67	0.59	0.71	0.7	
Des. Estandar	0.14	0.18	0.19	0.15	0.06	0.11	0.13	0.15	0.15	0.09	0.16	0.11	0.11	0.04	0.09	0.11	0.15	0.1	
Des. Mínima	0.2	0.27	0.3	0.39	0.61	0.44	0.45	0.4	0.38	0.55	0.38	0.52	0.45	0.65	0.55	0.44	0.52	0.52	
Des. Máxima	0.64	0.88	0.87	0.79	0.79	0.84	0.87	0.81	0.83	0.79	0.85	0.84	0.82	0.78	0.78	0.76	0.93	0.85	

Ilustración 130. Tabla de Datos.

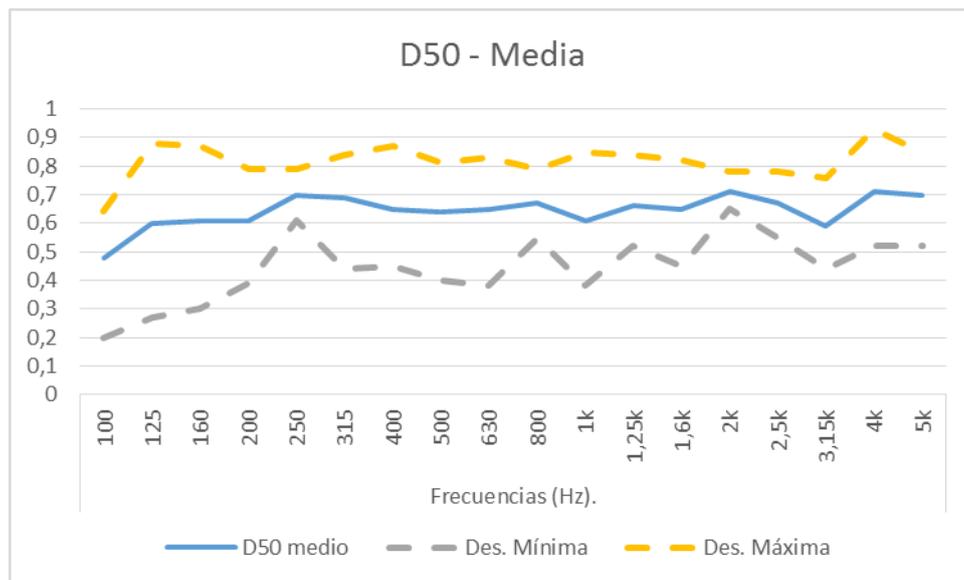


Ilustración 131. Gráfico de Datos medios para D50.

En la parte de arriba del Auditorio, con la fórmula anterior se ha obtenido un único valor de los valores medios, cuyo valor es de **0,67 dB**, es decir, por encima de los 0,50 dB recomendados.

➤ Escenario:

Puntos	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	0,68	0,6	0,62	0,74	0,82	0,68	0,7	0,77	0,77	0,44	0,15	0,18	0,25	0,72	0,63	0,27	0,27	0,43	0,47
Punto 2	0,63	0,38	0,45	0,31	0,49	0,36	0,27	0,28	0,29	0,22	0,12	0,08	0,02	0,16	0,14	0,12	0,04	0,05	0,14
Punto 3	0,66	0,73	0,41	0,58	0,67	0,59	0,39	0,4	0,43	0,57	0,32	0,45	0,46	0,4	0,23	0,14	0,11	0,08	0,31
Punto 4	0,28	0,43	0,62	0,58	0,42	0,34	0,25	0,53	0,6	0,44	0,47	0,24	0,19	0,28	0,3	0,17	0,07	0,11	0,31
Punto 5	0,75	0,52	0,62	0,59	0,67	0,79	0,73	0,87	0,81	0,47	0,37	0,39	0,41	0,76	0,63	0,48	0,47	0,44	0,61

DATOS	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
D50 medio	0,6	0,53	0,54	0,56	0,61	0,55	0,47	0,57	0,58	0,43	0,28	0,27	0,27	0,46	0,39	0,24	0,19	0,22	0,36
Des. Estandar	0,18	0,14	0,1	0,15	0,16	0,2	0,23	0,25	0,22	0,13	0,15	0,15	0,18	0,27	0,23	0,15	0,18	0,2	
Des. Mínima	0,28	0,38	0,41	0,31	0,42	0,34	0,25	0,28	0,29	0,22	0,12	0,08	0,02	0,16	0,14	0,12	0,04	0,05	
Des. Máxima	0,75	0,73	0,62	0,74	0,82	0,79	0,73	0,87	0,81	0,57	0,47	0,45	0,46	0,76	0,63	0,48	0,47	0,44	

Ilustración 132. Tabla de Datos.

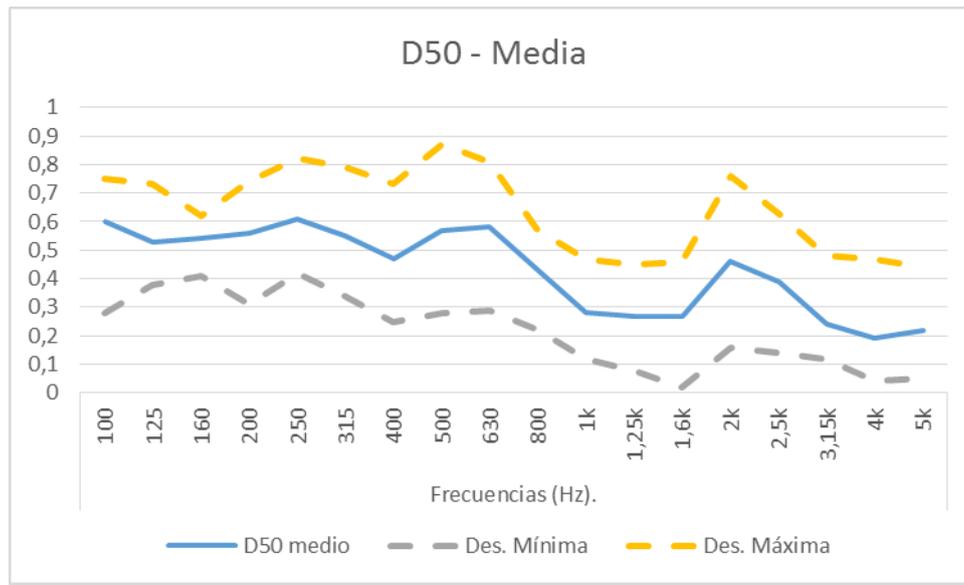


Ilustración 133. Gráfico de Datos medios para D50.

En el escenario, con la fórmula anterior se ha obtenido un único valor de los valores medios, cuyo valor es de **0,36 dB**, es decir, por debajo de los 0,50 dB recomendados.

➤ Sala de Exposición

Puntos	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
Punto 1	0,6	0,17	0,18	0,33	0,29	0,24	0,14	0,11	0,19	0,15	0,1	0,12	0,11	0,24	0,26	0,14	0,18	0,2	0,17
Punto 2	0,48	0,43	0,48	0,42	0,46	0,36	0,26	0,23	0,27	0,2	0,2	0,23	0,37	0,58	0,45	0,33	0,38	0,4	0,38
Punto 3	0,39	0,43	0,45	0,49	0,43	0,41	0,36	0,28	0,21	0,18	0,24	0,24	0,27	0,61	0,48	0,34	0,53	0,55	0,45
Punto 4	0,37	0,18	0,39	0,37	0,08	0,07	0,04	0,14	0,19	0,17	0,17	0,23	0,25	0,21	0,17	0,12	0,11	0,23	0,16
Punto 5	0,12	0,04	0,16	0,15	0,27	0,11	0,12	0,17	0,31	0,25	0,19	0,2	0,14	0,14	0,15	0,23	0,27	0,31	0,19
Punto 6	0,2	0,13	0,22	0,23	0,17	0,18	0,1	0,08	0,16	0,19	0,17	0,13	0,14	0,2	0,18	0,12	0,18	0,14	0,17

DATOS	Frecuencias (Hz)																C80Mid.		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k		4k	5k
D50 medio	0,36	0,23	0,31	0,33	0,28	0,23	0,17	0,17	0,22	0,19	0,18	0,19	0,21	0,33	0,28	0,21	0,28	0,3	0,26
Des. Estandar	0,17	0,16	0,14	0,13	0,15	0,14	0,12	0,08	0,06	0,03	0,05	0,05	0,1	0,21	0,14	0,1	0,15	0,15	
Des. Mínima	0,12	0,04	0,16	0,15	0,08	0,07	0,04	0,08	0,16	0,15	0,1	0,12	0,11	0,14	0,15	0,12	0,11	0,14	
Des. Máxima	0,6	0,43	0,48	0,49	0,46	0,41	0,36	0,28	0,31	0,25	0,24	0,24	0,37	0,61	0,48	0,34	0,53	0,55	

Ilustración 134. Tabla de Datos.

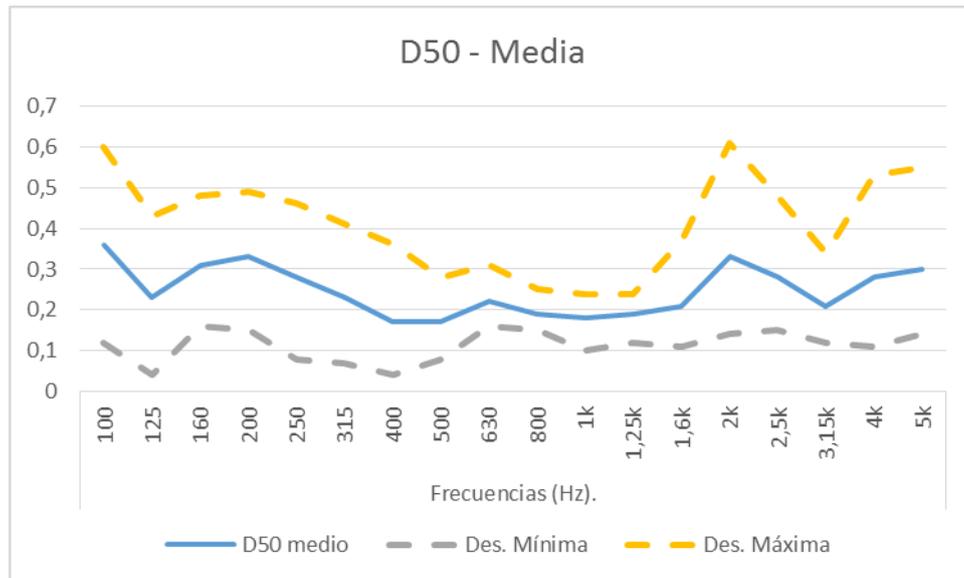


Ilustración 135. Gráfico de Datos medios para D50.

En la Sala de Exposición, con la fórmula anterior se ha obtenido un único valor de los valores medios, cuyo valor es de 0,26 dB, es decir, por debajo de los 0,50 dB recomendados.

Se concluye que en la Sala de Exposición y en el escenario del Auditorio es insuficiente, y en el resto del Auditorio suficiente.

6. Simulación Acústica Del Estado Actual.

6.1 Simulación mediante Software

Se realiza la simulación mediante el programa "SIMAC" instalado en la sala de ordenadores de la primera planta de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, departamento de Física Aplicada.

Previamente mediante hojas de cálculo hemos asignado a cada superficie un material, hemos tenido que ir probando con los distintos materiales ya que cada uno tiene un coeficiente de absorción, y gracias a una estadística y a los parámetros de Br, BR y TRMid, sabemos si los materiales son idóneos o no.

En el caso del **Auditorio** no nos ha hecho falta realizar dicha comprobación ya que los valores que hemos obtenido mediante el software DIRAC son aceptables y sería una pérdida de dinero para el Ayuntamiento de Sagunto, invertir en él. Lo único que se realizará será una pequeña mejora de los materiales para mejorar su aspecto visual y acústico.

En el caso de la **Sala de Exposición** tenemos los siguientes datos:

SALA EXPOSICIÓN								
VOLUMEN	556,616	m3	30 personas	18,55 m3/espectador				
SUPERFICIES	m2	Nº	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Público de pie	22,5	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo	110,025	2	1,10	1,10	1,10	2,20	2,20	1,10
Frontal (Pared Auditorio)	46,2825	4	9,26	5,55	4,17	1,39	1,39	0,93
Lateral Vivienda	39,13935	5	7,83	4,70	3,52	1,17	1,17	0,78
Lateral calle	40,7754	6	8,16	4,89	3,67	1,22	1,22	0,82
Absorbente acústico en paredes	99,1165	7	18,83	42,62	76,32	81,28	93,17	82,27
Fondo(Donde los 2 huecos)	36,354	8	7,27	4,36	3,27	1,09	1,09	0,73
Techo	110,025	9	1,10	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50
Puerta Entrada	4,33	10	0,65	0,43	0,26	0,35	0,43	0,22
Puerta Cristal	9,84	11	2,95	1,97	0,98	0,69	0,49	0,20
Puerta Emergencia	3,61	12	0,65	0,43	0,26	0,35	0,43	0,22
TOTAL	522,00	A=	57,79	67,16	89,56	101,23	106,01	115,62
	SABINE		1,56	1,34	1,01	0,89	0,85	0,78
	EYRING		1,47	1,25	0,92	0,80	0,76	0,69

Ilustración 136. Tabla Cálculo materiales absorción. Sala Exposición

	ALFA (Coef. Absorción)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Público de pie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Terrazo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Fibra de vidrio 22 kg/m2 50 mm	0,19	0,43	0,77	0,82	0,94	0,83
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Enlucido	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Puerta de Entrada	0,15	0,1	0,06	0,08	0,1	0,05
Puerta de cristal de 4mm	0,3	0,2	0,1	0,07	0,05	0,02
Puerta de Emergencia	0,15	0,1	0,06	0,08	0,1	0,05
	1,15	1,02	1,2	1,04	1,18	0,97

Ilustración 137. Tabla Materiales Absorción.

Trmind			0,96
BR (Calidez)			1,52
Br(brillo)			0,95

Ilustración 138. Valores Obtenidos.

En esta simulación nos da un $Tr_{mind}=0,96$ por lo que nos cumple ya que debe ser " < 1 " y para cuando la sala este con un aforo, aproximadamente completo, nos sale un valor de $Tr_{mind}=0,89$ por lo que también cumplimos y siendo además mejor ya que cuanto menos se aproxime a la unidad mejor calidad acústica percibiremos.

El siguiente valor que obtenemos es la Calidez ($BR=1,52$) este valor para el tipo de sala destinado no es un valor muy importante ya que no se dispondrá de música, sólo de palabra.

Por último, el brillo obtenido es $BR=0,95$ por lo que nos cumple ya que todo valor comprendido entre 0,87 y 1 es bueno. Si fuera el caso que el valor obtenido fuera ligeramente " >1 " también lo daríamos por bueno pero sin sobrepasarlo mucho ya que esto nos puede originar un ruido artificial muy molesto.

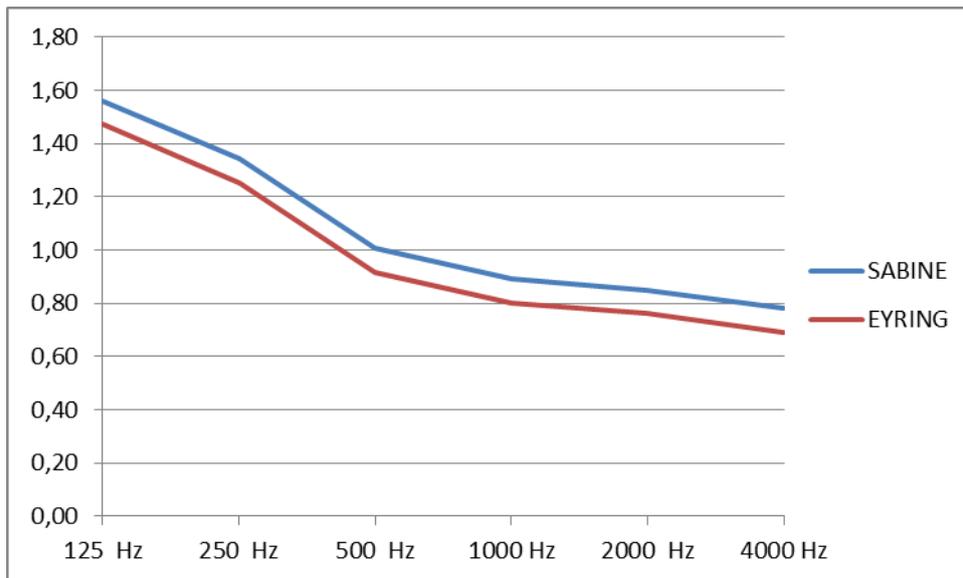


Ilustración 139. Gráfica Sabine – Eyring.

Respecto a la gráfica comparativa entre Sabine y Eyring, podemos observar que la tendencia de la curva tonal es la apropiada, **decreciente** a medida que la frecuencia va siendo más alta.

SIMAC

El procedimiento es hacer un 3D en “AutoCad” tanto del Auditorio como de las Sala de Exposición mediante el comando “3DCARA”, el cual asignaremos una capa por cuantas superficies existan ya que es necesario que cada una ellas corresponda a un material en el programa.

A continuación, se colocarán en el “SIMAC” para confirmar para corroborar que estén correctos, además, podremos comprobarlo gráficamente.

- Auditorio.
- Sala de Exposición.

6.2 Interpretación de los datos obtenidos.

Una vez realizado lo descrito anteriormente, abrimos el archivo “.DXF” en el programa SIMAC. Una vez realizado, el programa nos dirá “Correcto” si está bien, si es así, lo guardamos en el formato correspondiente del SIMAC, más concretamente, en archivo “.SAP”.

A continuación, vamos a “Data Base Desktop”, que sirve para modificar y añadir materiales, que es lo que queremos, ya que queremos insertar los materiales de la hoja de cálculo que hemos realizado previamente. Una vez realizado este primer paso, abrimos el programa SIMAC, buscas tú nombre y se le va añadiendo según la zona y el material, como se puede observar a continuación.

Se procede al cálculo para obtener el TR20, TR30, EDT, Claridad y Nivel Acústico:

- Auditorio:

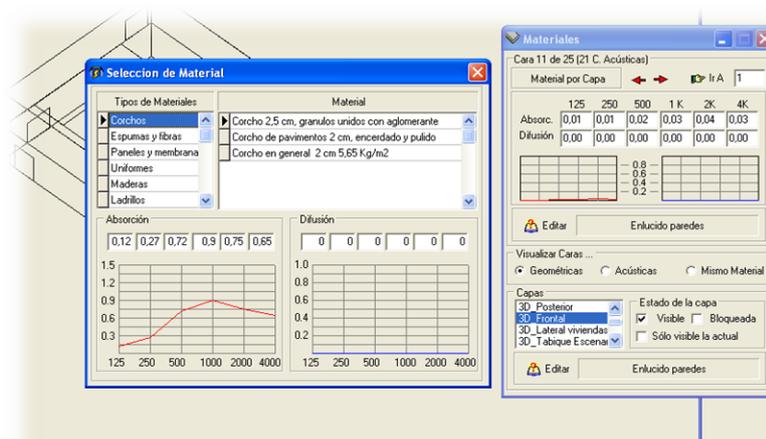


Ilustración 140. Inserción de Materiales.

Le damos a “Fuentes” y posicionamos el Emisor y Receptor, le damos a “Calcular” y seguidamente obtendremos los datos numéricos. Se añade una malla con la cual el programa lanzará rayos sonoros. Después, podemos sacar mediante la pestaña “Resultados” los datos gráficos y los diferentes parámetros que se obtienen.

Para que tengan la misma tonalidad le damos a “Opciones de color” y ponemos un valor en el cual todos los ecogramas lo tengan para poder compararlos.

Aquí los siguientes resultados obtenidos:

6.2.1 Auditorio.

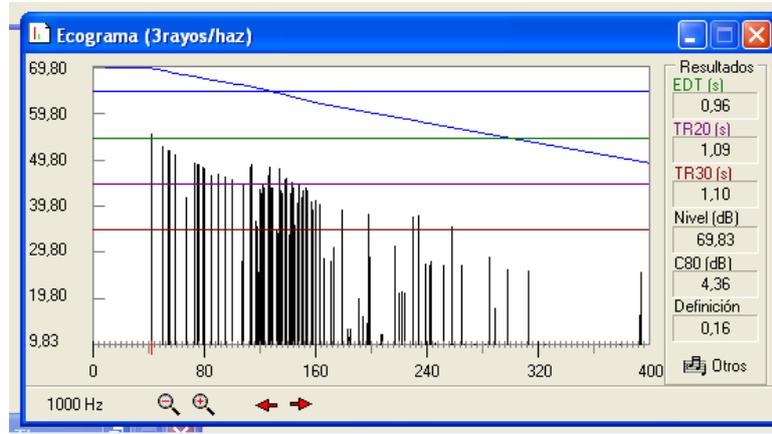


Ilustración 141. Ecograma Auditorio

Como vemos en el ecograma, la diferencia entre el directo y la primera reflexión es menor a 50ms por lo que NO vamos a tener presencia de ECO en el aula.

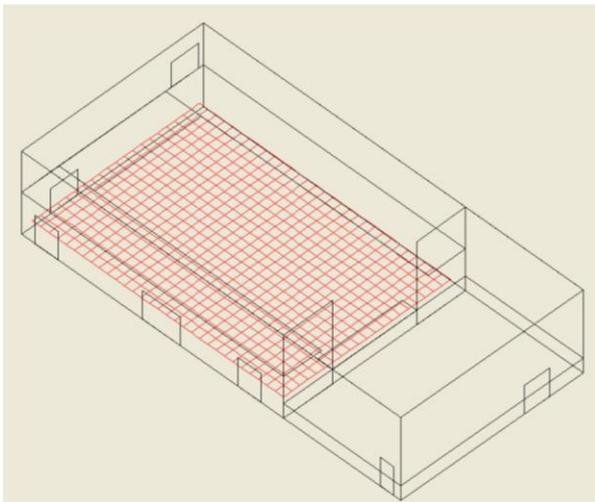


Ilustración 142. Malla SIMAC PB.

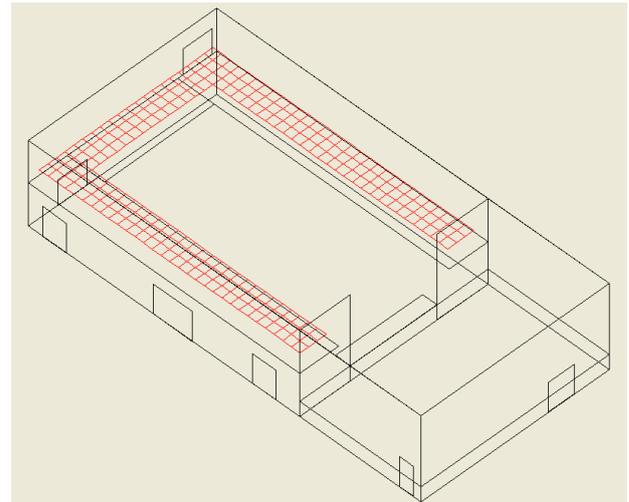


Ilustración 143. Malla SIMAC P1.

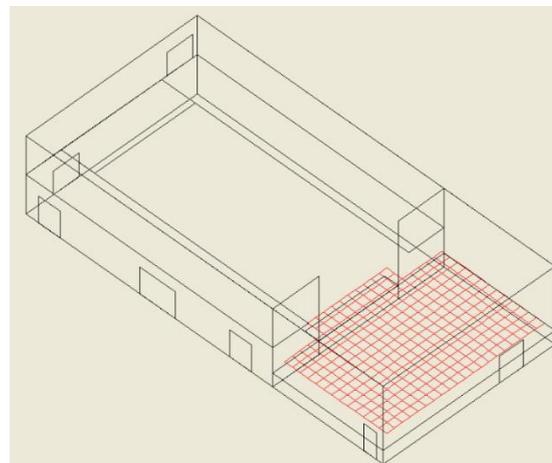


Ilustración 144. Malla SIMAC Escenario.

Comparación de valores Auditorio.			
Parámetros	Simulación (SIMAC)	Simulación (SABINE)	Medición (DIRAC)
EDT mid.	0,96	x	0,96
TR20 mid.	1,09	X	1,08
TR30 mid.	1,10	X	1,12
Brillo(Br)	0,89	X	0,90
Calidez(BR)	1,05	X	1,34
Definición (D50)	0,16	X	0,60

Ilustración 145. Tabla Comparación Valores Auditorio.

Como podemos comprobar en esta tabla comparativa, los valores actuales son muy homogéneos y estables, se mantienen en los márgenes **aptos** para un Auditorio Polivalente donde se vayan a impartir múltiples actividades. La medición “in situ” mediante el Dirac con los materiales actuales nos dieron valores semejantes, exceptuando la definición de la palabra, que sale más elevada lo que es lógico y normal ya que en la reforma que vamos a efectuar vamos a poner absorbente en las paredes del escenario. Como ya he citado anteriormente y previendo estos resultados con anterioridad, no hemos realizado la simulación en Excel por SABINE con los materiales nuevos ya que los resultados son muy semejantes a los extraídos de la simulación acústica mediante SIMAC, y por tanto correctos.

A continuación mostramos los datos obtenidos con el programa SIMAC:

EDT:

Hemos obtenido imágenes con tonalidades de color representadas en una frecuencia a 1000 Hz, en el que se representa la variación de menos (azul marino) a más (rojo), mediante una variación que va de 0,22 a 1,12 segundos.

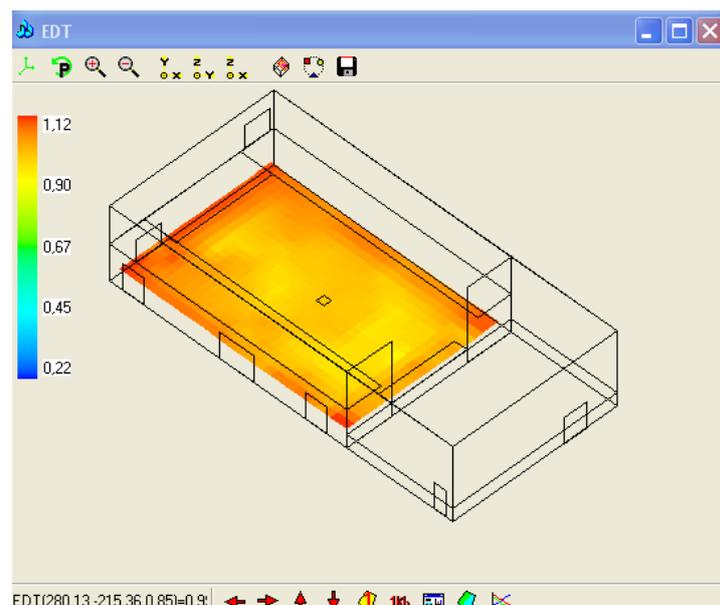


Ilustración 146. Representación Gráfica EDT - PB.

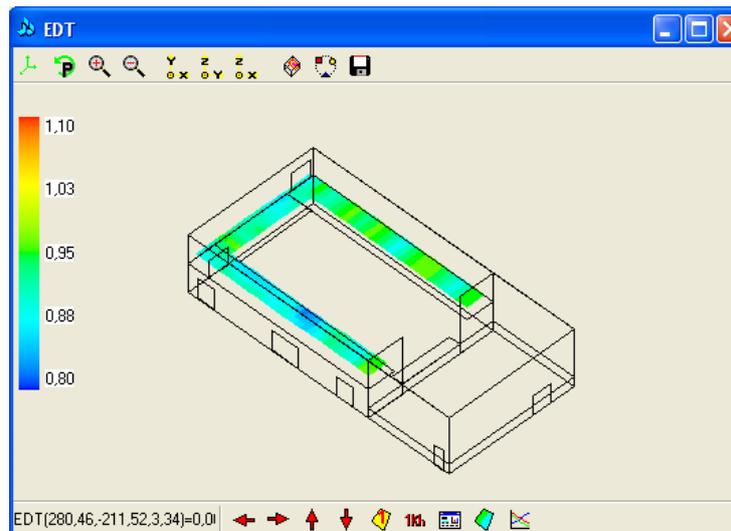


Ilustración 147. Representación Gráfica EDT – P1.

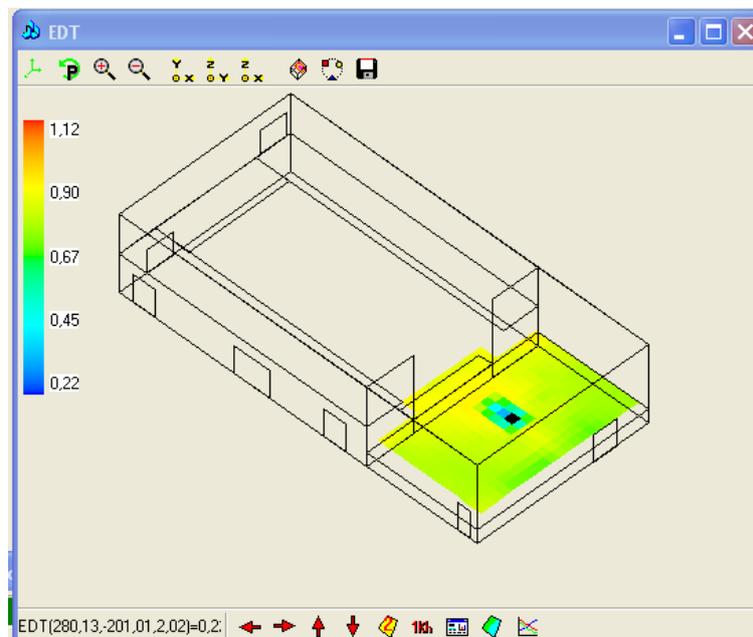
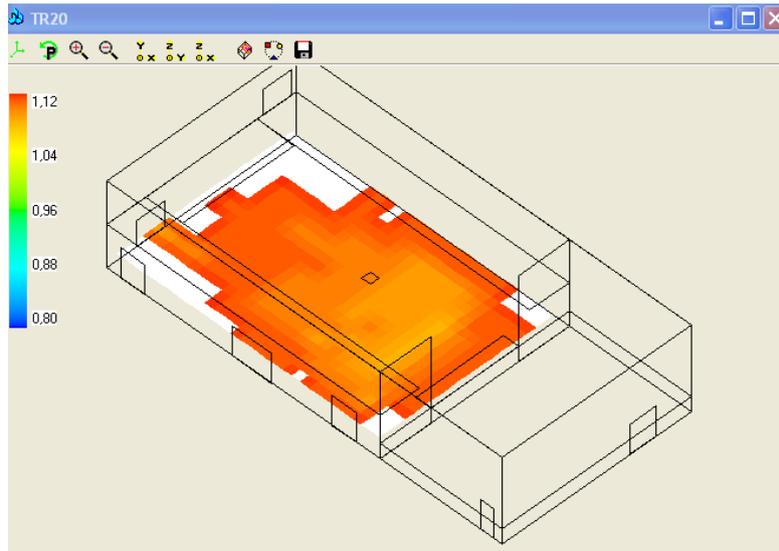


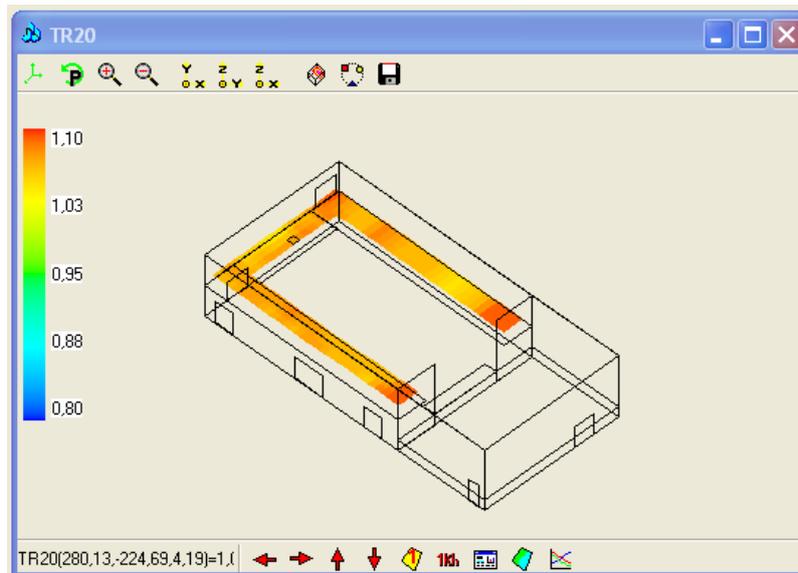
Ilustración 148. Representación Gráfica EDT - Escenario.

En este caso el EDT mid. (Medio) es de 0,96 segundos, **valor óptimo**, ya que se aconseja que sea un valor semejante al TRmid, es cercano al 1,1 segundos que se necesita para una Sala Polivalente. Se ve que es bastante homogéneo en toda el aula, exceptuando donde se encuentra el emisor que, lógicamente, es menor ya que estamos más cerca de la fuente.

TR20:



Il·lustració 149. Representació Gràfica TR20 - PB.



Il·lustració 150. Representació Gràfica TR20 – P1.

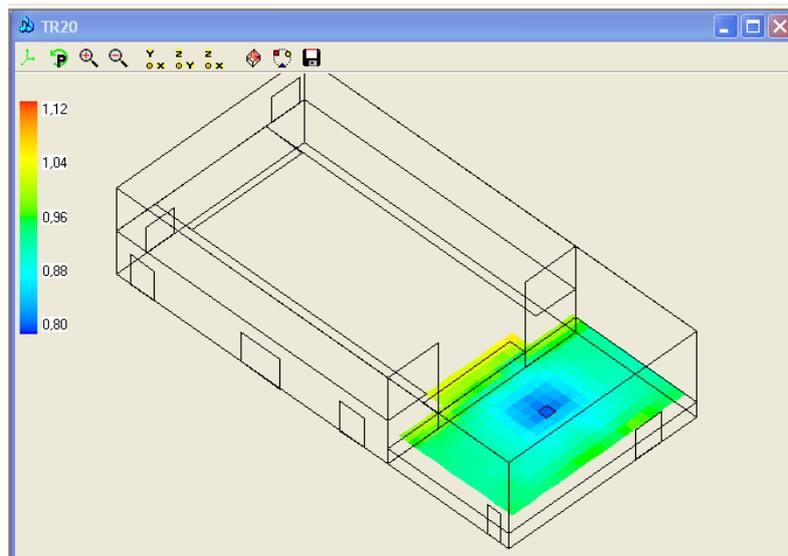


Ilustración 151. Representación Gráfica TR20 - Escenario.

Misma variación de colores que el EDT, es decir, de 0,80 a 1,10 seg. En este caso un color más anaranjado ya que el valor ronda los 1,10 segundos.

Sin embargo, analizando la reverberación diremos que es lisa, ya que en el escenario obtenemos valores más bajos debido a que ahí se encuentra la fuente emisora por lo que esto repercute a que haya menos.

TR30:

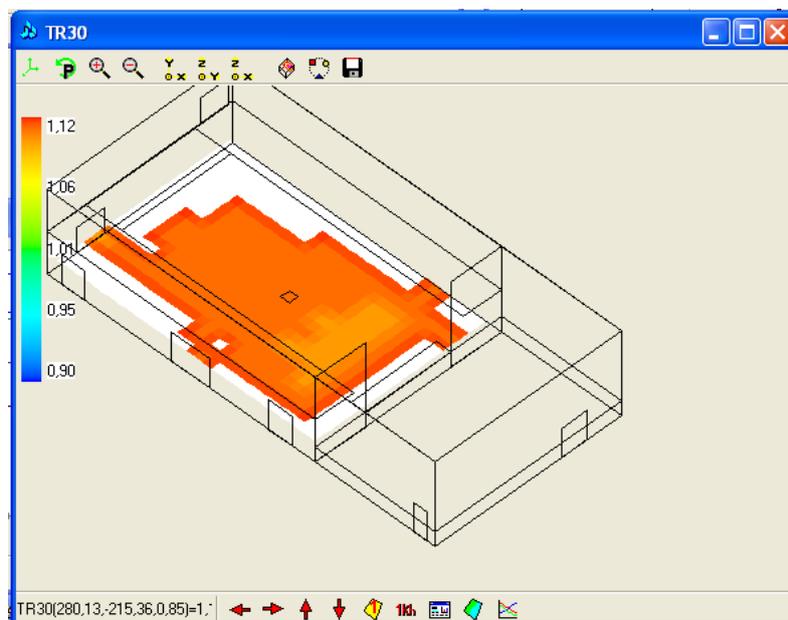


Ilustración 152. Representación Gráfica TR30 - PB.

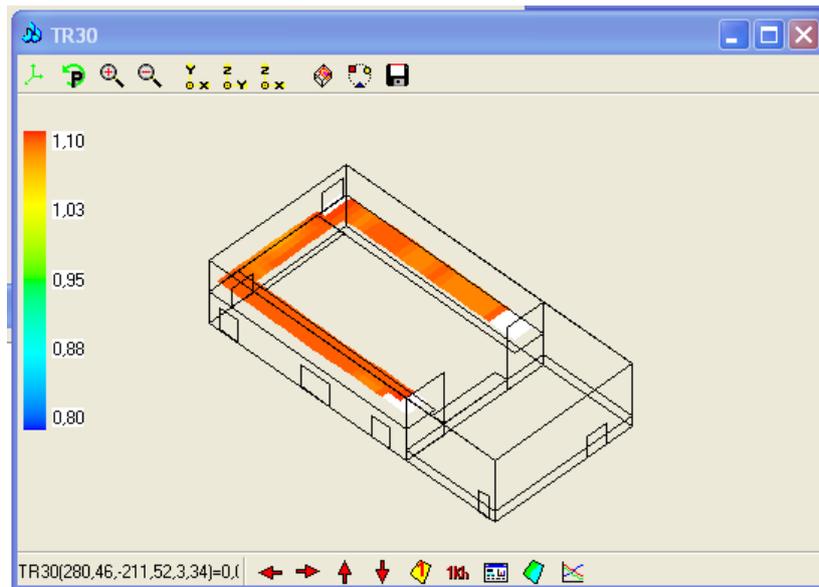


Ilustración 153. Representación Gráfica TR30 – P1.

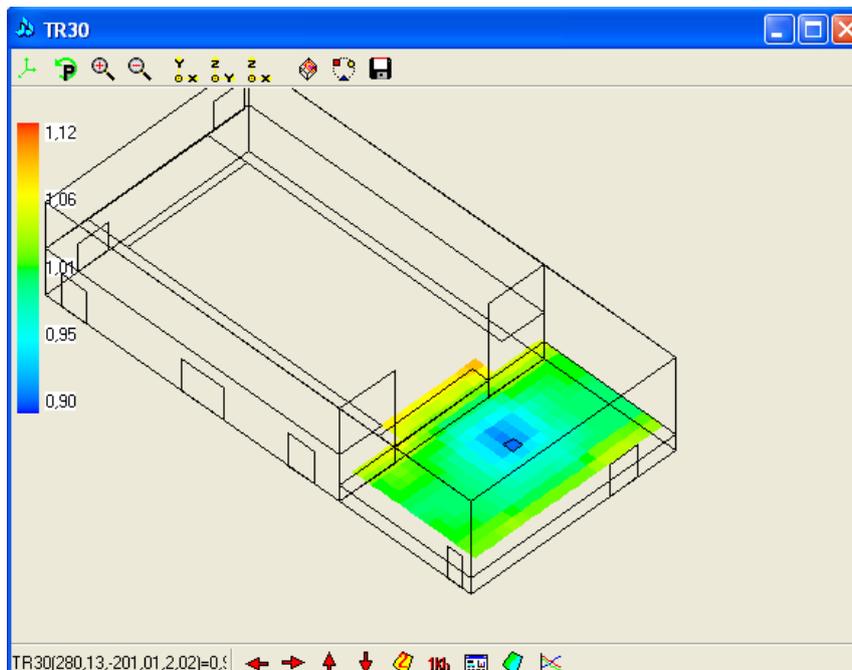


Ilustración 154. Representación Gráfica TR30 - Escenario.

Aquí se muestra el TR30, para que sea óptimo el valor debe ser muy parecido al TR20, en nuestro caso tenemos 1,10s de los 1,09s del TR20, es decir, nos CUMPLE.

Claridad C80:

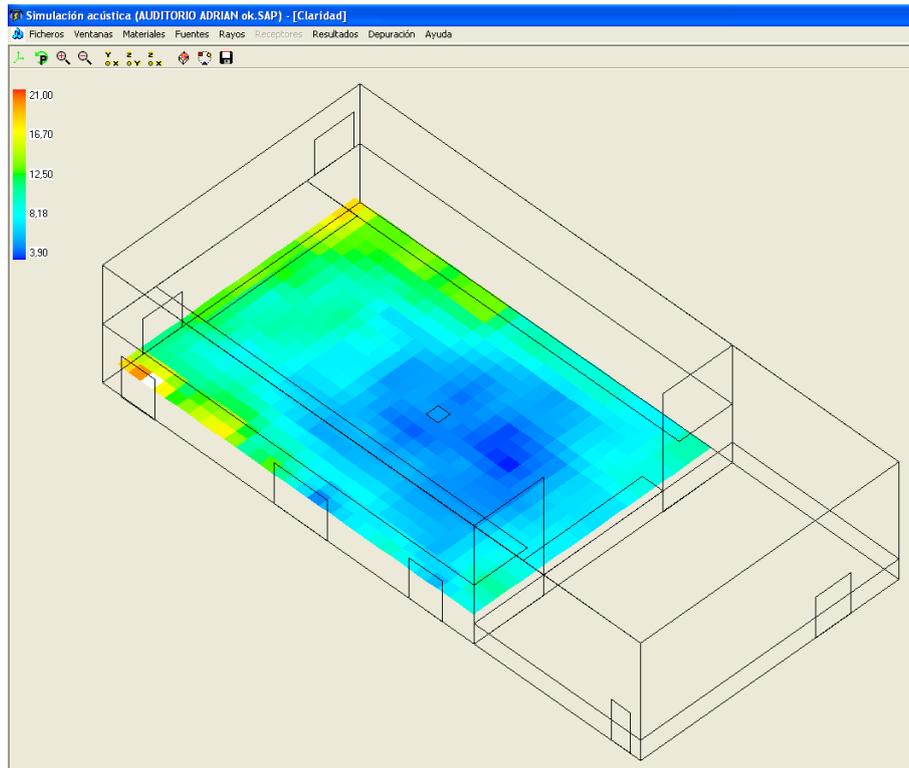


Ilustración 155. Representación Gráfica C80 - PB.

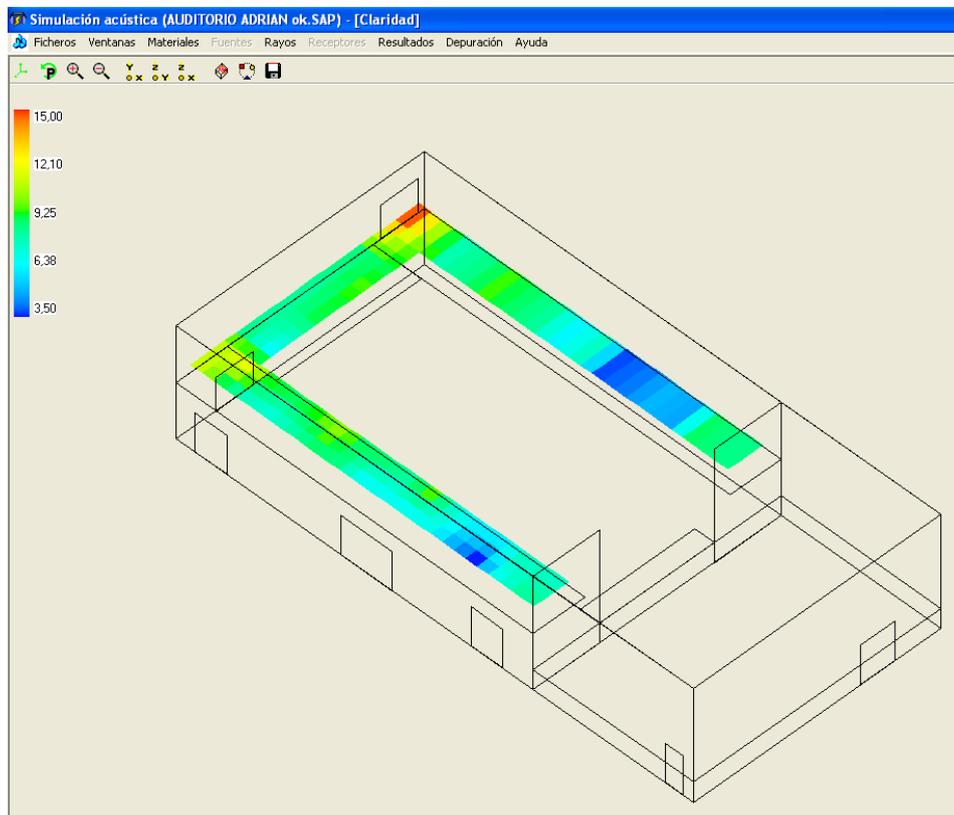


Ilustración 156. Representación Gráfica C80 – P1.

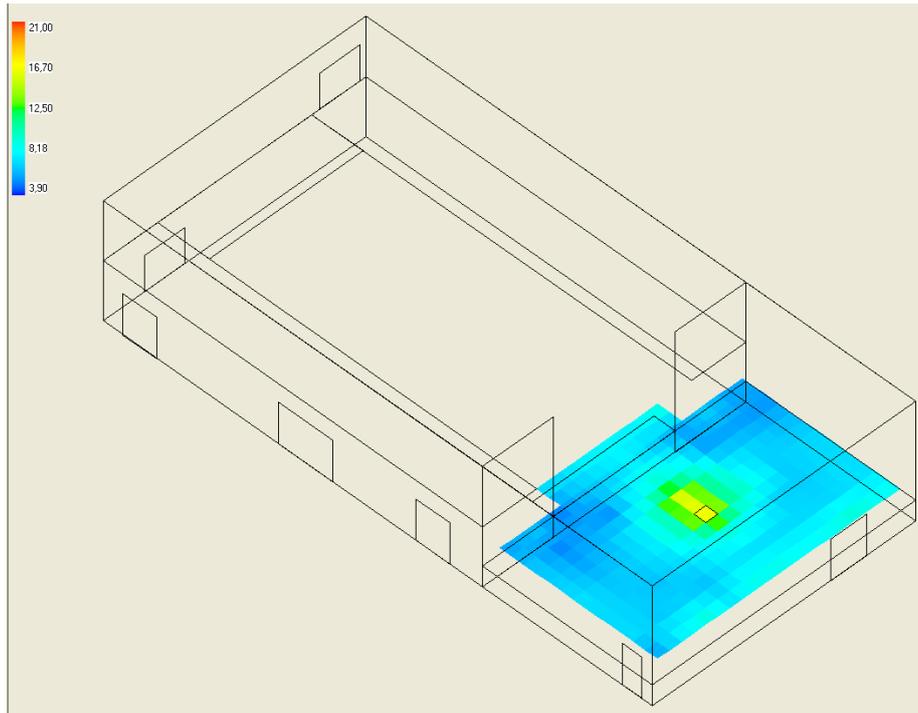


Ilustración 157. Representación Gráfica C80 - Escenario.

Para la sala ocupada, L.G.Marshall, aconseja el siguiente margen de valores: $-2 \leq C80 \leq 2$ dB
Por lo que estos valores se encuentran bastante altos y tiene mala claridad.

Niveles:

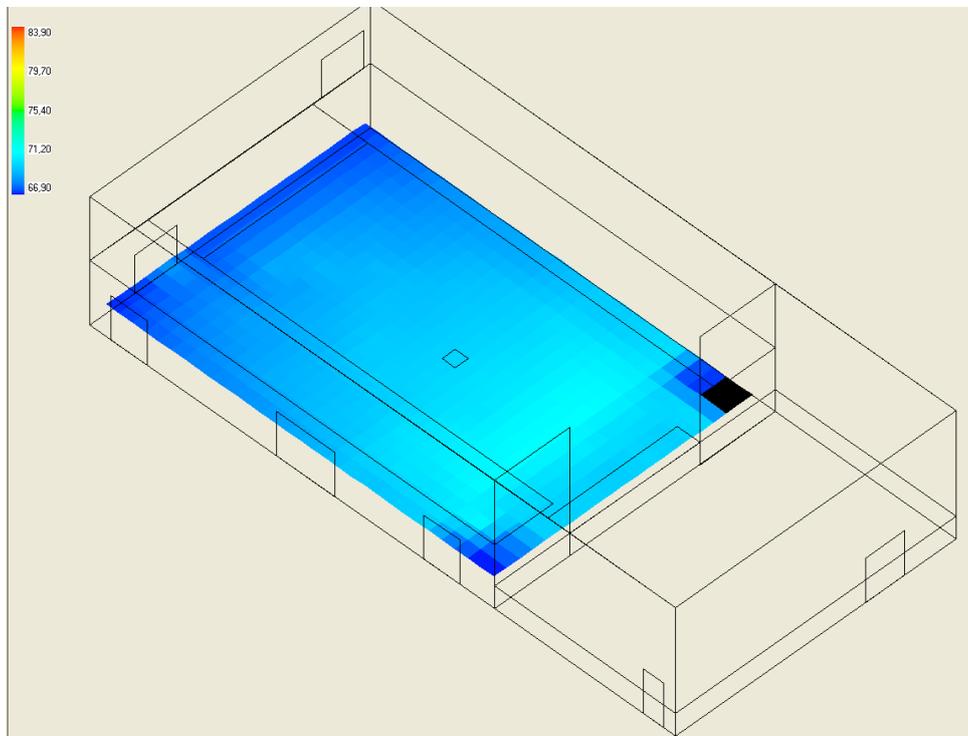


Ilustración 158. Representación Gráfica Niveles - PB.

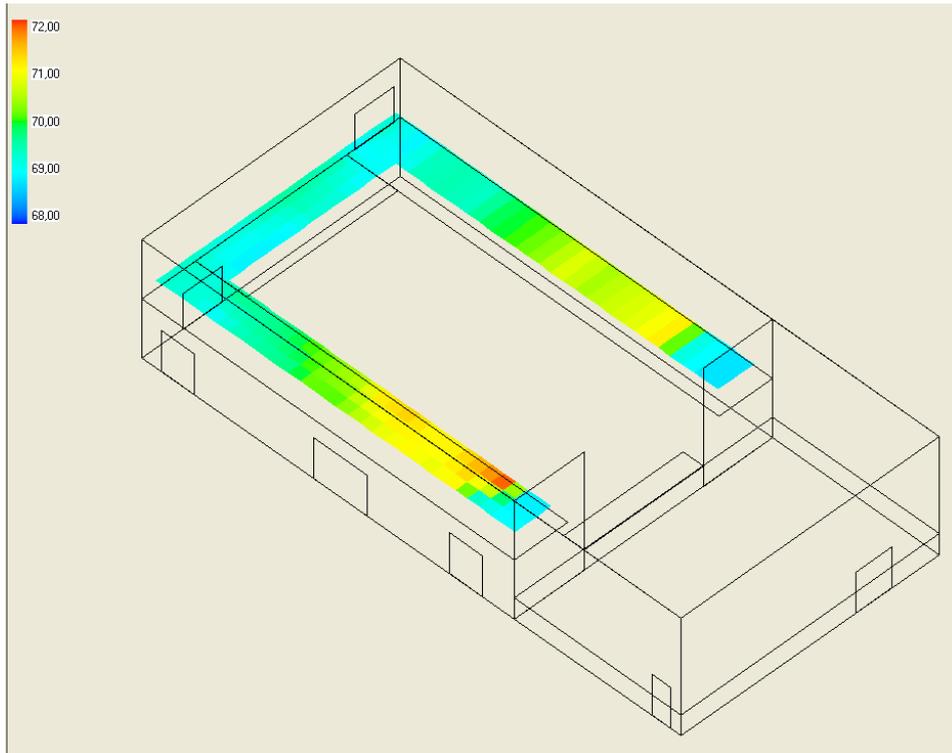


Ilustración 159. Representación Gráfica Niveles – P1.

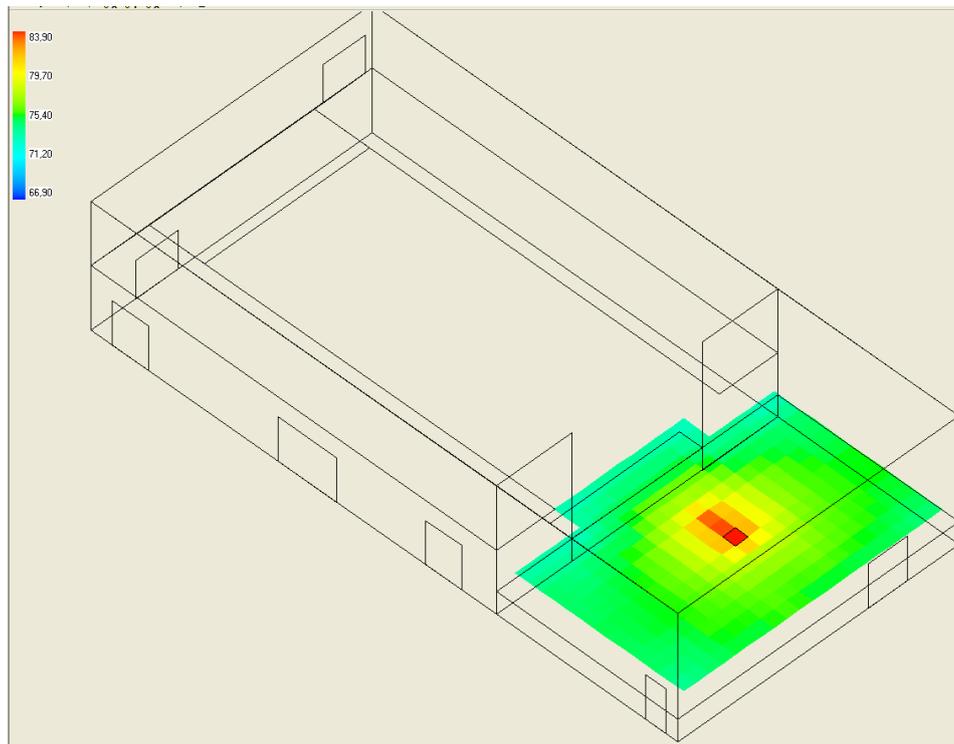


Ilustración 160. Representación Gráfica Niveles – Escenario.

En los mapas de niveles, tras aplicar una potencia acústica de 90 DB, podemos ver los resultados: La escala receptora va de 66 a 84 dB, como es lógico cuando más alejado de la fuente más azulado, y en la misma fuente más rojizo.

6.2.2 Sala de Exposición.

Mismo procedimiento que en la anterior, insertarnos los materiales nuevos y propuestos, calculados mediante la fórmula de Sabine. Creamos el emisor y el receptor, generamos una malla y se procede a analizar los datos obtenidos:

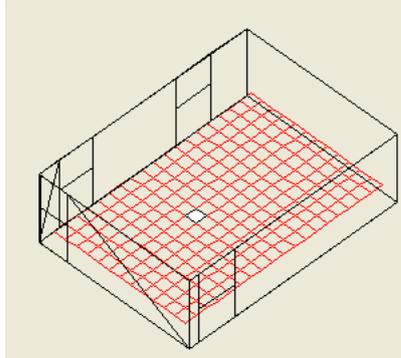


Ilustración 162. Malla SIMAC.

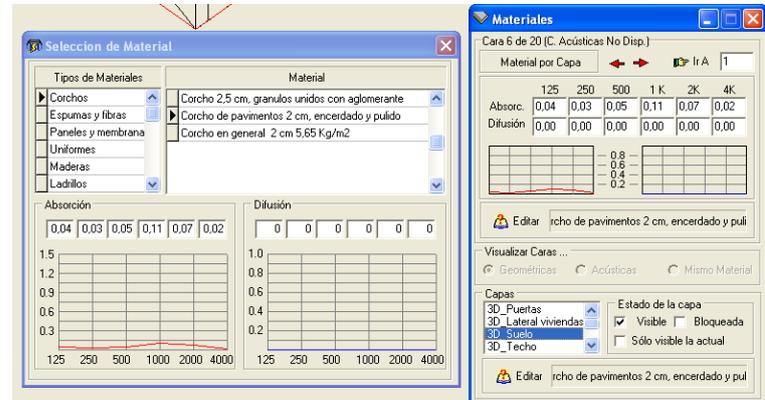


Ilustración 161. Materiales SIMAC.

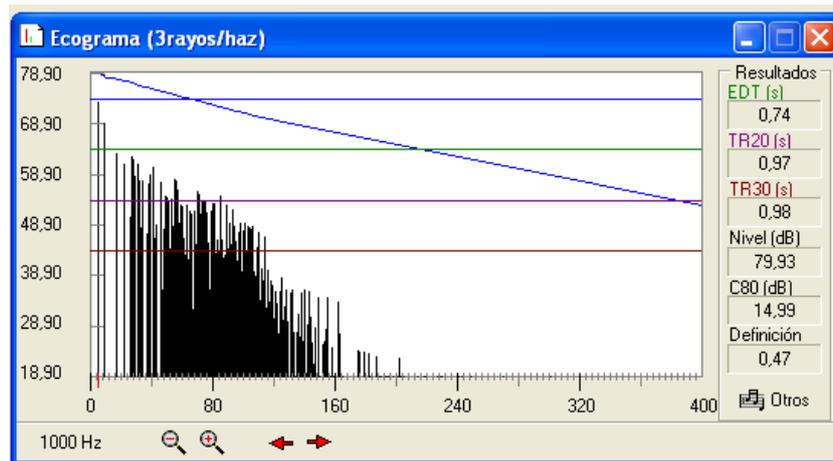


Ilustración 163. Ecograma Sala Exposición.

Como vemos en el ecograma, la diferencia entre el directo y la primera reflexión es menor a 50ms ya que se observa que empieza al principio de la primera medida leíble, (los 80 ms), por lo que NO vamos a tener presencia de ECO en la Sala.

Comparación Sala de Exposición			
Parámetros	Simulación(SIMAC)	Simulación (SABINE)	Medición (DIRAC)
EDT mid	0,74	x	3,81
TR20 mid	0,97	0,96	3,68
TR30 mid	0,98	x	2,90
Brillo(Br)	0,91	0,95	0,65
Calidez(BR)	1,48	1,52	0,97
Definición(D50)	0,47	x	0,26

Ilustración 164. Tabla Comparación Sala Exposición.

En este caso, los valores **NO** son uniformes viéndose que la medición “in situ” realizada con DIRAC es más alta debiéndose a la mala condición acústica existente que se podía apreciar claramente cuando se estuvo realizando las mediciones. Por otro lado, claramente se puede comprobar que los parámetros obtenidos mediante el Excel de Sabine y con SIMAC son muy parejos y adecuados para la Sala, dichos valores los estudiaremos a continuación:

EDT:

Hemos obtenido imágenes con tonalidades de color representadas en una frecuencia a 1000 Hz, la más representativa para el oído humano, la variación va de 0,70 a 1 segundo y de azul a rojo.

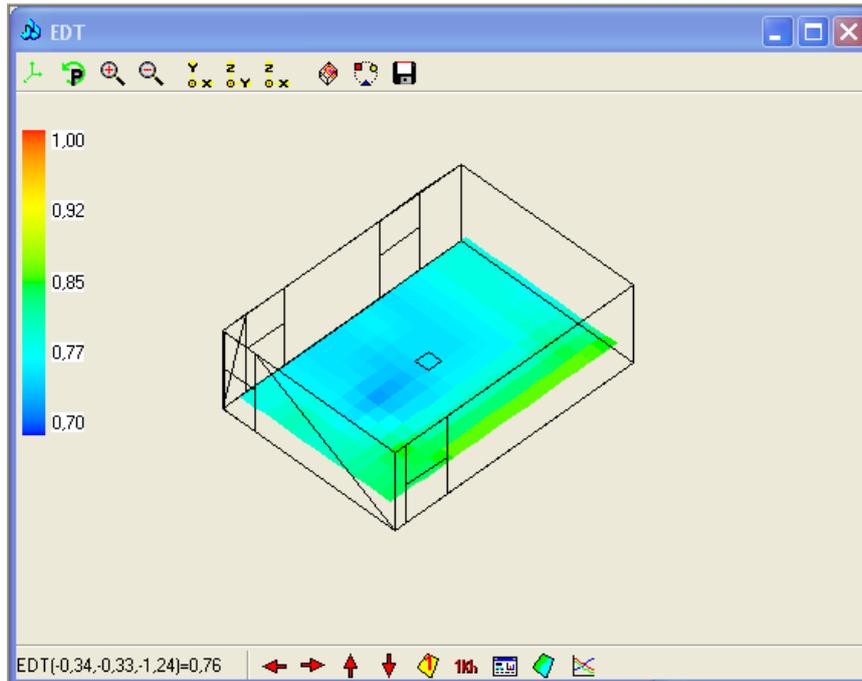


Ilustración 165. Representación Gráfica EDT.

En este caso el EDT mid. (Medio) es de 0,74, valor óptimo, ya que se aconseja que sea un valor semejante o próximo al TRmid, (0,96 seg.) que se necesita para una Sala de Exposición. Observando el resultado vemos que tenemos valores homogéneos menos en la pared colindante con el Auditorio. Por otro lado, la zona del medio de la sala es donde más bajo está el EDT puesto que se encuentra al lado de la fuente.

TR20:

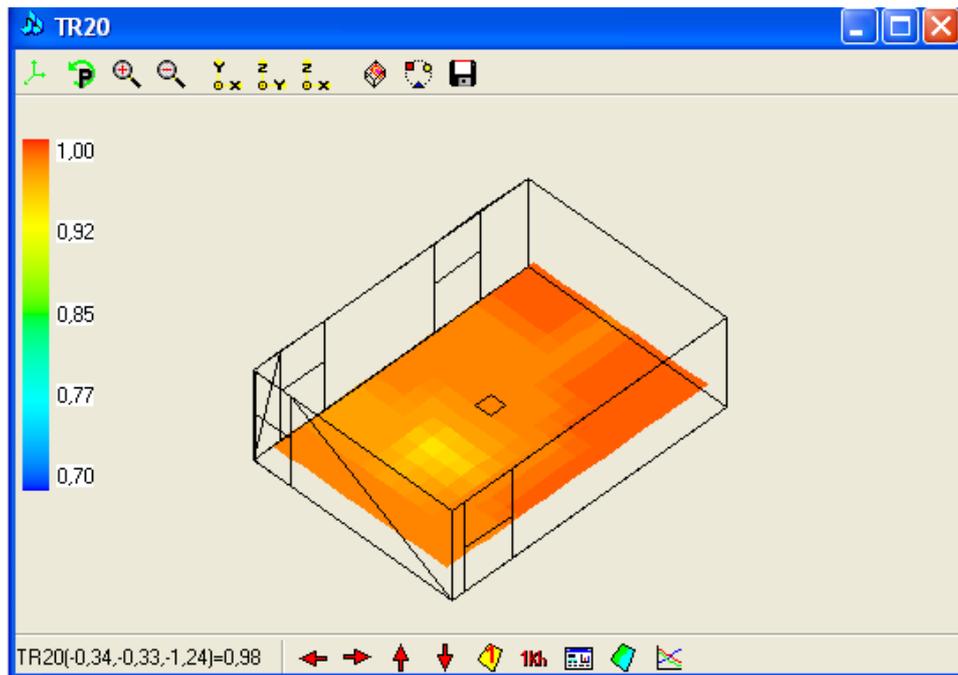


Ilustración 166. Representación Gráfica TR20.

Los datos obtenidos son **Aptos**, pues la reverberación ideal para una Sala de Exposición es de alrededor de **1s**, mediante simulación hemos logrado el objetivo de **0,97s**, además valor muy cercano al obtenido mediante Sabine **0,96 segundos**.

Los valores son muy parecidos por no decir semejantes para los materiales nuevos, que al contrario que para los materiales originales la variación es bastante considerable, como indicamos en la siguiente tabla resumen:

	Comparación de Resultados TR20
Valores material original(Ensayos DIRAC)	3,68
Valores materiales nuevos(Diseño Teorema Sabine)	0,96
Valores materiales nuevos (Aplic. Informática SIMAC)	0,97

Ilustración 167. Tabla Comparativa Valores TR20.

TR30:

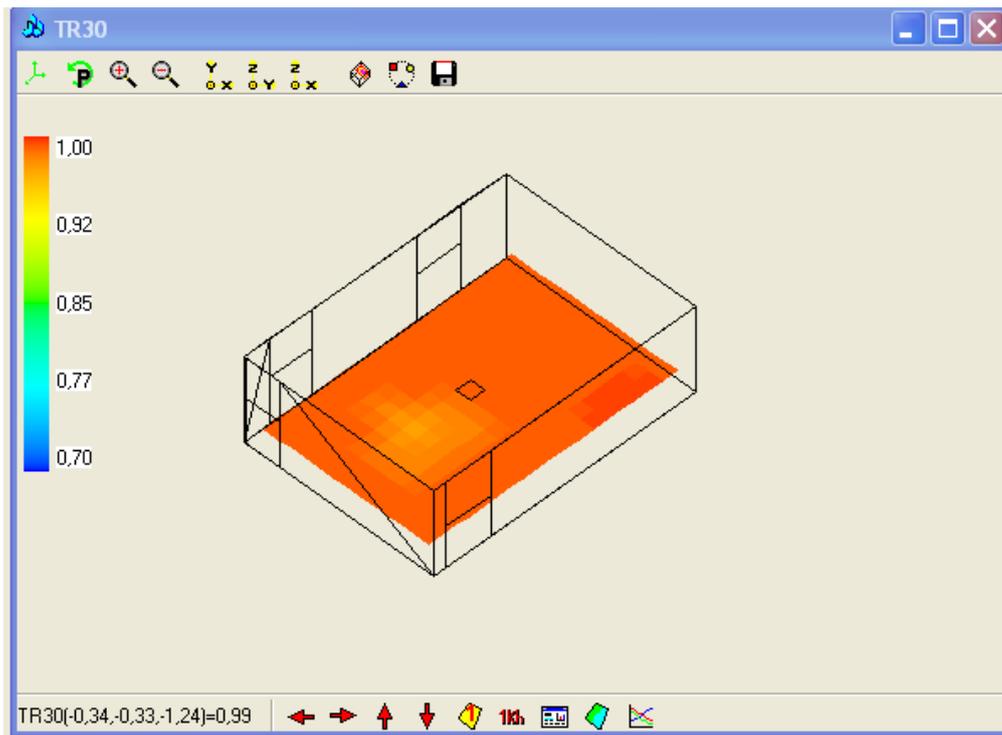


Ilustración 168. Representación Gráfica TR30.

Aquí se muestra el TR30, para que sea óptimo el valor debe ser muy parecido al TR20, en nuestro caso tenemos 0,98s de los 0,97s del TR20, es decir, nos CUMPLE.

Claridad C80:

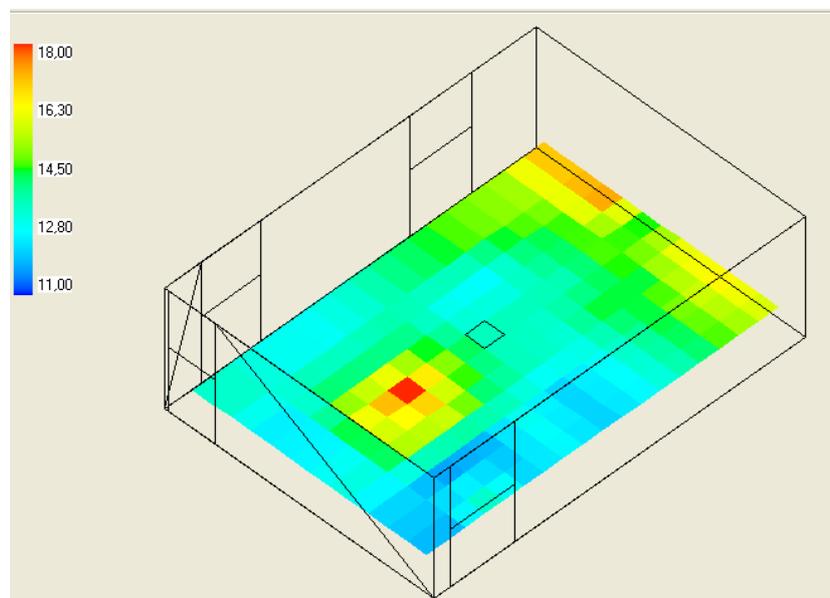


Ilustración 169. Representación Gráfica C80.

Para la sala ocupada, L.G.Marshall, aconseja el siguiente margen de valores: $-2 \leq C80 \leq 2$ dB
 Los valores se encuentran muy por encima de este margen en toda la sala, siendo el valor más alto alrededor de la fuente emisora.

Niveles:

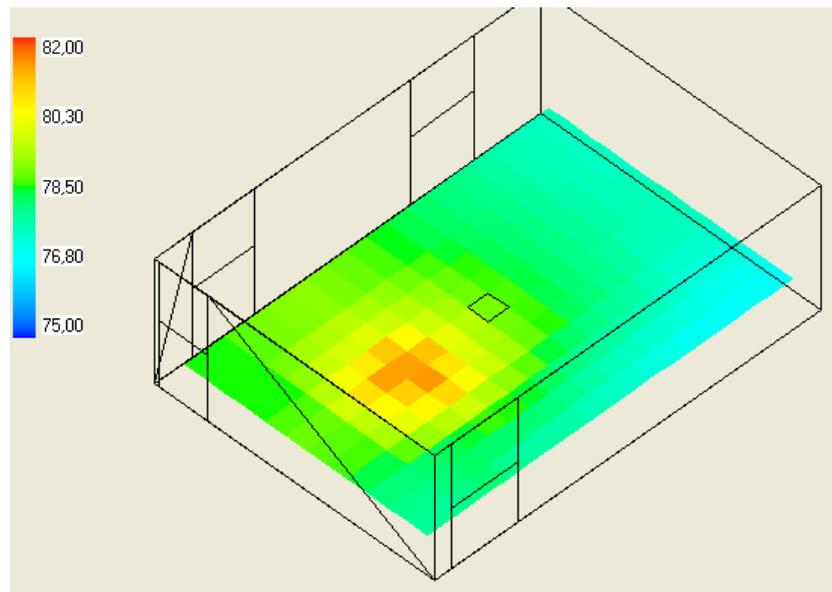


Ilustración 170. Representación Gráfica Niveles.

En los mapas de niveles, tras aplicar una potencia acústica de 90 dB, podemos ver los resultados: La escala receptora va de 75 a 82 dB, como es lógico, cuanto más alejado de la fuente más azulado, y cuanto más cerca de la misma más rojizo. Añadir que, no tenemos ningún valor en blanco, esto quiere decir que los valores obtenidos no son inferiores a los 75 dB.

7. Conclusiones Estado Actual

Tras analizar los datos obtenidos “in situ” mediante el sonómetro, se identifica que el Auditorio con los materiales ya existentes cumplen con la normativa acústica de aislamiento, y por lo tanto, no será necesario hacer unas grandes modificaciones, aunque como ya sea citado anteriormente, sí que procederemos a la sustitución de los materiales por otros con semejantes características para el rejuvenecimiento de dicha sala y que evidentemente cumplan con el CTE-DB-HR.

En cuanto a la Sala de Exposición, sí que encontramos unos datos muy elevados para su uso, por lo que NO cumple con la normativa acústica de aislamiento requerida. Dicha sala no se podemos decir que sea inservible, porque se celebran actos pero sí que es un tanto molesta estar dentro de esta. Siendo así, optaremos por cambiar los materiales existentes por otros que si cumplen con la normativa actual que nos marca el CTE-DB-HR.

En cuanto al estudio mediante SIMAC, SABINE Y DIRAC hemos obtenido el TR20, TR30, EDT, ecogramas etc. con el DIRAC, (medidas “in situ”), los resultados para el Auditorio fueron valores alrededor de la unidad, lo cual es apto para una Sala Polivalente.

Por otro lado, los resultados obtenidos para la Sala de Exposición zona altos, los cuales se deben rebajar más de la mitad del valor inicial por lo que se añadirá un acondicionador acústico, que comprobado mediante SIMAC y SABINE nos salen aptos para la palabra.

Por último, se harán modificaciones de accesibilidad, seguridad y evacuación, ya que actualmente no cumplen.

A continuación se propondrán las mejoras con los materiales adecuados y se procederá a su verificación final mediante un software del CTE-DB-HR, para comprobar que las nuevas modificaciones cumplan con el aislamiento.

8. Propuesta de Mejora

8.1 Propuestas Planteadas.

Se procederá a la reforma de la Sala Cultural de Puerto de Sagunto atendiendo a los resultados obtenidos:

- Auditorio:

Por lo que respecta a la fachada, se procederá a la sustitución de las puertas de emergencias, deben de ser lo más estancas posibles ya que de ello dependerá su correcta audición y evitará la salida del sonido hacia el exterior, para ello, colocaremos unas puertas acústicas cortafuegos de dos hojas abatibles homologada, EI2 60-C5, según UNE-EN 1634-1, de 83 mm de espesor.



Ilustración 171. Ejemplo Puerta acústica exterior de hoja doble y simple.

Para el interior del mismo, sustuiremos las puertas existentes por unas puertas acústicas de 2x2m y 69 mm. de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,5 mm. de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes y compuesta de visor circular. También, se sustituirá la puerta en la sala de máquinas que colocaremos las mismas descritas anteriormente.



Ilustración 172. Ejemplo Puerta acústica interior de hoja doble y simple.

Para el acondicionamiento acústico interior, se sustituirán tanto en paredes y suelos las moquetas existentes por otras de similares características. Además, se añadirá moqueta en la escalera de emergencia que da acceso a la Planta superior del Auditorio, según planos adjuntos.

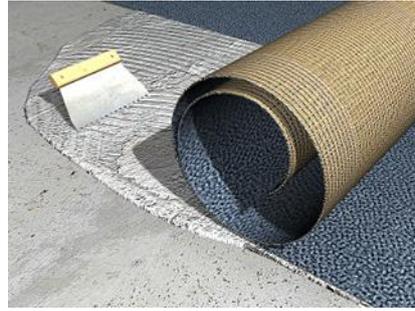


Ilustración 173. Moqueta.

Respecto a las luminarias del recinto, se sustituirán en su totalidad, siendo todas de la misma tonalidad y potencia.



Ilustración 175. Luminaria suspendida.



Ilustración 174. Luminaria mural.

El equipo de sonido existente es válido para dicha Sala, lo único que variará será la colocación de los altavoces, para conseguir un mejor sonido y visibilidad en la parte de arriba del Auditorio ya que estorbaba a los primeros asientos del palco.

Repintado de todas las paredes que lleven un revestimiento continuo de yeso y del falso techo, además de todos los elementos que se consideren oportuno como barandillas, sistema de conductos del Aire Acondicionado, etc. con pintura plástica lisa.

- Sala de Exposición:

Colocación de trasdosados en la zona perimetral, (SP + Aislante lana de roca + doble placa de yeso laminado) en medianeras y pared colindante con Auditorio para aislar todo lo posible nuestro recinto de los vecinos y de las funciones que se generen en él.

En la entrada a dicha Sala tenemos dos huecos de entrada sin puerta en los cuales se colocará unas puertas de cristal correderas con sensor automático de apertura y cierre estanco.

En la escalera de acceso a la planta superior del Auditorio que se sitúa en esta sala, se dispondrá en su totalidad de moqueta.

Por último, se repintarán todas las paredes y techos de la sala.

A continuación, ilustraremos mediante “El Catálogo de Elementos Constructivos” que *está concebido como un instrumento de ayuda para el cumplimiento de las exigencias generales de diseño de los requisitos de Habitabilidad: Salubridad, Protección frente al ruido y Ahorro de Energía, establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE).*

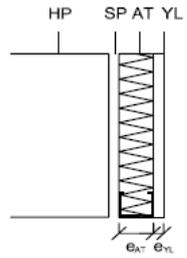
<p>HP hoja principal T trasdosado SP separación de 10 mm C cámara no ventilada AT aislante: lana mineral ⁽¹⁾ YL placa de yeso laminado LH ladrillo hueco sencillo o gran formato de 5 cm de espesor B bandas elásticas ⁽²⁾ RI revestimiento interior (Guarnecido o enlucido)</p>					
Código	Sección	e _{YL} (mm)	e _{AT} (mm)	HE ⁽³⁾ R (m ² K/W)	HR ⁽⁴⁾ ΔR _A [m _{el. base}] (dBA)
TR1		15	50	0,21+R _{AT}	17 [70] 16 [100] 15 [140] 14 [160] 13 [180]
		2x12,5	50	0,25+R _{AT}	12 [200] 10 [250] 9 [300] 8 [350] 7 [400]

Ilustración 176. PY Trasdoso para Fachadas y Medianeras.

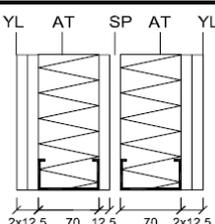
P4.7		1/(0,66+R _{AT})	65 ⁽³⁾	55

Ilustración 177. PY Particiones Interiores.

- Absorbente acústico:
 - ❖ En la Sala de Exposición se colocará placas de **fibra de vidrio 50 mm** en las 4 paredes que la conforma, a partir de 1,60m de altura para así evitar su deterioro.
 - ❖ Una de las dos escaleras que existen en el edificio, más concretamente, la escalera que tiene función de evacuación de la Planta superior del Auditorio. Se colocará en su totalidad y a partir de 1,60m de altura.
 - ❖ En las dos caras de las paredes del Auditorio que separan el escenario del patio de butacas.

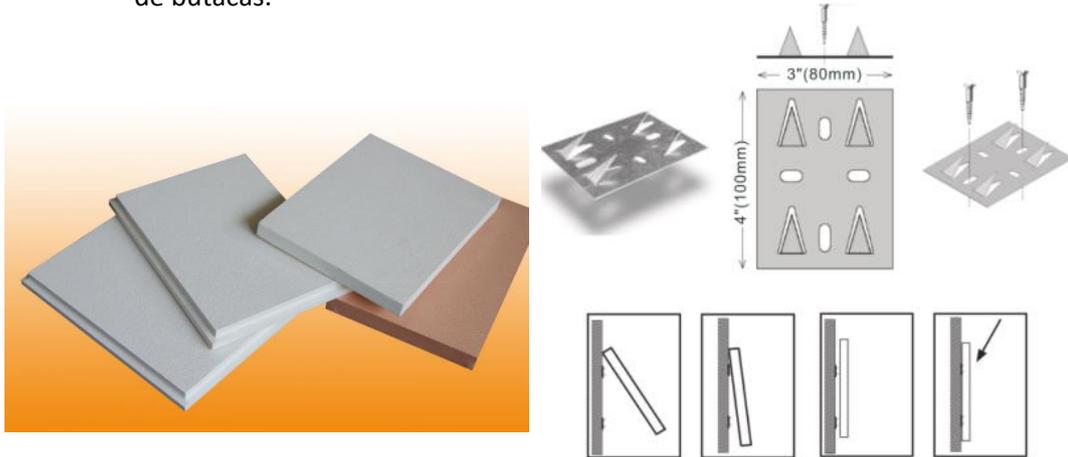


Ilustración 178. Absorbente Acústico.

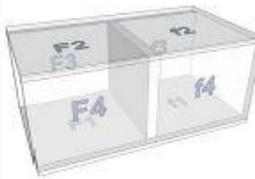
- Mobiliario de las Salas:

No se sustituirá el mobiliario de las Salas estudiadas ya que se encuentra en buen estado de conservación y nos permite ajustarnos más en el presupuesto.

8.2 Fichas aislamiento acústico CTE – DB - HR.

A continuación, mostraremos los resultados del aislamiento acústico entre varios de los recintos más importantes de nuestra reforma, mediante los materiales propuestos.

- **Caso 1:** Comportamiento acústico entre 2 Salas, en este caso, el Auditorio (Calificada como Recinto de Actividad) y la Sala de Exposición (Calificada como Recinto Protegido).

CTE		Documento Básico HR Protección frente al ruido					
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.		Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.					
Proyecto	RECINTO ACTIVIDAD AUDITORIO Y RECINTO PROTEGIDO						
Autor	ADRIÁN GÓMEZ GIMÉNEZ						
Fecha	29/06/2016						
Referencia	Esta casística estudia el aislamiento acústico entre un recinto de actividad protegido como es el caso de un Auditorio contra un recinto protegido, en este caso, una sala de exposición.						
Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor		Volumen	2871				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	LM 300 mm						
Techo F2	U_BC 300 mm						
Pared F3	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15						
Pared F4	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	46.3		97	37	-	-	
Suelo F1	434.17	30.25	750	67	63	0	19
Techo F2	434.17	14.75	333	53	76	0	0
Pared F3	134.75	30.25	279	51		-	-
Pared F4	134.75	14.75	279	51		-	-
Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	556.62				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	LM 300 mm						
Techo f2	U_BC 300 mm						
Pared f3	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15						
Pared f4	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
Separador	46.3		97	37	-	16	
Suelo f1	110.02	30.25	750	67	63	0	19
Techo f2	110.02	14.75	333	53	76	0	0
Pared f3	39.14	30.25	279	51		9	-
Pared f4	40.77	14.75	279	51		9	-
Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta							
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	8				
	índice de reducción	R_A (dBA)	60				
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0				
	transmisión indirecta	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0				



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Caso: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

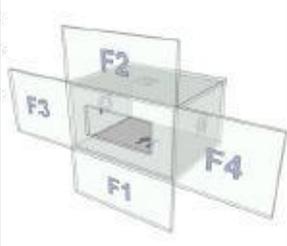
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{F1}	K_{F2}	K_{D1}
Separador - Suelo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	-2	13.2	13.2
Separador - Techo	Unión flexible en + de elementos homogéneos (junta elástica en 2)	-0.2	16.4	16.4
Separador - Pared	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 1)	0.4	6.9	6.9
Separador - Pared	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 2)	0.4	6.9	6.9

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D_{nTA} (dBA)	57	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L'_{nTw} (dB)	22	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D_{nTA} (dBA)	64	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L'_{nTw} (dB)	24	-	

Como se puede observar, los elementos programados **CUMPLEN** por la normativa, Aislamiento a ruido aéreo $57 > 55$ dBA y Aislamiento a ruido de impacto $60 > 22$ dB.

- **Caso 2:** Comportamiento acústico entre 1 Sala y el exterior, en este caso, la Sala de Exposición (Calificada como Recinto Protegido) y el exterior.

CTE		Documento Básico HR Protección frente al ruido			
		Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas			
		Caso:Fachadas			
Proyecto	RECINTO PROTEGIDO Y EXTERIOR				
Autor	ADRIÁN GÓMEZ GIMÉNEZ				
Fecha	29/06/2016				
Referencia	Estudio de la casuística para un recinto protegido como es una sala de exposición frente al cerramiento exterior (Fachada).				
Características técnicas del recinto 1					
Soluciones Constructivas					
Sección Separador	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F1	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F2	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F3	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F4	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Parámetros Acústicos					
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_{e_i} (dBA)	
Sección Separador	40.77		331	46	
Sección Flanco F1	12.5	5	331	46	
Sección Flanco F2	12.5	5	331	46	
Sección Flanco F3	15	2.5	331	46	
Sección Flanco F4	10	2.5	331	46	
Características técnicas del recinto 2					
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Aulas			Volumen	50
Soluciones Constructivas					
Sección Separador	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Suelo f1	LM 300 mm				
Techo f1	U_BC 300 mm				
Pared f3	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15				
Pared f4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores mínimos)				
Parámetros Acústicos					
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_{e_i} (dBA)	ΔR_{e_i} (dBA)
Sección Separador	40.77		331	46	
Suelo f1	110.025	5	750	62	0
Techo f1	110.025	5	333	48	0
Pared f3	36.35	2.5	279	48	6
Pared f4	46.28	2.5	89	33	13
Huecos en el separador					
Ventanas , puertas y lucernarios		S (m ²)	R_{e_i} (dBA)	R_{A_i} (dBA)	ΔR_{e_i} (dBA)
	Hueco 1	7.4	32	35	-3
	Hueco 2	0	-	-	0
	Hueco 3	0	-	-	0
	Hueco 4	0	-	-	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas
Caso: Fachadas

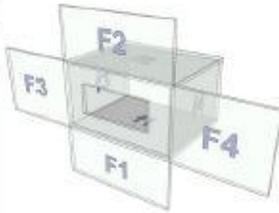
Vías de transmisión aérea directa o indirecta				
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{n,w1,Ae}$ (dBA)	0	
	transmisión directa II	$D_{n,w2,Ae}$ (dBA)	0	
	transmisión indirecta	$D_{n,w,Ae}$ (dBA)	0	

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.4	11.4	6.4
fachada - techo	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 3 (junta elástica en 2)	-2	11.8	11.7
fachada - pared	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 2 (junta elástica en 4)	11.8	0	11.8
fachada - pared	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 2 (junta elástica en 4)	13.6	-2.5	13.6

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2n,w1,Ae}$ (dBA)	34	30	CUMPLE

Como observamos, los elementos programados **CUMPLEN** por la normativa, Aislamiento a ruido aéreo $34 > 30$ dBA.

- **Caso 3:** Comportamiento acústico entre 1 Sala y el exterior, en este caso, el Auditorio (Calificada como Recinto de Actividad) y el exterior.

CTE		Documento Básico HR Protección frente al ruido			
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas		Caso: Fachadas			
Proyecto	RECINTO ACTIVIDAD AUDITORIO Y EXTERIOR				
Autor	ADRIÁN GÓMEZ GIMÉNEZ				
Fecha	29/06/2015				
Referencia	Estudio de la casuística para un recinto de actividad como es un auditorio frente al cerramiento exterior (Fachada).				
Características técnicas del recinto 1					
Soluciones Constructivas					
Sección Separador	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F1	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F2	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F3	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Sección Flanco F4	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Parámetros Acústicos					
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_{w_i} (dBA)	
Sección Separador	199.3		331	46	
Sección Flanco F1	12.5	5	331	46	
Sección Flanco F2	12.5	5	331	46	
Sección Flanco F3	15	2.5	331	46	
Sección Flanco F4	10	2.5	331	46	
Características técnicas del recinto 2					
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Aulas	Volumen	2871		
Soluciones Constructivas					
Sección Separador	BH AD 140 + RM + AT + BHAD 80 + Enl 15				
Suelo f1	LM 300 mm				
Techo f1	U_BC 300 mm				
Pared f3	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15				
Pared f4	Enl 15 + BHAL-P 290 + Enl 15				
Parámetros Acústicos					
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_{w_i} (dBA)	ΔR_{w_i} (dBA)
Sección Separador	199.3		331	46	
Suelo f1	434.17	5	750	62	0
Techo f1	434.17	5	333	48	0
Pared f3	134.75	2.5	279	48	-
Pared f4	134.75	2.5	279	48	-
Huecos en el separador					
		S (m ²)	R_{w_i} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{w_i} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	12.73	32	35	-3
	Hueco 2	0	-	-	0
	Hueco 3	0	-	-	0
	Hueco 4	0	-	-	0



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas

Caso: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta				
Vías de transmisión aérea	transmisión directa I	$D_{T1,et,Ar}$ (dBA)	0	
	transmisión directa II	$D_{T1,e2,Ar}$ (dBA)	0	
	transmisión indirecta	$D_{T1,s,Ar}$ (dBA)	0	

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{F1}	K_{F2}	K_{D1}
fachada - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)	6.4	11.4	6.4
fachada - techo	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 3 (junta elástica en 2)	-2	11.8	11.7
fachada - pared	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 2 (junta elástica en 4)	11.8	0	11.8
fachada - pared	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 2 (junta elástica en 4)	11.8	0	11.8

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{21,T1,Ar}$ (dBA)	48	30	CUMPLE

Como observamos, los elementos programados **CUMPLEN** por la normativa, Aislamiento a ruido aéreo $48 > 30$ dBA, además lo hace por un rango bastante amplio, algo muy favorable.

Por último, valoramos positivamente los materiales seleccionados, por lo que se procederá a la modificación gráfica mediante planos, y se elaborará un presupuesto ajustándose a las necesidades de la “Casa Cultural de Puerto de Sagunto”.

9. Planos Propuestos

9.1 Planos modificados con las mejoras propuestas.

A continuación, se incluyen los alzados y las plantas de distribución realizadas mediante "AutoCad" tras su propuesta.

ALZADO PRINCIPAL: Nota: Planos escalados en el punto 14, Anexos.



Ilustración 179. Fachada Principal.

ALZADO LATERAL DERECHO:

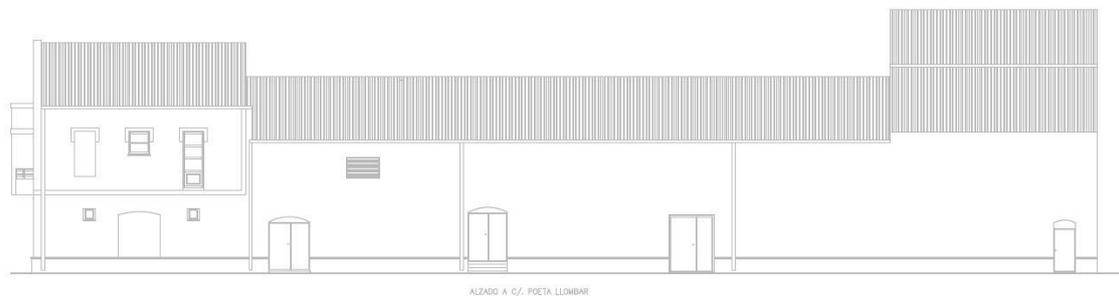


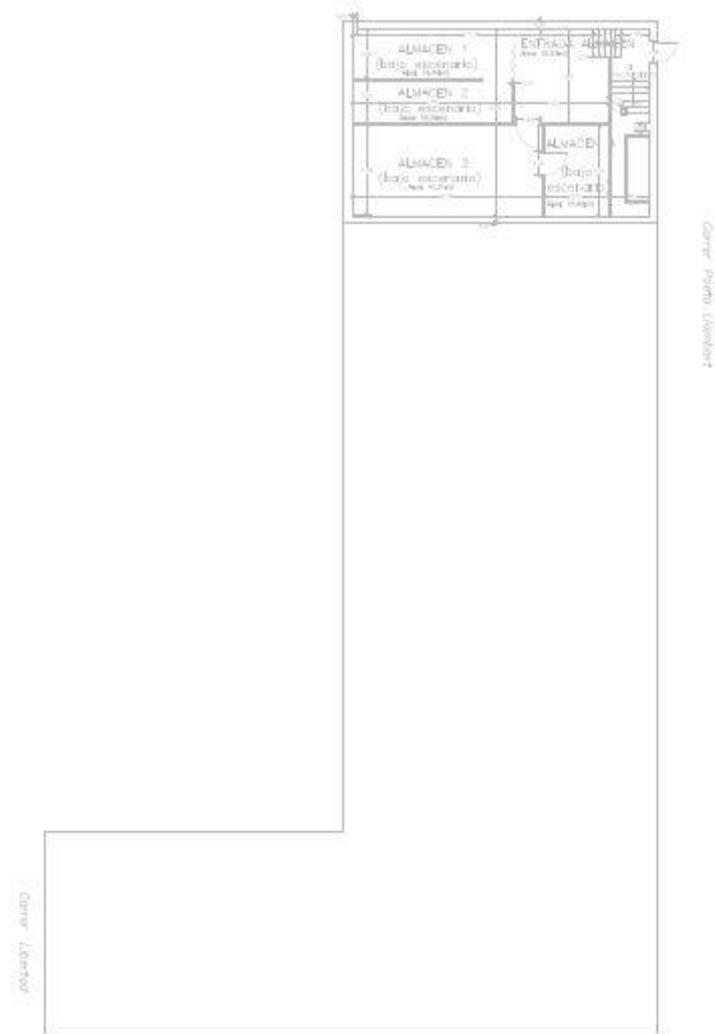
Ilustración 180. Fachada Lateral Derecha.

ALZADO LATERAL IZQUIERDO:



Ilustración 181. Fachada Lateral Izquierda.

PLANTA SÓTANO – COTAS:



Il·lustració 182. Distribució Planta Sótano. Cotas.

SECCIÓN A-A' – COTAS:

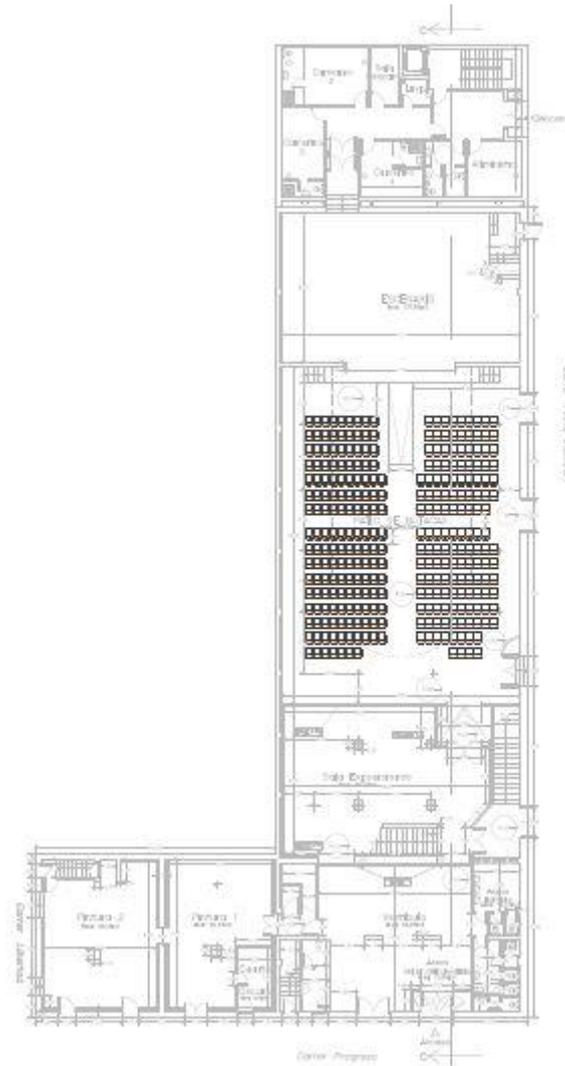


Ilustración 183. Distribución Planta Baja. Cotas.

SECCIÓN B-B' – COTAS:

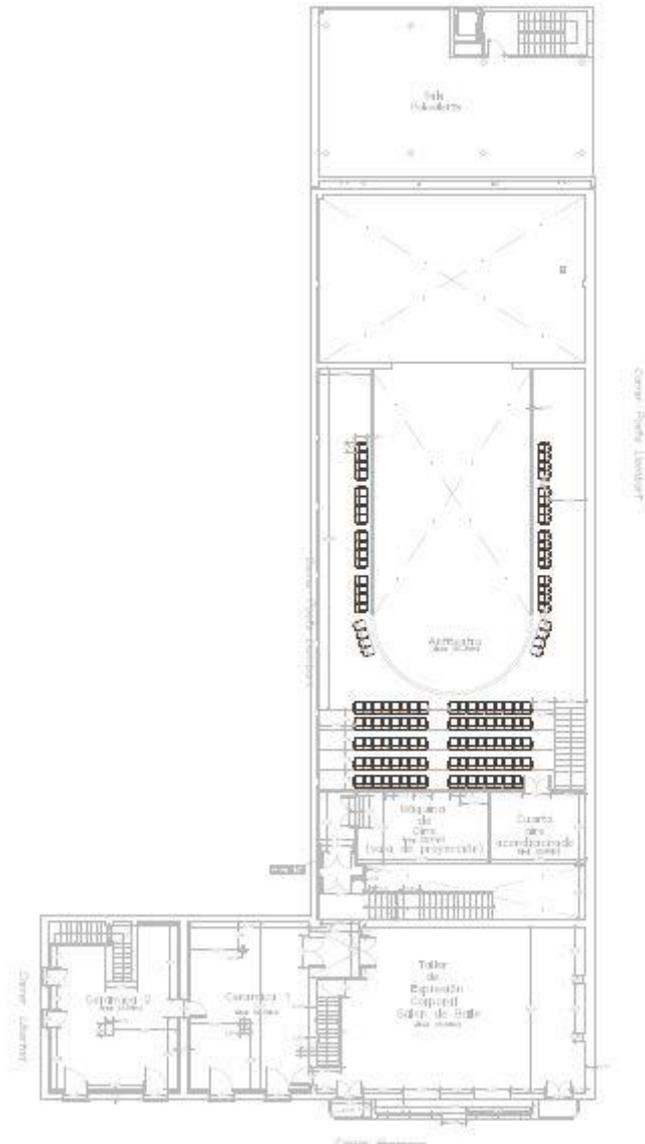


Ilustración 184. Distribución Planta Primera. Cotas.

SECCIÓN C-C' – COTAS:

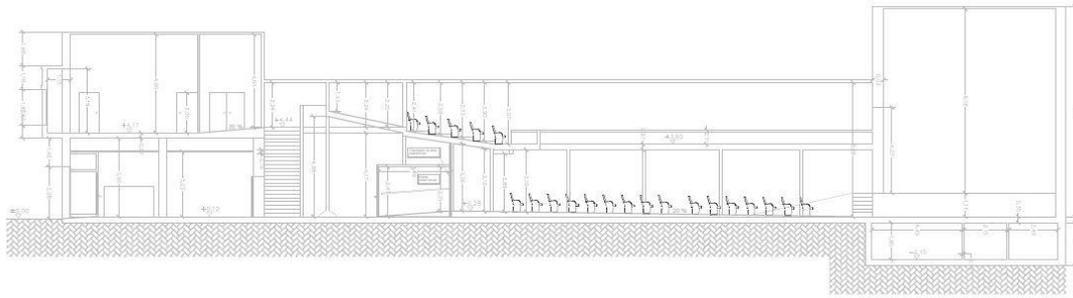


Ilustración 185. Sección Longitudinal. Cotas.

9.2 Zonificación reforma.

PLANTA SÓTANO:

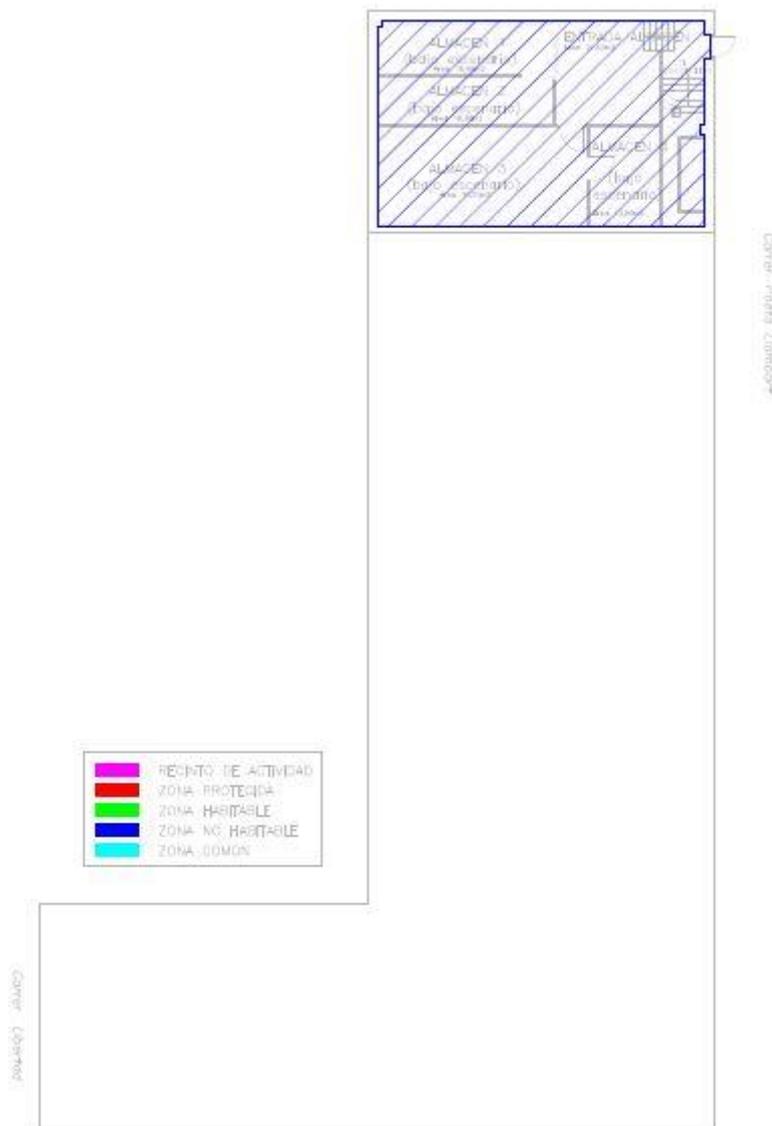


Ilustración 186. Zonificación Planta Sótano. Reforma.

9.3 Evacuación y seguridad.

PLANTA SÓTANO:

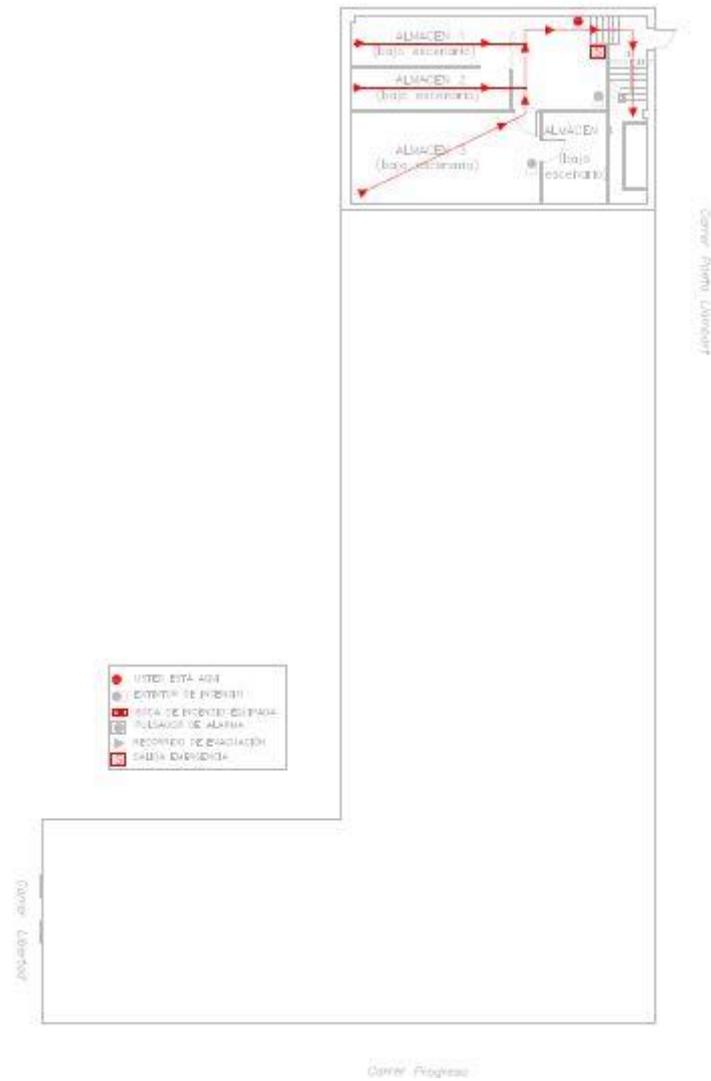


Ilustración 189. Recorrido Evacuación Planta Sótano.

SECCIÓN A-A' (PLANTA BAJA):

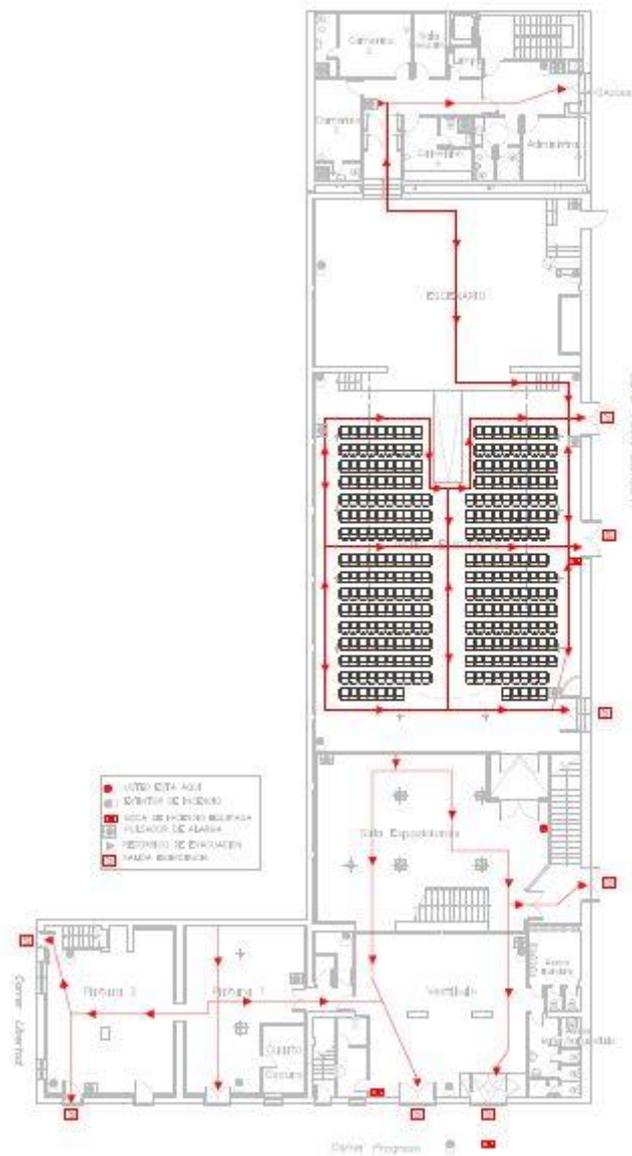


Ilustración 190. Recorrido Evacuación Planta Baja.

SECCIÓN B-B' (PLANTA PRIMERA):

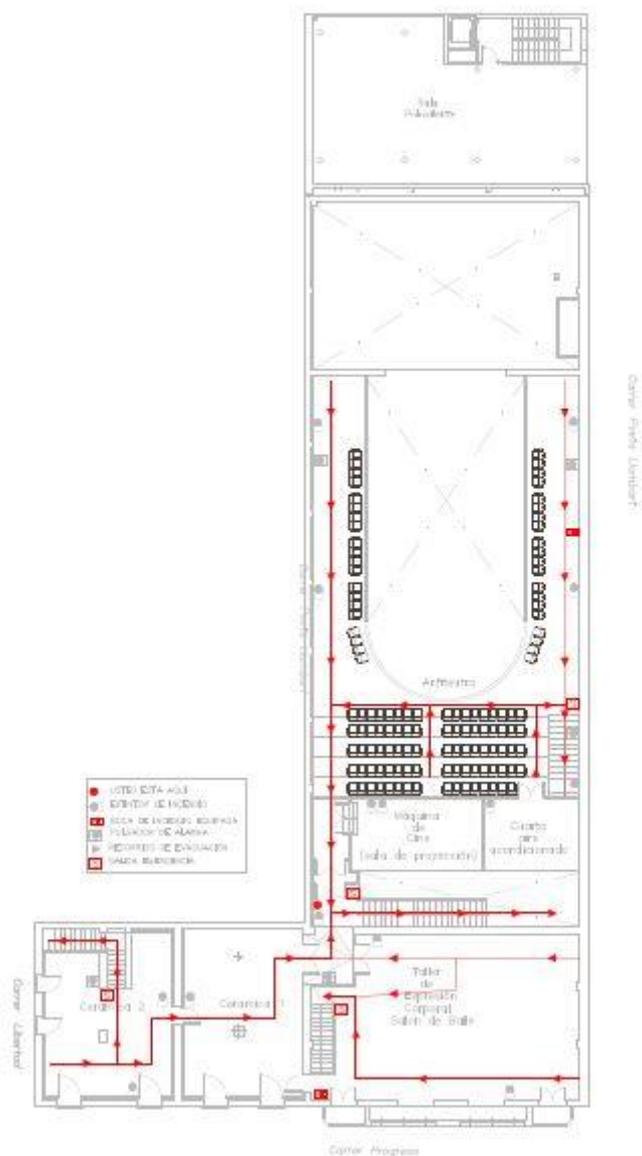


Ilustración 191. Recorrido Evacuación Planta Primera.

10. Valoración Económica

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 DESMONTAJE Y RETIRADA DE MATERIAL									
DRS020	m ² Desmontaje Moqueta. Retirada de moqueta existente en el interior del edificio, mediante medios manuales y carga manual sobre camión o contenedor.								
	SUELO	1	130,61			130,61			
	PARED	1	122,84			122,84			
							253,45	10,12	2.564,91
DSM010	Ud Desmontaje de aparato sanitario.						7,00	16,51	115,57
DPP020	Ud Desmontaje de hoja de puerta de paso. Desmontaje de hoja de puerta interior de paso de carpintería de madera, con medios manuales y carga manual del material desmontado sobre camión o contenedor.						10,00	3,69	36,90
DPT020	m ² Demolición de partición interior de fábrica revestida. Demolición de partición interior de fábrica revestida, formada por ladrillo hueco doble de 7/9 cm de espesor, con medios manuales, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.								
	PB	1	1,10		3,23	3,55			
	PB	1	0,90		3,23	2,91			
							6,46	5,43	35,08
DII010	Ud Desmontaje de luminaria. Desmontaje de luminaria interior empotrada, con medios manuales y carga manual del material desmontado sobre camión o contenedor.						34,00	3,45	117,30
TOTAL CAPÍTULO 01 DESMONTAJE Y RETIRADA DE MATERIAL									2.869,76

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 CARPINTERIA									
EFTA.9ba	u Puerta Emergencia Acústica 2hj Puerta de Emergencia Acústica de dos hojas abatibles de 2,00x1,90m de 83 mm. de espesor, compuesta de marco perimetral completo y hojas metálicas en chapa pulida rellena de materiales fonoabsorbentes. Cerradura embutida con apertura antipánico, incluso aplomado, colocación y eliminación de restos.	PB	4			4,00			
							4,00	1.500,65	6.002,60
EFTV.2d	u Prta vdr corredera 2090x796mm Puerta corredera acústica de 2x2m y 50 mm de espesor, con marco en chapa pulida de 1,5 mm de espesor y hoja construida con tubo pulido con marcos atornillados para sujeción de 2 vidrios laminados de 4+4 y 5+5 mm. Provista de doble burlete perimetral. Sin marco inferior, incluso herrajes y colocación.	PB	2			2,00			
							2,00	1.115,22	2.230,44
EFTA.8da	u Puerta interior acústica 2hj s/ventana Puerta acústica de 2x2m y 69 mm. de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,5 mm. de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes y compuesta de visor circular. Provista de doble burlete perimetral. de espesor, bisagras y cerradura embutida con barra antipánico, incluso aplomado, colocación, eliminación de restos y limpieza según NTE/FCL-16.	PI	2			2,00			
							2,00	953,54	1.907,08
EFTL90bc	u Puerta interior acústica 2hj s/ventana Puerta acústica de 2x2m y 69 mm. de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,5 mm. de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes y compuesta de visor circular. Provista de doble burlete perimetral. de espesor, bisagras y cerradura embutida con barra antipánico, incluso aplomado, colocación, eliminación de restos y limpieza según NTE/FCL-16.	PB	2			2,00			
		PI	2			2,00			
							4,00	674,40	2.697,60
TOTAL CAPÍTULO 02 CARPINTERIA									12.837,72

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 03 REVESTIMIENTOS									
RSM021	m2 Tarima de madera para interior. Tarima flotante de tablas de madera maciza de haya, de 22 mm, ensambladas con adhesivo y colocadas a rompejuntas sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor.						137,86	62,23	8.579,03
RFP010	m2 Pintura plástica sobre paramentos exteriores. Revestimiento decorativo de interiores con pintura plástica lisa, para la realización de la capa de acabado en revestimientos continuos bicapa; limpieza y lijado previo del soporte de mortero industrial, mano de fondo y dos manos de acabado (rendimiento: 0,065 l/m ² cada mano), además de tratamiento contra la presencia de moho o humedades en un 10% de su superficie.								
	PB	2	12,58	9,16	1,60	368,74			
	P1	1	23,50	14,50	3,51	1.196,03			
	P1	1	7,15	3,95	1,95	55,07			
	P1	1	5,20	3,95	1,95	40,05			
	P1	1	187,39			187,39			
							1.847,28	6,02	11.120,63
ERSF.2aa	m2 Pav moq punzón hrzU2 P2-M2 Pavimento de moqueta punzonada horizontal o vertical, de fibras sintéticas, U2 P2-M2, según norma UPEC tomada con adhesivo de contacto, sobre capa de pasta alisadora, según NTE/RSF-2.								
	SUELO	1	130,61			130,61			
	PARED	1	122,84			122,84			
	PB ESCALERA	1	9,40			9,40			
	P1 ESCALERA	1	10,01			10,01			
							272,86	73,64	20.093,41
ENRD20a	m2 Acon acústico rever par alt fr Acondicionamiento acústico en paredes de locales con exceso de reverberaciones, principalmente en altas frecuencias, a base de una capa de material absorbente de espuma de poliuretano expandido flexible, con superficie uniforme, textura alveolar y 6 mm de espesor, recibido sobre el paramento existente con cola de contacto.								
	PB	1	9,16		4,17	38,20			
	PB	1	9,23		3,36	31,01			
	PB	1	8,45		6,37	53,83			
	PB	1	5,11		6,37	32,55			
							155,59	26,68	4.151,14
NAL010	m2 Aislamiento de suelos flotantes con lanas minerales.								
	P1	1	350,00			350,00			
	PB	1	350,00			350,00			
							700,00	15,98	11.186,00
TOTAL CAPITULO 03 REVESTIMIENTOS									55.130,21

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 PARTICIONES Y TRASDOSADOS									
FBY010	m2 Entramado autoportante de placas de yeso laminado. Tabique especial (12,5+12,5+70 + 70+12,5+12,5)/600 (70 + 70) LM - (4 normal) con placas de yeso laminado, sobre banda acústica, formado por una estructura doble sin arriostrar, con disposición normal "N" de los montantes; aislamiento acústico mediante panel semirígido de lana mineral, espesor 65 mm, en el alma; 190 mm de espesor total.								
	PB	1	2,11		4,17	8,80			
	PB	1	9,16		4,17	38,20			
	PB	1	9,23		3,36	31,01			
	PB	2	2,53		2,20	11,13			
	PB	1	5,92		6,37	37,71			
	PI	2	1,35		2,20	5,94			
	PI	2	0,79		2,20	3,48			
							136,27	61,67	8.403,77
EFPC.1accb	m2 PT 1 h/ LHD e 7 cm enf-sin Partición de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 7 cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x7 cm aparejadas de canto y rectilíneas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1 cm de espesor, con enfoscado de mortero maestreado y fratasado de 1.5 cm de espesor por un lado y el otro sin revestimiento, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE, NTE-PTL y NTE-RPE.								
	PB	1	1,10		3,23	3,55			
	PB	1	0,90		3,23	2,91			
							6,46	33,27	214,92
PTW015	m2 Sistema "KNAUF" de trasdosado autoportante, de placas de yeso la Trasdosado autoportante libre sobre partición interior, W 625 "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - (15 Standard (A)), anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total, separación entre montantes 600 mm.								
	PB	1	2,11		4,17	8,80			
	PB	1	9,16		4,17	38,20			
	PB	1	9,23		3,36	31,01			
	PB	2	2,53		2,20	11,13			
	PB	1	5,92		6,37	37,71			
	PI	2	1,35		2,20	5,94			
	PI	2	0,79		2,20	3,48			
							136,27	17,61	2.399,71
NAO030	m2 Aislamiento entre montantes en trasdosado de placas. Aislamiento entre montantes en trasdosado de placas (no incluidas en este precio), formado por panel semirígido de lana de roca, Acustilaine E "ISOVER", según UNE-EN 13162, no revestido, de 60 mm de espesor.								
	PB	1	2,11		4,17	8,80			
	PB	1	9,16		4,17	38,20			
	PB	1	9,23		3,36	31,01			
	PB	2	2,53		2,20	11,13			
	PB	1	5,92		6,37	37,71			
	PI	2	1,35		2,20	5,94			
	PI	2	0,79		2,20	3,48			
							136,27	6,79	925,27
TOTAL CAPÍTULO 04 PARTICIONES Y TRASDOSADOS.....									11.943,67

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 MOBILIARIO									
SAI005	u Inodoro con tanque bajo, de porcelana sanitaria. Inodoro con tanque bajo, gama básica, color blanco.						7,00	199,25	1.394,75
ESMR.8aa	u Barra apy minusv ab WC Barra de apoyo alcatife en voladizo de 79.5 cm. para WC, minusválidos, de tubo de acero inoxidable esmerilado sin soldadura, de 30 mm. de diámetro y 1.5 mm. de espesor, atornillado con un punto de anclaje para tres tornillos de fijación, incluso embellecedor de 75 mm. de diámetro.						2,00	280,16	560,32
EIFS23baa	u Urinario medn blanco Urinario mural de porcelana vitrificada blanca, tamaño mediano (doméstico), con borde rozador integral, juego de fijación, sifón, codo, manguito y enchufe unión, colocado y con ayudas de albañilería.						4,00	159,37	637,48
EIFS11eaba	u Lav espi 440x520mm 1en ang bl Lavabo de 440x520 mm de un seno/s, de forma angular, de porcelana vitrificada blanca, con juego de anclajes para fijación, incluso válvula desague de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería.						4,00	103,37	413,48
ESMR16bi	u Toallero 180 blanco Toallero anillo, para atornillar, de dimensiones 180 mm, de porcelana vitrificada color blanco.						4,00	24,71	98,84
ESMR17ae	u Jabonera 157x127 cro-bl Jabonera, para atornillar, de dimensiones 157x127 mm., de porcelana vitrificada color blanco o suave y metal cromado.						4,00	59,02	236,08
ESMR18ea	u Portarrollo ator cro-bl 170x130 Portarrollo para atornillar, de dimensiones 170x130 mm., de porcelana vitrificada color blanco o suave y metal cromado.						6,00	44,79	268,74
TOTAL CAPÍTULO 05 MOBILIARIO									3.609,69

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 INSTALACIONES									
IEI050	ud Red de distribución interior en locales de uso común. Red eléctrica de distribución interior en local de uso común, con circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible y mecanismos gama media (tecla o tapa: blanco; marco: blanco; embellecedor: blanco).						1,00	1.562,49	1.562,49
ICA040	ud Acumulador de agua a gas, convencional. Acumulador a gas natural para el servicio de A.C.S., mural vertical, cámara de combustión abierta y tiro natural, capacidad 77 l, potencia 5,2 kW.						1,00	864,77	864,77
IEC010	ud Caja de protección y medida. Caja de protección y medida CPM2-S4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.						1,00	266,45	266,45
IFB005	m Tubería para alimentación de agua potable. Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior, PN=6 atm.						7,00	11,64	81,48
EIEM23aecc	u Punto luz intr 50W Punto de luz empotrado sencillo, instalado con cable de cobre monofásico con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neuro+tierra de 1.5 mm ² de sección, bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de 13.5 mm de diámetro, incluso interruptor 10A/250A de calidad media y downlight con lámpara halógena dicróica de 50 W, totalmente instalado, conectarlo y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.						35,00	147,55	5.164,25
EISA.2a	u Sumidero sifónico VØ40 PP Sumidero sifónico clase K3 según UNE EN 1253, para cuartos de baño, terrazas o patios, con salida vertical de diámetro 40 mm y unión mediante junta cónica, cuerpo de polipropileno y rejilla de acero inoxidable, conforme a las normas DIN 19599 y DIN 1229, velocidad de evacuación 0,44 l/s, según ISO DIS 9896, incluso acometida a desagüe a red general, totalmente instalado y comprobado según DB HS-5 del CTE.						7,00	11,69	81,83
EIIE.2a	u Exti aut polv ABC 6 kg Extintor por disparo automático con válvula sprinkler accionado a temperatura de 68°C, con agente extintor polvo polivalente ABC y 6 kg de capacidad con marcado CE, para la extinción de fuegos de tipo A,B y C, fabricado en acero y protegido exteriormente con pintura epoxi de color rojo, agente impulsor N2, manómetro extraíble y válvula de comprobación de presión interna, conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, incluso cadena y accesorios de montaje, totalmente instalado comprobado y en correcto funcionamiento según DB SI-4 del CTE.						25,00	89,30	2.232,50
EIIS.2aaa	u Señ PVC 224x224 ftumi med eva Placa para señalización de medios de evacuación, fabricada en PVC, fotoluminiscente, de dimensiones 224x224 mm, conforme a las especificaciones dispuestas en la norma UNE 23034:1988, totalmente instalada según DB SI-3 del CTE.						12,00	10,02	120,24
EICA.2bbg	u Cjto split cdo multi cal 2.5kW Conjunto multi split de conducto con sistema de bomba de calor con marcado CE, de potencia frigorífica 2.5 kW, con unidades exteriores precargadas con R407C o R-410a, etiquetado según R.D. 142/2003 y conforme a las especificaciones edispuestas en la ITE 04.7 del RITE y en la norma UNE-EN 14511, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según Decreto 173/2000 del Gobierno Valenciano.						1,00	1.575,33	1.575,33

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	TOTAL CAPÍTULO 06 INSTALACIONES								11.949,34
	TOTAL								98.340,39

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CASA CULTURA PTO. SAGUNTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	DESMONTAJE Y RETIRADA DE MATERIAL	2.869,76	2,92
02	CARPINTERIA	12.837,72	13,05
03	REVESTIMIENTOS	55.130,21	56,06
04	PARTICIONES Y TRASDOSADOS	11.943,67	12,15
05	MOBILIARIO	3.609,69	3,67
06	INSTALACIONES	11.949,34	12,15
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		98.340,39	
	14,00 % Gastos generales	13.767,65	
	6,00 % Beneficio industrial	5.900,42	
SUMA DE G.G. y B.I.		19.668,07	
	21,00 % I.V.A.	24.781,78	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		142.790,24	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		142.790,24	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO CUARENTA Y DOS MIL SETECIENTOS NOVENTA EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

PUERTO DE SAGUNTO, a 19 de julio de 2016.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

Como conclusión al presupuesto, decir que hemos ido comparando precios entre *generadordeprecios.info* e *IVE* mediante el programa *PRESTO*, siempre eligiendo, dentro de lo racional, lo más económico posible ya que hay que tener en cuenta que estamos hablando de casi 670 m² en la Planta Baja y unos 580 m² en la Planta Primera. Añadir que aunque no sea una reforma completa de todo el edificio, los elementos a sustituir como revestimientos o puertas disparan el presupuesto, además de las instalaciones y particiones que en ciertos espacios son nuevas.

Por otro lado, cabe añadir que para intentar reducir al máximo este, vamos a aprovechar las butacas y todos los elementos pertenecientes al mobiliario que se encuentran disponibles.

Por último, decir que el precio final de la reforma es de 142.790, 24 € contando con GG, BI e IVA, por lo que creo que es un precio ÓPTIMO dado los m² edificables que hay que reformar, adecuándose a la normativa vigente.

11. Simulación Virtual en 3D

AUDITORIO:

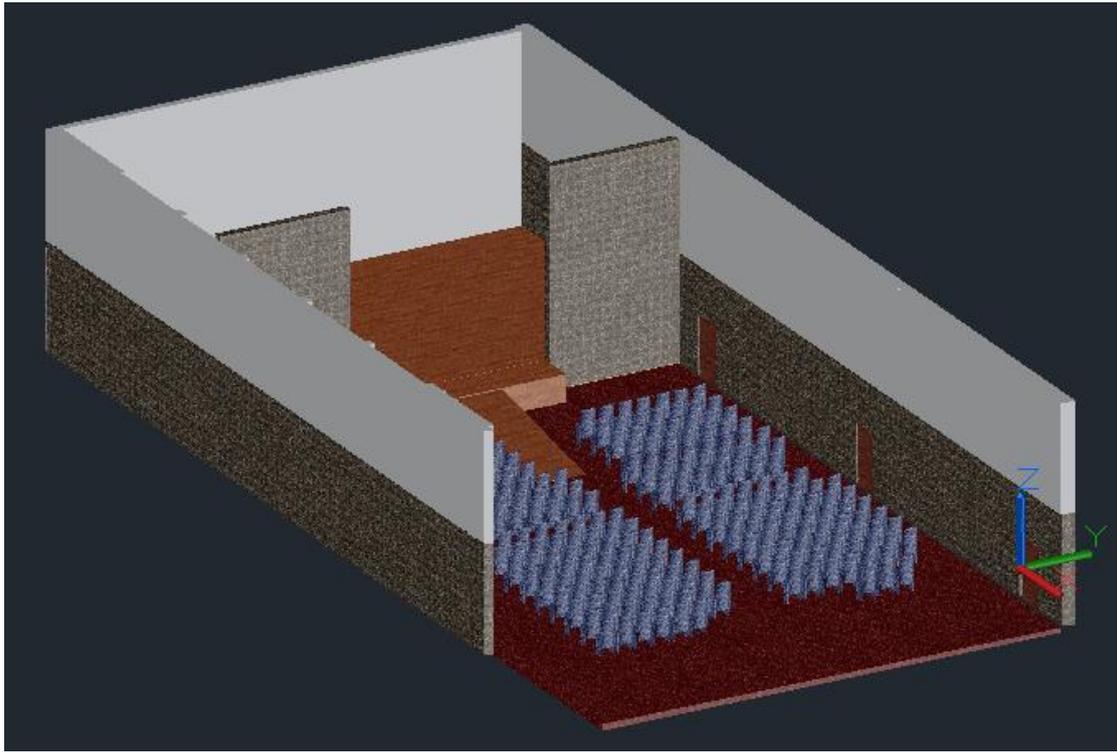


Ilustración 194. Vista General Interior 3D Auditorio. Sin Render.

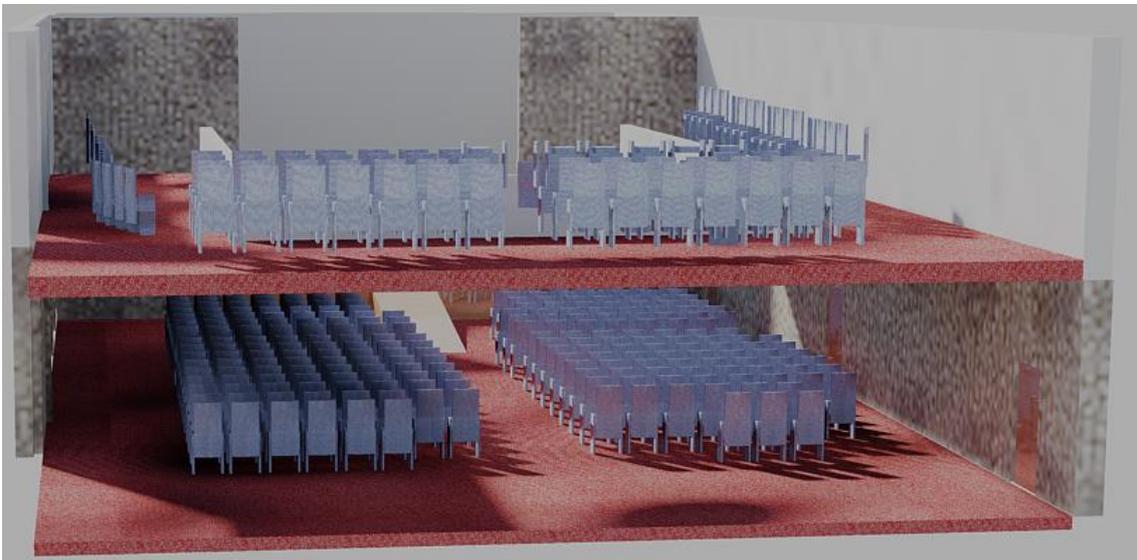


Ilustración 195. Vista Por Planta 3D Auditorio. Con Render.

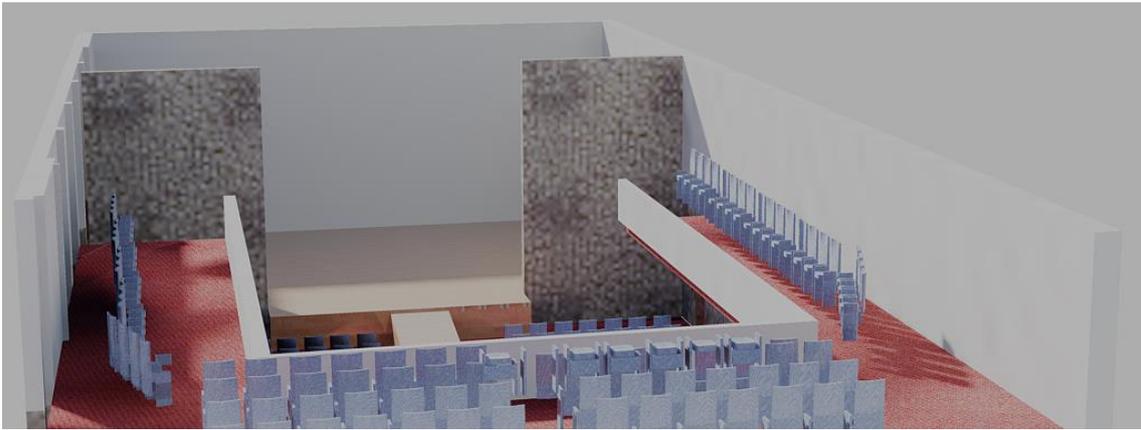


Ilustración 196. Vista humana desde atrás. Con Render.

SALA DE EXPOSICIÓN:

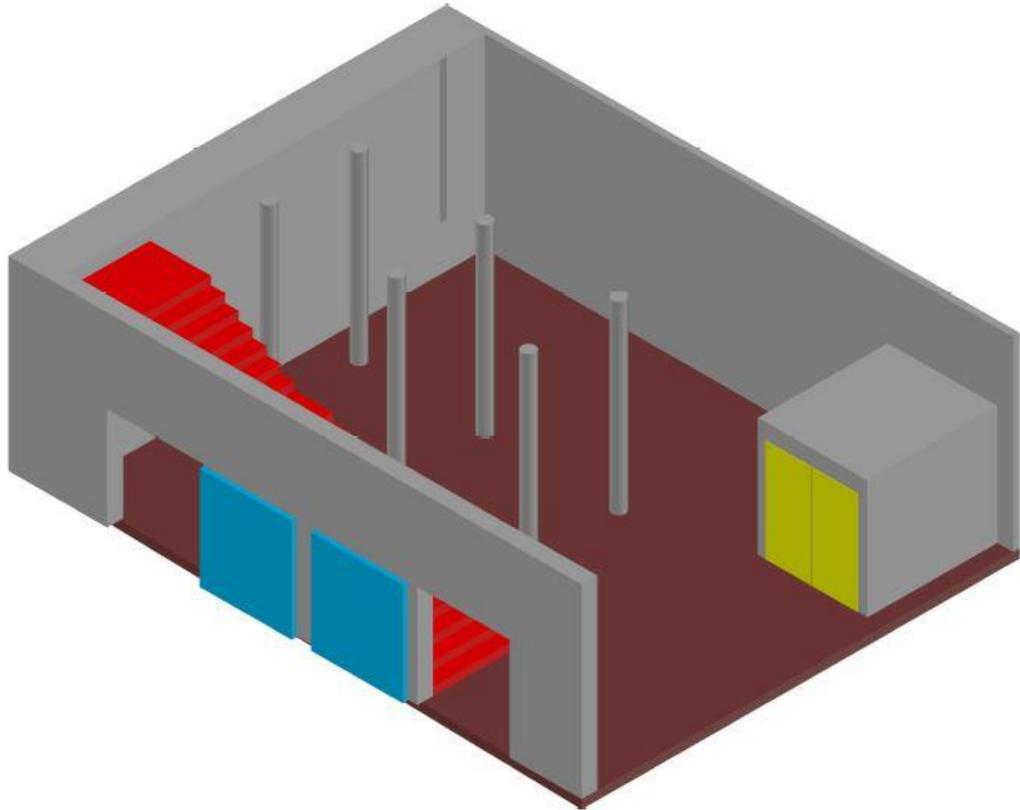


Ilustración 197. Vista General 3D. Orientación Sureste.

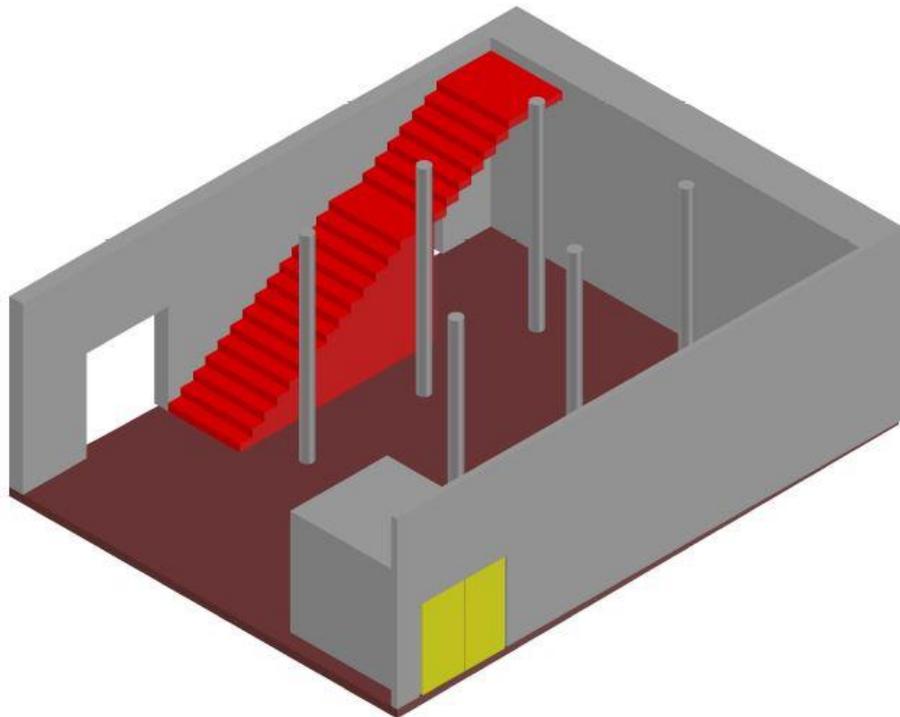


Ilustración 198. Vista General 3D. Orientación Noreste.

12. Conclusión

La temática de este proyecto, el acondicionamiento acústico de recintos, ha cobrado mucha importancia actualmente. Tiempos atrás, los constructores y arquitectos diseñaban sus hogares mediante cerramientos de gran espesor, para lograr así un aislamiento tanto térmico como acústico, pero sin duda, en nuestras épocas, el concepto de espesor ha cambiado, ya que se intenta conseguir la misma finalidad pero con materiales más eficaces y que ocupen un reducido espesor para evitar pérdidas de superficie.

Como ya se ha dicho, es importante el aislamiento y acondicionamiento acústico en la edificación, ya que actualmente viene sumido en un marco normativo realmente amplio donde se plasman las directrices para realizar elementos constructivos que satisfagan las necesidades de habitabilidad que el ruido cotidiano nos impide.

En nuestro caso se ha intentado resolver el problema principal de este edificio, ya que no fue construido para el uso que actualmente lo acontece, sufre problemas de elevado tiempo de reverberación y otros defectos acústicos importantes como el aislamiento y las puertas de emergencia que se encuentran en dicha sala.

Esta área ha sido muy interesante, ya que se han visto muchos aspectos de la acústica que realmente desconocía y que anteriormente, no me había formado en este campo. Ha sido muy útil en cuanto a aprendizaje de uso de los instrumentos necesarios para la medición de parámetros acústicos, así como las normas UNE que rige la forma de utilizarlos. Me ha gustado realizar mis propias mediciones, ya que posteriormente mi trabajo se ha dedicado a trabajar sobre ellas.

Es necesario destacar la importancia de haber utilizado el software dedicado a la simulación acústica SIMAC. Con este programa podemos saber cómo responde la sala sobre los materiales y revestimientos que hemos colocado sin todavía realizarla y aunque he tenido algunos problemas para utilizarlo me ha parecido muy útil.

Las soluciones planteadas se han intentado que fueran lo más económicas posibles además de que fueran estéticas, pero pienso, que llevar a cabo una solución de las planteadas u otras diferentes a las mismas en estos momentos es muy difícil, debido a los tiempos en los que nos encontramos, aunque parece que poco a poco va fluyendo.

Para mí sería de gran satisfacción que el proyecto elaborado pudiera servir en un futuro para poder mejorar la Casa Cultural de Puerto de Sagunto, tal y como se me propuso desde el Excelentísimo Ayuntamiento de Sagunto, ya sea llevando a cabo una de las propuestas de mejora planteadas o partir del estudio realizado para plantear otra solución y así poder dotar de una calidad y unas prestaciones más idóneas a mi pueblo.

También cabe decir, que después de elaborar el presente trabajo de fin de grado he llegado a la conclusión de la importancia de la acústica y el aislamiento en el diseño de espacios arquitectónicos, desde una simple cafetería hasta una compleja sala de música, sin dejar de mencionar muchos de los valores inculcados en la carrera durante estos años ya que, sin lugar a duda, los he aprovechado: Física, dibujo, proyectos y presupuestos entre muchos otros.

Por último y por ello no menos importante, una vez concluido todo el trabajo he de decir que con la realización de esta área he comprobado que dentro de este campo también existe una salida profesional, la cual no contemplaba hasta ahora.

13. Bibliografía

La bibliografía consultada ha sido la siguiente:

- Apuntes de la Área de Intensificación “Acústica Arquitectónica” 2015.
- CTE-DB-HR 2.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo.
- CTE-DB-HR Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D2m, nT, Atr, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, Ld.
- CTE-DB-HR 2.2 Valores límite de tiempo de reverberación.
- CTE-DB-HR 3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos.
- CTE-DB-SI-Incendios – Tabla 1.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios.
- CTE-DB-SU1- 4. Escaleras y rampas
- INSHT- Evaluación de las condiciones de evacuación en centros de trabajo
- CTE- Catálogo de elementos constructivos
- CTE-DB-SUA.
- DC-09.
- Memorias Históricas del Puerto de Sagunto – A. Lute.

Páginas web:

Ayuntamiento de Sagunto

www.aytosagunto.es

Acústica Integral Valencia

www.acusticaintegral.com

Aislamientos Acústicos Rockwool

www.rockwool.es

Código Técnico de la Edificación.

www.codigotecnico.org

Generador de precios CYPE.

www.generadordeprecios.info

Instituto Valenciano en la Edificación

www.five.es

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo

www.insht.es

Luminarias especiales.

www.trilux.com

Página del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España

www.arquitectura-tecnica.com

Placas de yeso laminado Knauf

www.knauf.es

Portal de la Dirección General del Catastro

www.catastro.meh.es

Universitat Politècnica de Valencia

www.upv.es

Universidad Para Mayores. UJI

<http://mayores.uji.es/>

14. Anexos

14.1 Tablas Excel y Fichas Técnicas

Tabla en software Microsoft Office Excel para la comprobación virtual de las salas aplicando los materiales definitivos.

SALA EXPOSICIÓN								
VOLUMEN	556,616	m3	30 personas	18,55 m3/espectador				
SUPERFICIES	m2	Nº	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Público de pie	22,5	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo	110,025	2	1,10	1,10	1,10	2,20	2,20	1,10
Frontal (Pared Auditorio)	46,2825	4	9,26	5,55	4,17	1,39	1,39	0,93
Lateral Vivienda	39,13935	5	7,83	4,70	3,52	1,17	1,17	0,78
Lateral calle	40,7754	6	8,16	4,89	3,67	1,22	1,22	0,82
Absorbente acústico en paredes	99,1165	7	18,83	42,62	76,32	81,28	93,17	82,27
Fondo(Donde los 2 huecos)	36,354	8	7,27	4,36	3,27	1,09	1,09	0,73
Techo	110,025	9	1,10	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50
Puerta Entrada	4,33	10	0,65	0,43	0,26	0,35	0,43	0,22
Puerta Cristal	9,84	11	2,95	1,97	0,98	0,69	0,49	0,20
Puerta Emergencia	3,61	12	0,65	0,43	0,26	0,35	0,43	0,22
TOTAL	522,00	A=	57,79	67,16	95,75	93,03	106,01	92,75
	SABINE		1,56	1,34	0,94	0,97	0,85	0,97
	EYRING		1,47	1,25	0,85	0,88	0,76	0,88
A= Supx alfa(coef. Absorción) coeficiente de absorción= A/S			0,11	0,13	0,18	0,18	0,20	0,18
	Trmind		0,96	0,89 con público --> Debe ser < 1				
	BR (Calidez)		1,52	No Nos importa esta valor ya que la sala esta destinada al uso de la palabra.				
	Br(brillo)		0,95	0,87 > X > 1 cumple, y no nos pasamos mucho ya que si nos pasamos mucho pu				

	ALFA (Coef. Absorción)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Público de pie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Terrazo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Fibra de vidrio 22 kg/m2 50 mm	0,19	0,43	0,77	0,82	0,94	0,83
Placa de Yeso 10 mm + Aisl. Lana de vidrio 50 mm	0,2	0,12	0,09	0,03	0,03	0,02
Enlucido	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Puerta de Entrada	0,15	0,1	0,06	0,08	0,1	0,05
Puerta de cristal de 4mm	0,3	0,2	0,1	0,07	0,05	0,02
Puerta de Emergencia	0,15	0,1	0,06	0,08	0,1	0,05
	1,15	1,02	1,2	1,04	1,18	0,97

Ilustración 199. Tablas en Excel Simulación Sabine.

Catálogos:

Aislamiento Vertical.

PANEL 403



PRODUCTO

Panel rígido de lana de roca no revestido.

APLICACIONES

Aislamiento térmico y acústico para separaciones verticales.



Dadas sus dimensiones y densidad es el material idóneo para aislamiento acústico en separaciones de doble hoja de ladrillo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Característica	Valor	Norma
Densidad nominal	90 kg/m ³	EN1602
Conductividad térmica	0.034 W/(m*K)	EN 12667
Resistencia térmica	Espesor en mm	R(m2K/W)
	30	0,85
	40	1,15
	50	1,45

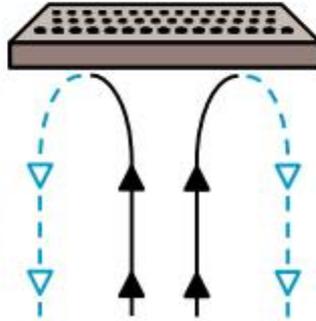
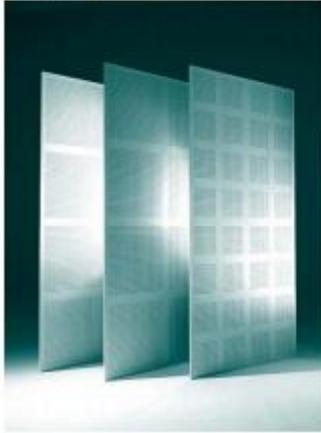
Panel de Yeso Laminado Acústico KNAUF.

Knauf Cleaneo

Conceptos básicos, Campo de uso, Material, Forma de trabajo, Acabados

K761 E

Edición 02/2006



Conceptos básicos

Debido a las grandes exigencias que existen en la nueva edificación, estas se convierten en unidades estancas. Ya no es posible obtener un cambio de aire de forma natural por las "juntas abiertas", que existían en el pasado. Esto significa que ya no existe la garantía cierta de poder mantener aire puro en una habitación, lo que acarrea un aumento en la concentración de las sustancias contaminantes volátiles. Especialmente críticas son las sustancias contaminantes volátiles orgánicas (VOC), que en muchas formas se encuentran en el aire, por ejemplo en las moquetas, muebles, detergentes, productos de limpieza y humo de cigarrillos, ya que estas sustancias producen aparte de malos olores, problemas de salud, en dependencia de la concentración (ej. alergias, dolores de cabeza). Knauf Cleaneo permite reducir el efecto causado y purificar el ambiente, haciéndolo soportable.

Knauf Cleaneo

Knauf Cleaneo es una placa acústica y de diseño, en base de yeso (Sulfato cálcico Dihidratado) y Zeolita. La Zeolita se encuentra en la naturaleza en forma de mineral de piedra, de procedencia volcánica.

La previsión de rebaja de sustancias contaminantes está firmemente asociado al grado de cobertura con Knauf Cleaneo (se recomienda: $\geq 0,3 \text{ m}^2$ por m^3 de local).

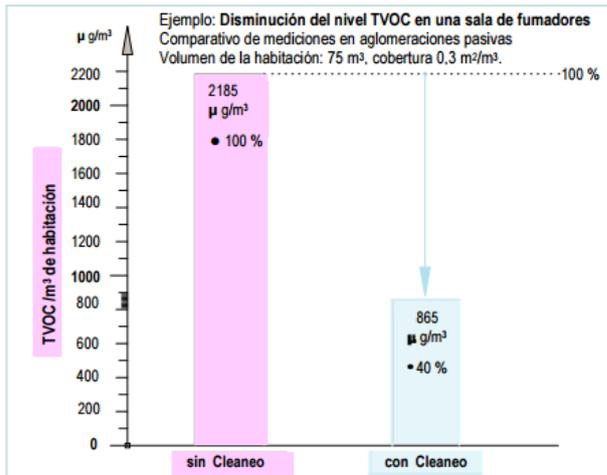
Ejemplo: Medidas de la habitación
 4 m (Ancho) x 5 m (Largo) x 2,5 m (Altura)
 = 50 m^3 de volumen x 0,3 m^2/m^3
 = 15 m^2 Cleaneo
 = 75% de la superficie del techo.

Campo de uso

Las placas Knauf Cleaneo son ideales en interiores para corregir el ambiente cargado de la habitación y reducir el nivel de emisiones contaminantes en el aire, entregando además una buena absorción acústica y elegante diseño, para la realización de techos absorbentes. Ensayos de laboratorio han demostrado que Knauf Cleaneo puede rebajar el nivel de contaminación en el aire, para el caso de ciertos olores y emisiones. Un ejemplo se produce al comparar entre dos habitaciones (ver gráfico).

Es ideal para zonas con:

- Humo de tabaco (Suma de componentes orgánicos volátiles TVOC-)
- Olores de moquetas y colchones (Dodeceno)



Información de producto LateraloR H1 BLGS 6000-840 ETDD 01 TOC: 6367251



Tipo de luminaria

Luminaria LED exclusiva de forma redonda con componente directo e indirecto.

Áreas de aplicación

Para una iluminación innovadora y representativa de las oficinas.

Tipos de montaje

Para un montaje suspendido como luminaria individual, La longitud de la suspensión por tija es 400-1750 mm.

Sistema óptico

Con Binary Light Guide System (BLGS). Sistema óptico compuesto por dos recubrimientos prismáticos finos, dispuestos uno encima del otro, para el desacoplamiento de la luz. Con una distribución directa e indirecta de las intensidades luminosas. Componente indirecto especialmente extensivo. El componente del flujo luminoso indirecto especialmente extensivo permite una calidad de la luz excelente, incluso en el caso de una distancia reducida hacia el techo.

Sistema LED

Sistema LED con desacoplamiento lateral de la luz hacia el Binary Light Guide System. Flujo luminoso de la luminaria 6000 lm, potencia conectada 54 W, Color de luz color blanco neutro, temperatura del color 4000 K, índice de reproducción cromática $R_a > 80$. Vida útil $L_{80}(t_q 25^\circ C) = 70.000$ h, vida útil $L_{85}(t_q 25^\circ C) = 50.000$ h.

Cuerpo de luminaria

Cuerpo de luminaria de aluminio colado a presión, lacado en polvo de color blanco.

Conexión eléctrica

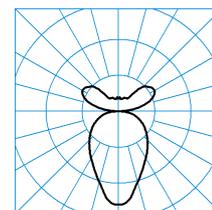
La alimentación eléctrica de la luminaria no requiere ningún cable de alimentación individual. La alimentación se realiza a través de las suspensiones por cable. El cable de suspensión ya está incluido en el volumen de suministro.

Especificación eléctrica

Con transformador digital electrónico regulable (DALI). El equipamiento eléctrico y los elementos de conexión han sido colocados fuera del cuerpo de luminaria en la unidad de conexión al techo.

Texto para llamado a licitación

Luminaria LED exclusiva de forma redonda con componente directo e indirecto. Para una iluminación innovadora y representativa de las oficinas. Para un montaje suspendido como luminaria individual, La longitud de la suspensión por tija es 400-1750 mm. Con Binary Light Guide System (BLGS). Sistema óptico compuesto por dos recubrimientos prismáticos finos, dispuestos uno encima del otro, para el desacoplamiento de la luz. Con una distribución directa e indirecta de las intensidades luminosas. Componente indirecto especialmente extensivo. Sistema LED con desacoplamiento lateral de la luz hacia el Binary Light Guide System. Flujo luminoso de la luminaria 6000 lm, potencia conectada 54 W, Color de luz color blanco neutro, temperatura del color 4000 K, índice de reproducción cromática $R_a > 80$. Vida útil $L_{80}(t_q 25^\circ C) = 70.000$ h, vida útil $L_{85}(t_q 25^\circ C) = 50.000$ h. Cuerpo de luminaria de aluminio colado a presión, lacado en polvo de color blanco. Clase de protección I, grado de protección IP20, resistencia al impacto IK02/0,2 J, termoresistencia 650 °C. La alimentación eléctrica de la luminaria no requiere ningún cable de alimentación individual. La alimentación se realiza a través de las suspensiones por cable. El cable de suspensión ya está incluido en el volumen de suministro. Con transformador digital electrónico regulable (DALI). El equipamiento eléctrico y los elementos de conexión han sido colocados fuera del cuerpo de luminaria en la unidad de conexión al techo.

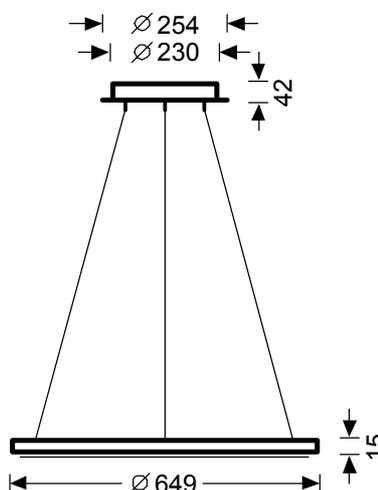


fichero TX041281
UGR I = 18.8
UGR q = 18.8

— c0-c180
— c90-c270



Color	de color blanco (...01)
Peso	7,6 kg
Clase de protección	I
Resistencia al calor	650 °C
Prueba de golpe	0,2 J
Grado de protección	IP 20
Cibse	BZ 5
η_{LB}	1,00



accesorios disponibles

TOC:	artículo
6367400	LateraloR C
6367600	LateraloR MP M73
6367500	LateraloR MP M84

Información de producto Sanesca W4-L20/R LED5300-830 ET 03 TOC: 6497740



Tipo de luminaria

Aplique mural LED con una distribución directa e indirecta de las intensidades luminosas. Con dos enchufes Schuko de 230 V, dos bulones para la compensación de potencial, Con dos bases Schuko 230 V, dos bulones para la compensación de potencial, sistema de llamada Hospicall P3 para el control de la luz de lectura y de la luz del quirófano, una caja de datos RJ45, dos tapas ciegas y un pulsador. El pulsador sirve para controlar la salida de la luz inferior y directa para la luz de examen y reconocimiento..

Áreas de aplicación

Para la iluminación en hospitales, centros de rehabilitación, sanatorios y residencias para la tercera edad. Para una iluminación sin deslumbramiento – por ejemplo, en la mesa – para leer, trabajar, descansar o comer.

Tipos de montaje

Para una fijación directa en la pared. El canal funcional puede abatirse 100°, para una conexión eléctrica sencilla sin tornillos visibles.

Sistema óptico

Con una distribución directa e indirecta de las intensidades luminosas. Con recubrimiento prismático traslúcido de PMMA. Un efecto armonioso de la luz gracias a la salida de luz totalmente uniforme.

Sistema LED

Con 3 sistemas LED. Flujo luminoso luz indirecta 4400 lm, Flujo luminoso de la luz de lectura directa 600 lm, Flujo luminoso de la luz de examen y reconocimiento directa 900 lm. Luz de reconocimiento y examen conmutable de forma individual.. Flujo luminoso de la luminaria 4900 lm, potencia conectada 51 W, rendimiento luminoso de la luminaria 104 lm/W. Color de luz color blanco cálido, temperatura del color 3000 K, índice de reproducción cromática Ra > 80. Vida útil L₈₀ (t₁ 25 °C) = 70.000 h, vida útil L₈₅ (t₁ 25 °C) = 50.000 h.

Cuerpo de luminaria

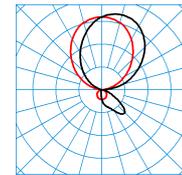
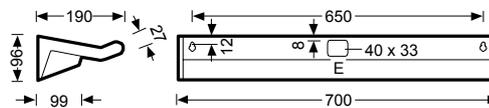
Cuerpo de luminaria de aluminio, recubrimiento superior de chapa de acero. De color gris plata.

Especificación eléctrica

Con transformador electrónico, conmutable. Relé K1 para la conmutación de la luz de lectura indirecta. Relé K2 para la conmutación de la luz indirecta del quirófano. Pulsador para la conmutación de la luz de examen y reconocimiento. El cableado se realiza en la obra. El mando de la cama no está incluido en el volumen de suministro.

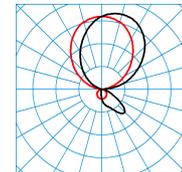
Texto para llamado a licitación

Aplique mural LED con una distribución directa e indirecta de las intensidades luminosas. Con dos enchufes Schuko de 230 V, dos bulones para la compensación de potencial, Con dos bases Schuko 230 V, dos bulones para la compensación de potencial, sistema de llamada Hospicall P3 para el control de la luz de lectura y de la luz del quirófano, una caja de datos RJ45, dos tapas ciegas y un pulsador. El pulsador sirve para controlar la salida de la luz inferior y directa para la luz de examen y reconocimiento.. Para una fijación directa en la pared. El canal funcional puede abatirse 100°, para una conexión eléctrica sencilla sin tornillos visibles. Con una distribución directa e indirecta de las intensidades luminosas. Con recubrimiento prismático traslúcido de PMMA. Con 3 sistemas LED. Flujo luminoso luz indirecta 4400 lm, Flujo luminoso de la luz de lectura directa 600 lm, Flujo luminoso de la luz de examen y reconocimiento directa 900 lm. Luz de reconocimiento y examen conmutable de forma individual.. Flujo luminoso de la luminaria 4900 lm, potencia conectada 51 W, rendimiento luminoso de la luminaria 104 lm/W. Color de luz color blanco cálido, temperatura del color 3000 K, índice de reproducción cromática Ra > 80. Vida útil L₈₀ (t₁ 25 °C) = 70.000 h, vida útil L₈₅ (t₁ 25 °C) = 50.000 h. Cuerpo de luminaria de aluminio, recubrimiento superior de chapa de acero. De color gris plata. Clase de protección I, grado de protección IP40, resistencia al impacto IK02/0,2 J, termoresistencia 650 °C. Con transformador electrónico, conmutable. Relé K1 para la conmutación de la luz de lectura indirecta. Relé K2 para la conmutación de la luz indirecta del quirófano. Pulsador para la conmutación de la luz de examen y reconocimiento. El cableado se realiza en la obra. El mando de la cama no está incluido en el volumen de suministro.



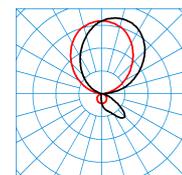
fichero TX052400
BZ 3/1.25/BZ 4
UGR I = 18.8
UGR q = 20.0
Eta LB 1,00

— c0-c180
— c90-c270



fichero TX052511
(A)
BZ 3/1.25/BZ 4
UGR I = 18.8
UGR q = 20.0
Eta LB 1,00

— c0-c180
— c90-c270



fichero TX052512
(B)
BZ 3/1.25/BZ 4
UGR I = 18.8
UGR q = 20.0
Eta LB 1,00

— c0-c180
— c90-c270



Color	gris plata (...03)
Peso	6,3 kg
Clase de protección	I
Resistencia al calor	650 °C
Prueba de golpe	0,2 J
Grado de protección	IP40
Cibse	BZ 3/1.25/BZ 4
Eta LB	1,00



DESCRIPCIÓN

La gama de puertas acústica **RS** diseñadas y fabricadas por **Acústica Integral**, responden a las exigencias del mercado. Son puertas homologadas de altas prestaciones, calidad, robustas y de gran rendimiento.

VENTAJAS

Puerta acústica con un alto aislamiento acústico de **46 dB** y excelente relación calidad/precio. Fabricación propia automatizada. Modelos estándar y medidas especiales. Amplia gama de accesorios.

APLICACIONES

Emisoras de radio, estudios de grabación y doblaje, postproducción, homecinema, platós de TV, locales de ensayo, escuelas de música, bares musicales, discotecas, pubs, oficinas, despachos, salas de reuniones, etc.

ACCESORIOS ESPECIALES (bajo pedido)

Visor, Cerradura vista, Antipánico.

DATOS TÉCNICOS

Descripción: Puerta acústica de 69 mm. de espesor, compuesta de marco y hoja metálicos en chapa pulida de 1,5 mm. de espesor, rellena de materiales fonoabsorbentes. Provista de doble burlete perimetral.

Cierre: De presión mediante leva interior.

Tratamiento superficial: Imprimación sintética. (preparada para pintar).

Transmitancia térmica: 1,93 W/m²K.

Certificado acústico: **APPLUS** N° 08/32311060 válido para la puerta sin accesorios.



DIMENSIONES ESTÁNDAR

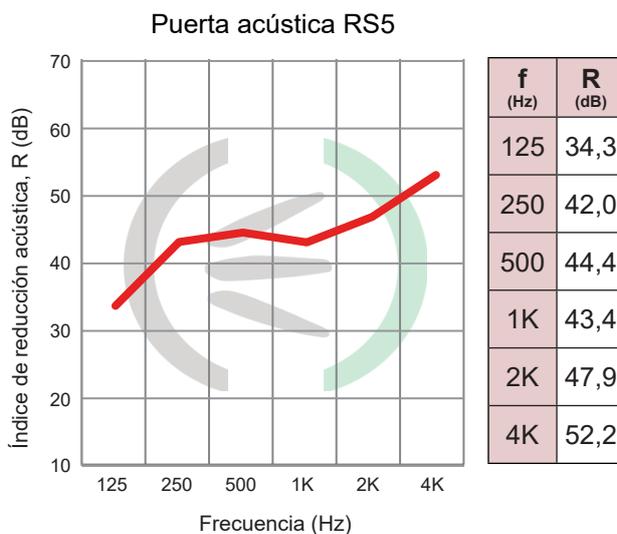
Una hoja (ancho x alto mm.)

Modelo	Dim. Interior	Dim. Exterior
RS5/01	800 x 2000	920 x 2120
RS5/02	900 x 2000	1020 x 2120
RS5/03	1000 x 2000	1120 x 2120

Dos hojas (ancho x alto mm.)

Modelo	Dim. Interior	Dim. Exterior
RS5/21	1400 x 2000	1520 x 2120
RS5/22	1600 x 2000	1720 x 2120
RS5/23	1800 x 2000	1920 x 2120
RS5/24	2000 x 2000	2120 x 2120

DETALLE MANIJA



	RS5
Índice global de reducción acústica, R_w (C;Ctr):	46 (0;-3) dB
Índice global de reducción acústica ponderado A, R_A :	45,6 dBA

INSTRUCCIONES DE MONTAJE

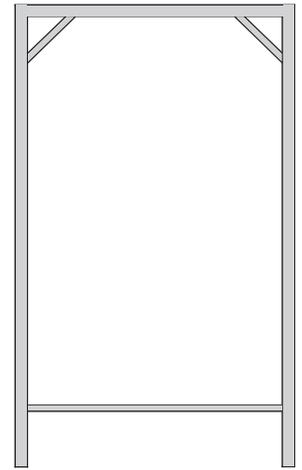
Sobre premarco metálico: Fijar firmemente el premarco metálico al tabique de obra o de cartón yeso. Aproximar la puerta acústica (marco y hoja) siempre cerrada, al hueco interior del premarco y calzar la puerta hasta nivelarla. Realizar una primera soldadura punteada entre puerta y premarco y comprobar la nivelación vertical y horizontal, no abrir hasta realizar soldadura definitiva. Realizar soldadura definitiva entre puerta y premarco, comprobar nuevamente la nivelación y abrir la puerta para verificar su correcto funcionamiento. Sellar las luces que queden entre premarco cerco y puerta con una espuma de poliuretano aislante o masilla acrílica si hay poco espacio. Dejar la puerta cerrada siempre que se pueda.

Forma de manejo:

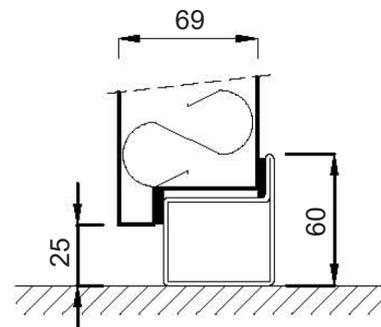
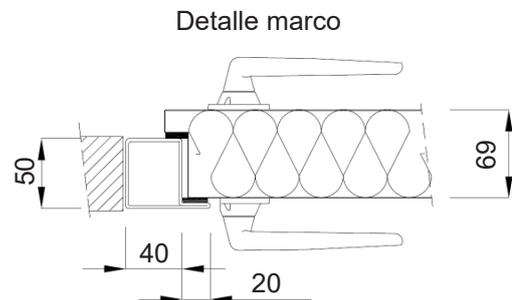
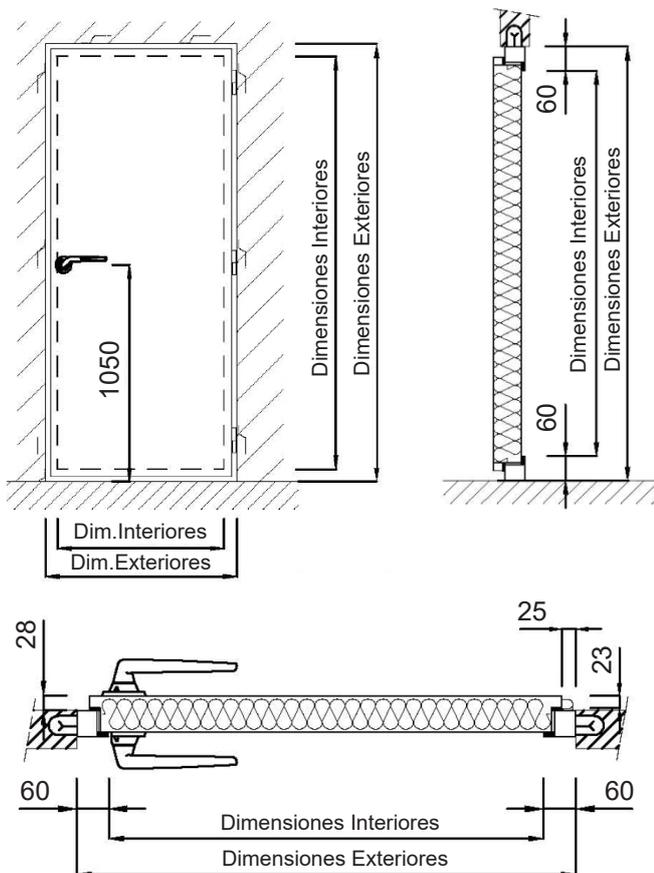
- Equipadas con cierre de leva: Para abrirla agarrar firmemente la manivela, girarla en el sentido de las agujas del reloj y empujar la hoja; para cerrarla agarrar firmemente la manivela, traer la hoja al cerco y solo en ese momento girar la manivela en sentido contrario de las agujas del reloj hasta final de recorrido.
- Equipadas con manivela de resbalón: Para abrirla agarrar la manivela, girarla en el sentido de las agujas del reloj y empujar la hoja; para cerrarla agarrar la manivela y traer la hoja al cerco.
- Equipadas con barra antipánico: Para abrirla empujar la barra hacia abajo y empujar la hoja; para cerrarla agarrar la barra o manija y traer la hoja al cerco.

Restricciones de uso: No golpear la puerta con cualquier elemento que la pueda deformar. Una vez abierta la hoja no colgarse de ella. Cerrar la hoja con suavidad sin dar portazos.

Mantenimiento preventivo: Recomendamos una revisión anual, para ello **Acústica Integral** dispone de un contrato tipo en el que revisaremos: Elementos móviles de las puertas (Bisagras, manivelas, y cerraduras): limpieza, engrase, regulación y comprobación del buen funcionamiento de todas las partes. Burletes o juntas intumescentes: sustitución de las partes dañadas o con mal funcionamiento. Verificación de holguras.



CROQUIS / PLANOS



Nota: Consultar ficha plano para más detalles.

Nota: Apertura máxima de las hojas: 160°





Puertas acústicas de grandes dimensiones.

PRESENTACIÓN

La gama de puertas acústica **RS3-XL** diseñadas y fabricadas por **Acústica Integral**, responden a las exigencias del mercado. Son puertas homologadas de altas prestaciones, calidad, robustas y de gran rendimiento.

VENTAJAS

Puertas acústicas industriales de gran formato con un alto aislamiento. Fabricación propia automatizada. Modelos estándar y medidas especiales. Amplia gama de accesorios.

APLICACIONES

Estudios de grabación y doblaje, platós de TV, locales de ensayo, naves industriales, hangares, astilleros, etc.

ACCESORIOS ESPECIALES (bajo pedido)

Visor, Cerradura vista, Antipánico, Puerta peatonal.



DATOS TÉCNICOS

Descripción: Puerta acústica de grandes dimensiones de 83 mm. de espesor, compuesta de marco perimetral completo y hojas metálicas en chapa pulida rellena de materiales fonoabsorbentes. Provista de doble burlete perimetral.

Cierre: De presión mediante leva interior si $h < 3.000$ mm. y cierre de cremón interior en las dos hojas si $h > 3.000$ mm.

Tratamiento superficial: Imprimación sintética.

Transmitancia térmica U_a : 1,89 W/m²K.

Accesorios: Puerta peatonal. Marco inferior desmontable para paso de camiones.

Certificado acústico: **APPLUS** Expte. nº 10/101219-485. Ensayo realizado con puerta RS3-XL de dos hojas.

GARANTÍA DE INSTALACIÓN Si las dos dimensiones (axh) es > 2000 mm. será necesario para su transporte que la puerta se entregue desmontada y con el marco cortado, por lo que, para una óptima instalación y funcionamiento acústico "**Con la Garantía de ACÚSTICA INTEGRAL**" es imprescindible la instalación por parte de nuestro personal especializado.



RS3-XL

Índice global de reducción acústica, R_w (C;Ctr): 49 (-2;-8) dB

Índice global de reducción acústica ponderado A, R_A : 48,0 dBA

DIMENSIONES ESTÁNDAR

Una hoja (ancho x alto mm.)

Modelo	Dim. Interior	Dim. Exterior
RS3-XL/01	1000 x 2500	1140 x 2640
RS3-XL/02	1000 x 2810	1140 x 2950

Dos hojas (ancho x alto mm.)

RS3-XL/03	2000 x 2500	2140 x 2640
RS3-XL/04	2000 x 2810	2140 x 2950
RS3-XL/05	2000 x 3500	2160 x 3660
RS3-XL/06	2500 x 2500	2640 x 2640
RS3-XL/07	2500 x 2810	2640 x 2950
RS3-XL/08	2500 x 3500	2660 x 3660
RS3-XL/09	2760 x 2500	2900 x 2640
RS3-XL/09.1	2660 x 2500	2800 x 2640
RS3-XL/10	2760 x 2930	2920 x 3090
RS3-XL/10.1	2760 x 2760	2900 x 2900
RS3-XL/10.2	2660 x 2810	2800 x 2950
RS3-XL/11	2760 x 3500	2920 x 3660
RS3-XL/12	2760 x 4000	2920 x 4160
RS3-XL/13	4000 x 2930	4160 x 3090
RS3-XL/14	4000 x 3500	4160 x 3660
RS3-XL/15	4000 x 4000	4160 x 4160
RS3-XL/16	4360 x 4360	4520 x 4520
RS3-XL/17	4360 x 4860	4520 x 5020
RS3-XL/18	4660 x 4860	4820 x 5020
RS3-XL/19	4860 x 4860	5020 x 5020



Puertas acústicas a medida.

PRESENTACIÓN

Acústica Integral, fabricante de las puertas acústicas **RS**, es capaz de adaptarse a las necesidades de sus clientes y todo tipo de instalaciones.

El departamento I+D realiza el diseño y fabricación de modelos especiales tanto en dimensiones como en la forma y acabados.

VENTAJAS

Máxima adaptabilidad. Resultados a nivel acústico y estético.

APLICACIONES

- Acabado hoja imitación madera.
- Puertas de dimensiones especiales.
- Adaptación a estructuras de obra existentes. Marco y hoja redondos, inclinados, etc.
- Puertas acústicas correderas acristaladas.
- Puertas con rejillas de ventilación en sus hojas.
- Puertas dobles con hojas desiguales.



14.2 Planos a Escala



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

VALTECNIC

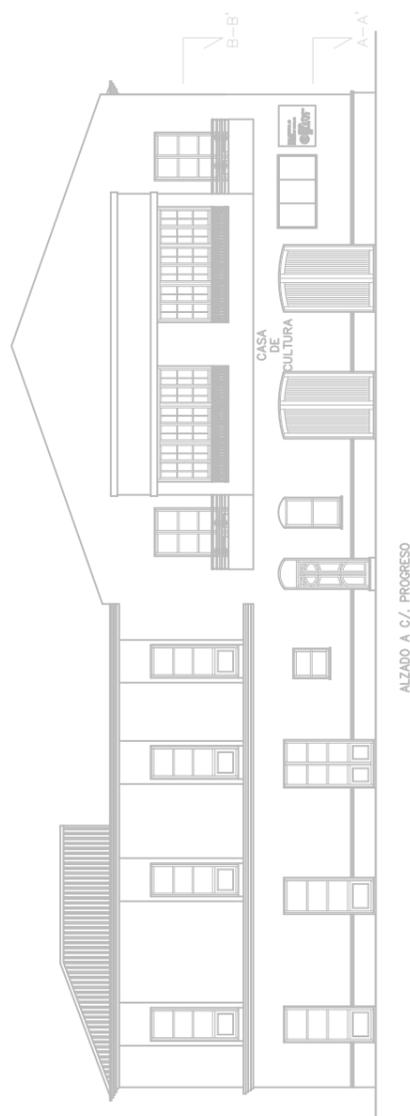
SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ALZADO A C/ PROGRESO

ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: ALZADO PRINCIPAL

ESCALA: 1/300



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

VALTECNIC

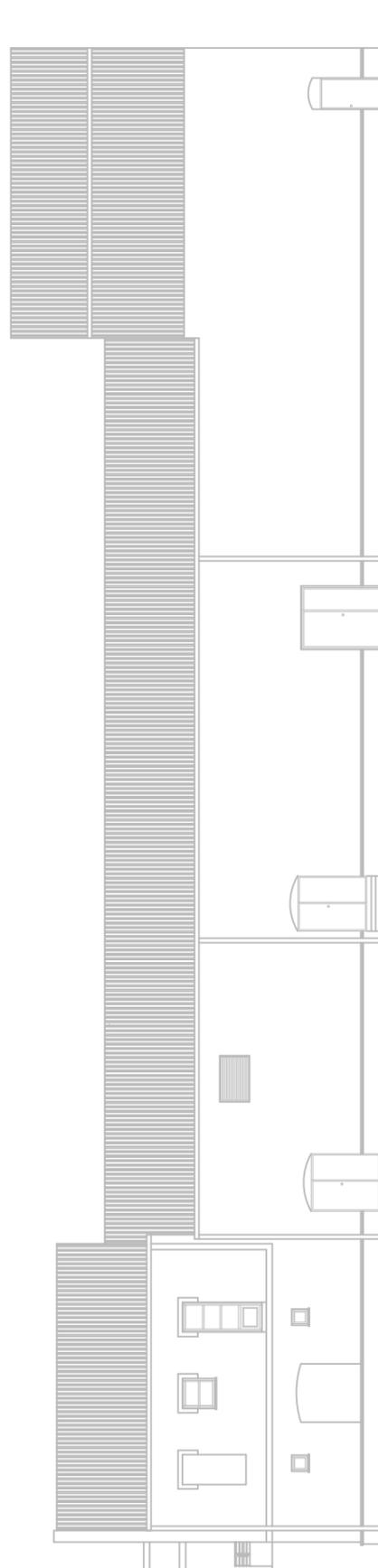
SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ALZADO A C/ POETA LLOMBAR

ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: ALZADO LATERAL DERECHO

ESCALA: 1/300



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

VALTECNIC

SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ALZADO A C/. DE LA LIBERTAD

ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: ALZADO LATERAL IZQUIERDO

ESCALA: 1/300



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

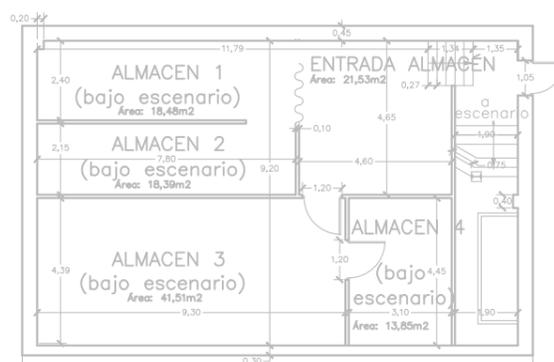
VALTECNIC

SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO 1.1.0010.05



Carrer Poeta Llopart

Carrer Libertad

Carrer Progreso

ESCALA GRÁFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: PLANTA SÓTANO

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 305.70 m²

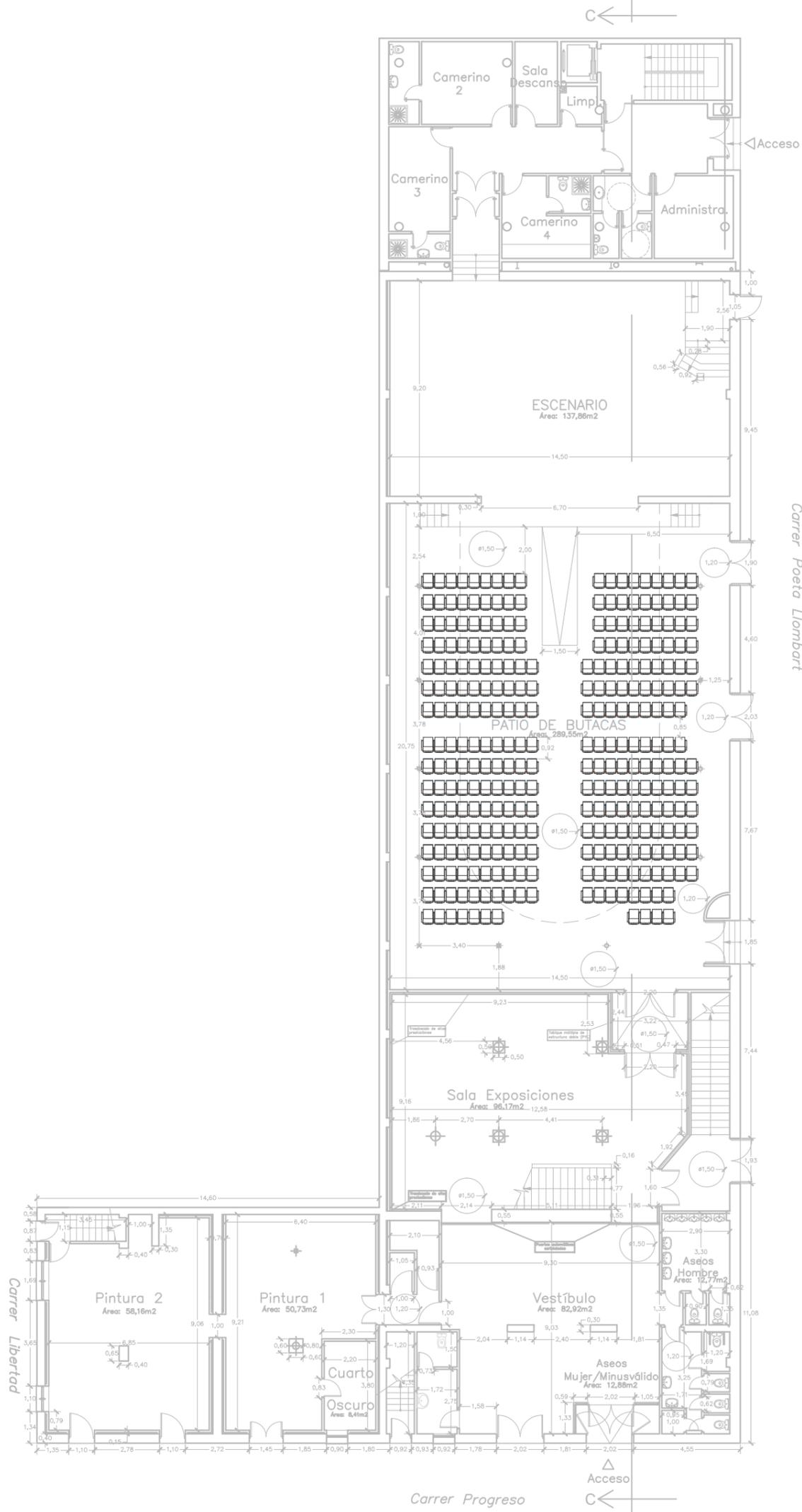
ESCALA: 1/300



EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: SECCIÓN A-A' (PLANTA BAJA)

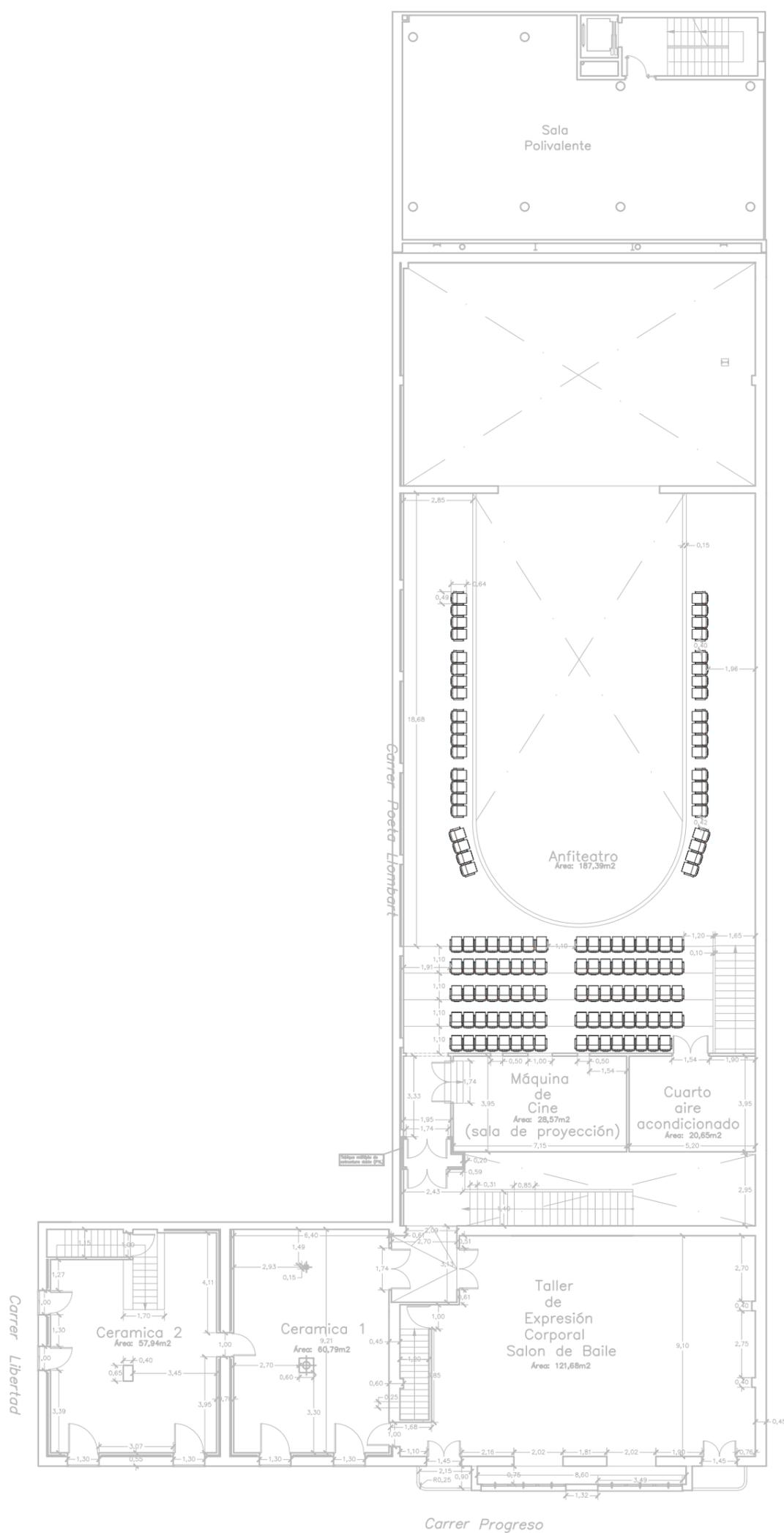
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 1.070,10 m²

ESCALA: 1/300



EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO 1.1.0010.05



ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: SECCIÓN B-B' (PLANTA PRIMERA)

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 781,65 m²

ESCALA: 1/300



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

VALTECNIC

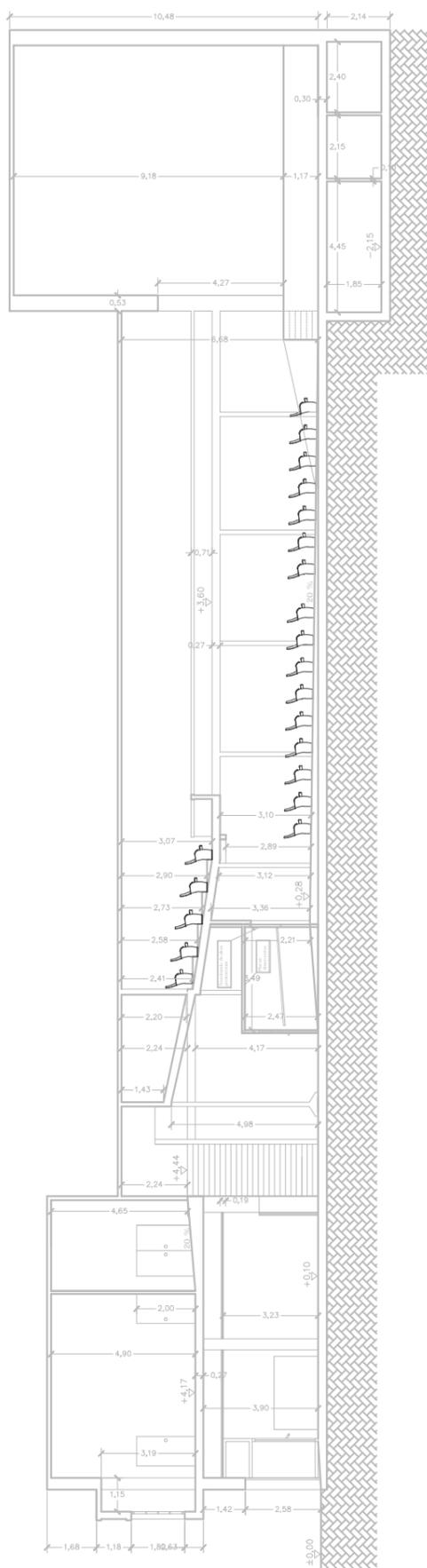
SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: SECCIÓN LONGITUDINAL C-C'

ESCALA: 1/300



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

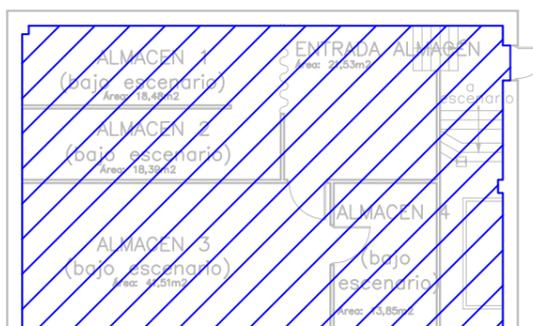
VALTECNIC

SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO 1.1.0010.05



Carrer Poeta Llombart

Carrer Libertad

Carrer Progreso

- RECINTO DE ACTIVIDAD
- ZONA PROTEGIDA
- ZONA HABITABLE
- ZONA NO HABITABLE
- ZONA COMÚN

ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: PLANTA SOTANO

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 305.70 m²

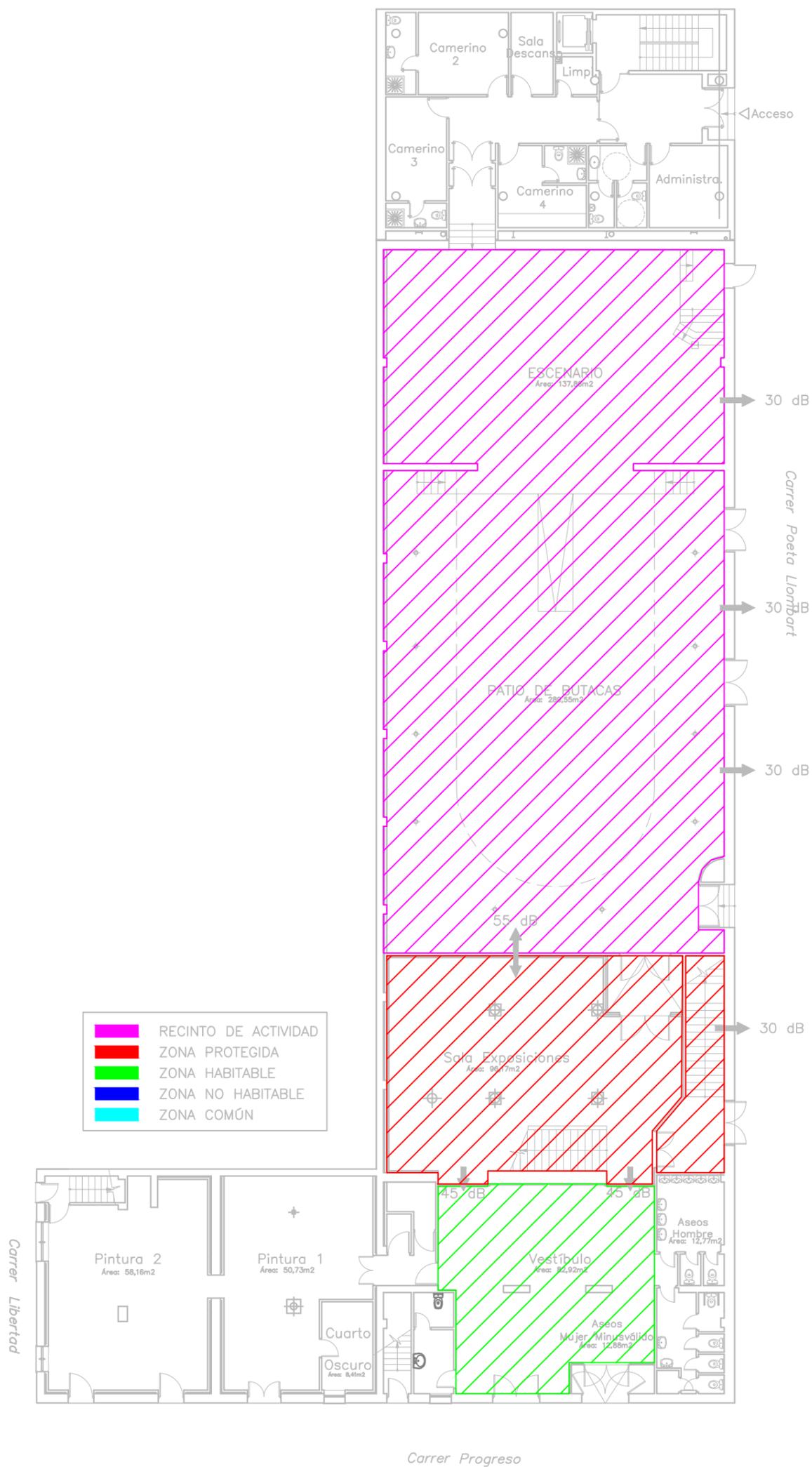
ESCALA: 1/300



EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



- RECINTO DE ACTIVIDAD
- ZONA PROTEGIDA
- ZONA HABITABLE
- ZONA NO HABITABLE
- ZONA COMÚN

ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: PLANTA BAJA

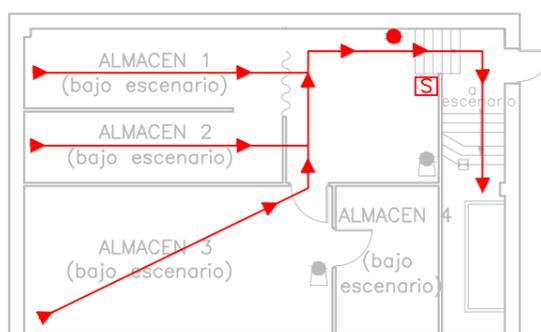
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 1.070,10 m²

ESCALA: 1/300



EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO 1.1.0010.05



Carrer Poeta Llopart

- USTED ESTÁ AQUÍ
- EXTINTOR DE INCENDIO
- BOCA DE INCENDIO EQUIPADA
- PULSADOR DE ALARMA
- RECORRIDO DE EVACUACIÓN
- SALIDA EMERGENCIA

Carrer Libertad

Carrer Progreso

ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: PLANTA SOTANO

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 305.70 m²

ESCALA: 1/300



EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAGUNTO

INVENTARIO GENERAL DE BIENES Y DERECHOS

VALTECNIC

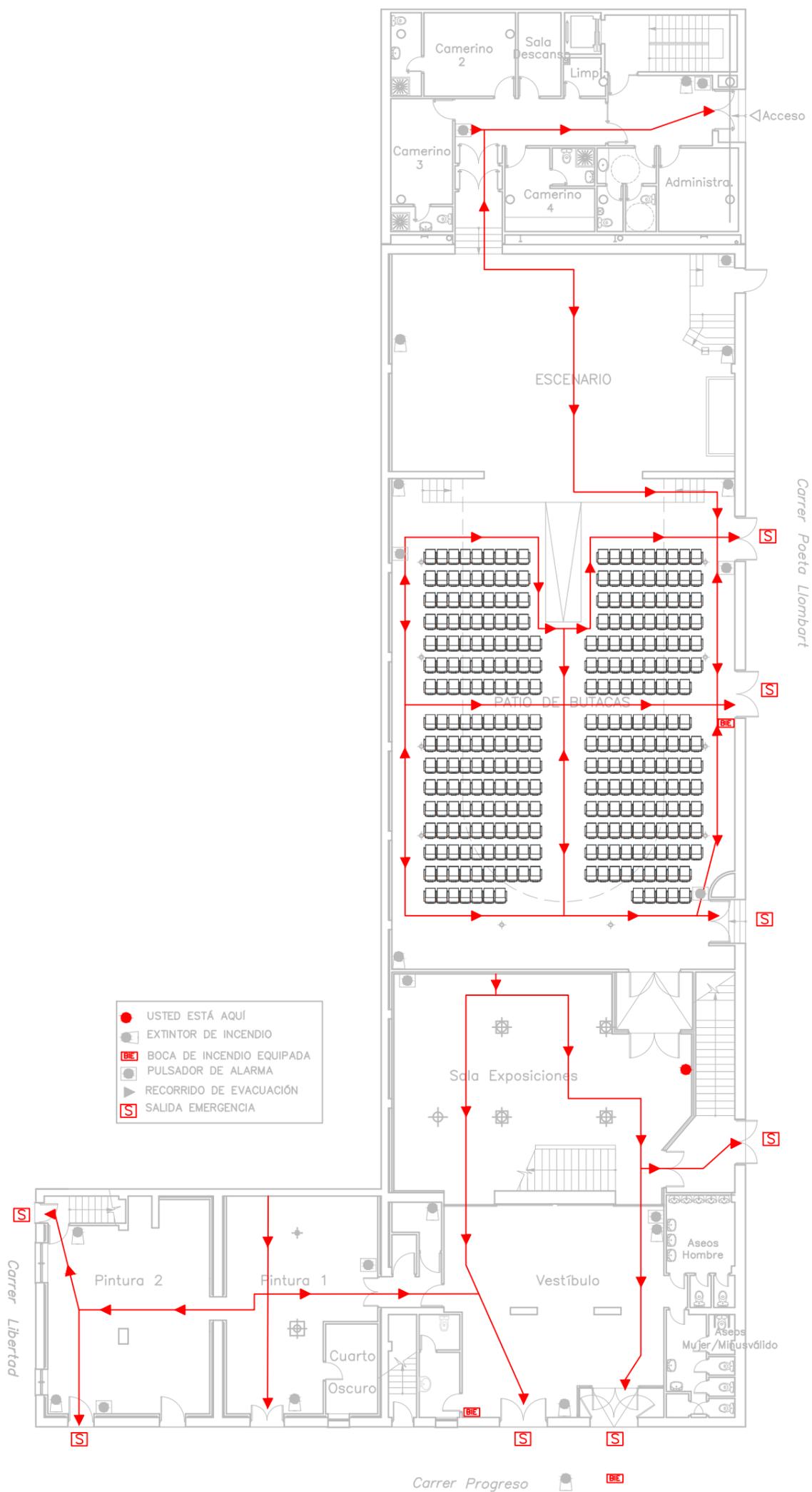
SOCIEDAD DE TASACION

FECHA ABRIL 2002

EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ESCALA GRAFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: PLANTA BAJA

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 1.070,10 m²

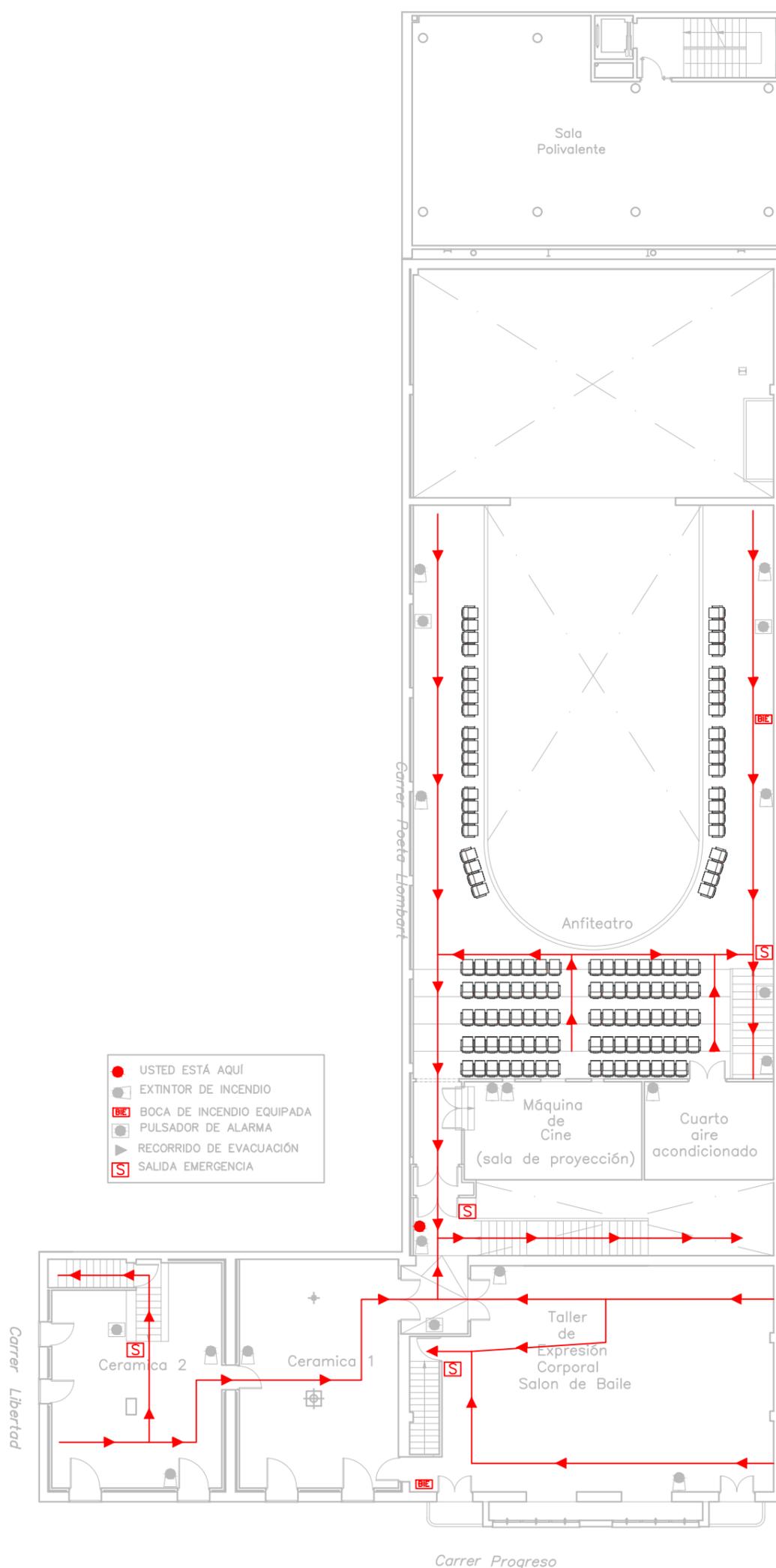
ESCALA: 1/300



EPIGRAFE 1º.- BIENES INMUEBLES EDIFICIOS

Nº INVENTARIO

1.1.0010.05



ESCALA GRÁFICA



CASA MUNICIPAL DE LA CULTURA

PLANO: PLANTA PRIMERA

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 781,65 m²

ESCALA: 1/300



ESCALA GRAFICA

