


INFORME ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE ESPACIO CULTURAL-TEATRO EN AGUILAR DE LA FRONTERA, CÓRDOBA.

Rafael Suárez Medina. Catedrático
Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
Universidad de Sevilla



febrero 2024

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA		
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w%3D%3D	Página	1/19





El presente estudio de acondicionamiento acústico se redacta por el arquitecto Rafael Suárez Medina, Catedrático de Universidad y miembro del grupo de investigación TEP-130: Arquitectura, Patrimonio y Sostenibilidad: Acústica, Iluminación, Óptica y Energía de la Universidad de Sevilla, a petición de la empresa Cemosá, a través de Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla (FIUS). La empresa Cemosá realiza la asistencia técnica a la Diputación de Córdoba para el asesoramiento y control de calidad en el proyecto de Espacio cultural-teatro en Aguilar de la Frontera que ha sido redactado por el arquitecto Francisco Javier Ponferrada Galán, del Servicio de Arquitectura y Urbanismo de la Diputación de Córdoba.

Conforme al ámbito de aplicación del DB HR - Protección frente al ruido, y teniendo en cuenta el uso de pública concurrencia del edificio, el presente estudio desarrolla el acondicionamiento acústico de:

- la sala destinada a teatro, que se considera como un recinto de actividad a efectos de aislamiento acústico.
- Las aulas, que tienen un volumen inferior a 350 m³, que se consideran como recintos protegidos a efectos de aislamiento acústico.
- Hall de entrada, para reducir el sonido reverberante.

1. Teatro

La sala, incluida la escena, presenta un volumen de 3844,69 m³, con una superficie efectiva de audiencia de 266.68 m² en la sala y 28.94 m² en el placo, y una superficie de escena de 124.75 m². La capacidad de la sala es de 367 plazas.


1.1. Objetivos acústicos.

El uso previsto de la sala es polivalente, tanto para la palabra como para la música. Esto supone que se proponga como objetivos acústicos una solución de compromiso en la sala, con un sonido reverberante que contribuye a aumentar la sonoridad (indicador del grado de amplificación del sonido en la sala) sin afectar a la inteligibilidad de la palabra.

Los principales parámetros acústicos básicos definidos en la norma ISO 3382-1:2009 y sus rangos recomendados para el tipo de sala son:

- Tiempo de reverberación medio R_{30mid} (500 Hz - 1 kHz), sala ocupada, entre 1.2 y 1.5 segundos
- Claridad de la voz C_{50} , sala ocupada, superior a 2 dB
- Definición D (de 125 Hz a 4 kHz), sala ocupada, superior a 50 %.
- Inteligibilidad (STI), sala ocupada, superior a 0.60
- Sonoridad media G_{mid} (500 Hz - 2 kHz), sala ocupada, entre 4 y 8 dB

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA		
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D	Página	2/19





1.2. Caracterización de la sala

La relación entre el volumen de la sala y el número de asientos es de 5.81, dentro del rango deseado de 4-6 y cuenta con unas adecuadas visuales, lo que garantiza la llegada de sonido directo.

La generación de primeras reflexiones permite garantizar la inteligibilidad de la palabra y una sonoridad óptima. La inclinación del falso techo de la sala genera primeras reflexiones en la zona de público. Del mismo modo se generan primeras reflexiones sobre los puntos de fondo de la sala, donde el sonido directo es más débil.

La sala se reviste de madera lisa, que actúa como una membrana, tanto en paredes como techo, facilitando la absorción de bajas frecuencias y garantizando primeras reflexiones en la sala. La necesaria absorción sonora se concentra en las butacas y en las paredes de fondo de la sala junto con el volumen lateral donde se dispone el sistema de climatización de la sala, donde se disponen paneles acústicos microperforados de madera que actúan como resonadores múltiples de cavidad (tabla 1).

Para independizar la reverberación de la sala respecto de la de la escena se dispone material absorbente en el techo de la escena, junto con la absorción de los materiales textiles de la tramoya.

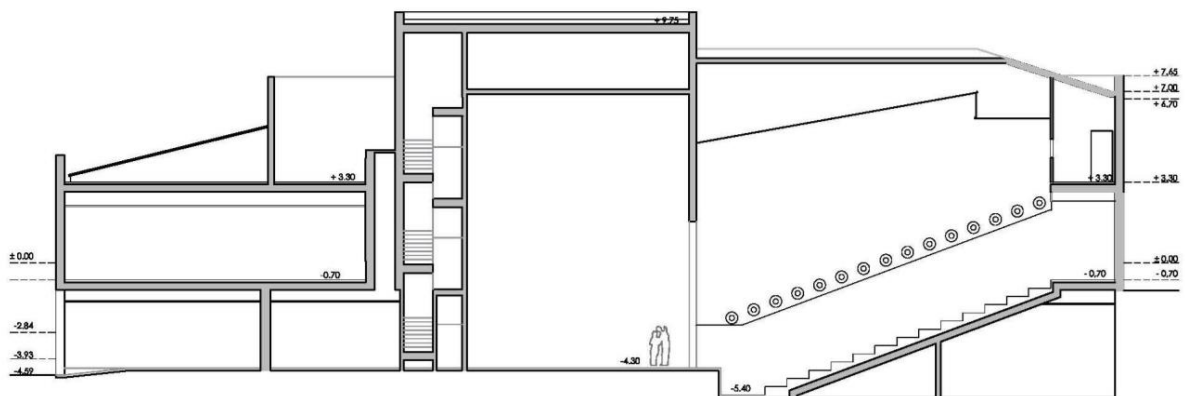


Figura 1. Sección longitudinal

	125	250	500	1000	2000	4000
butacas vacías	0,35	0,45	0,57	0,61	0,59	0,55
Panel madera microperforada	0.48	0.75	0.7	0.5	0.42	0.35
Lana de roca techo escena	0.23	0.59	0.86	0.86	0.86	0.86

Tabla 1. Coeficientes absorción elementos absorbentes

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	3/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w%3D%3D		





1.3. Simulación acústica.

Para realizar la simulación acústica se genera un modelo acústico de la sala en el que se han dispuesto los receptores, a una altura de 1.2 m del suelo, y la fuente de emisión sonora, a una altura de 1.5 m, convenientemente distribuidos:

- 3 puntos de recepción en la sala y 2 puntos de recepción en el palco.
- 1 punto de recepción en la escena.
- Una fuente sonora omnidireccional en la embocadura de la escena.

A cada superficie del espacio se le ha signado un material con su correspondiente coeficiente de absorción y dispersión, considerando además la absorción de energía sonora a través del aire.

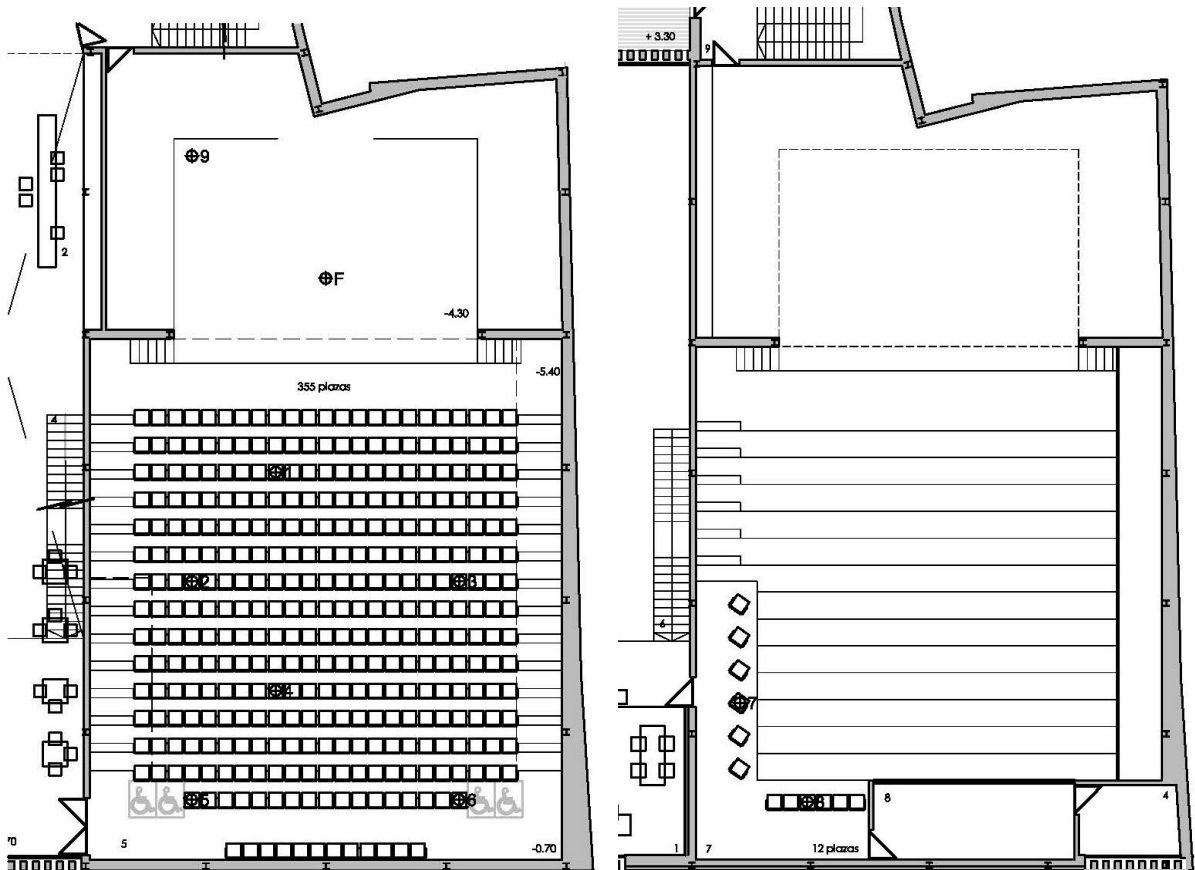



Figura 2. Situación receptores y emisión sonora.

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	4/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D		





El estudio acústico de la sala polivalente se realiza con el programa de simulación CATT-Acoustic v9.1b (build 1.01) / TUCT v2.0b:1.02, en dos configuraciones:

- Sala vacía.
- Sala ocupada.

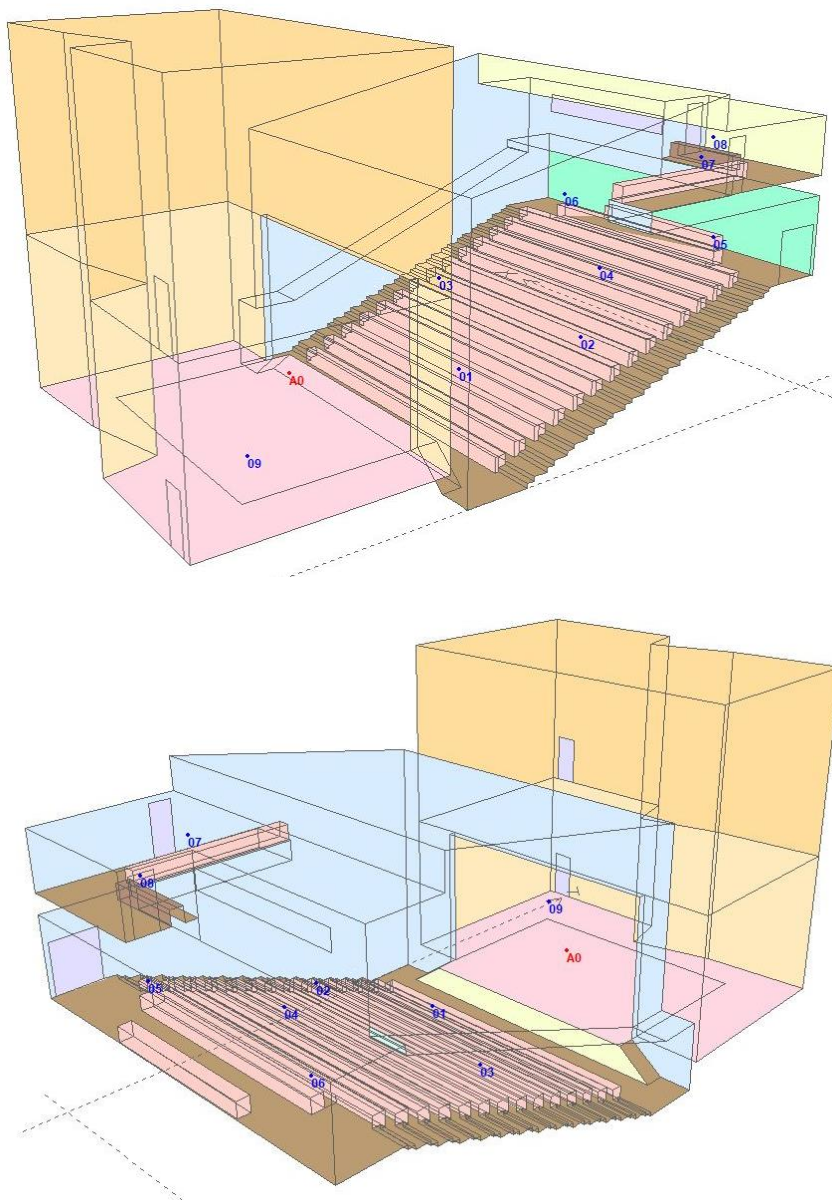


Figura 3. Modelo simulación CATT-Acoustic.

Se adjunta los resultados obtenidos de la simulación acústica para los principales parámetros evaluados.

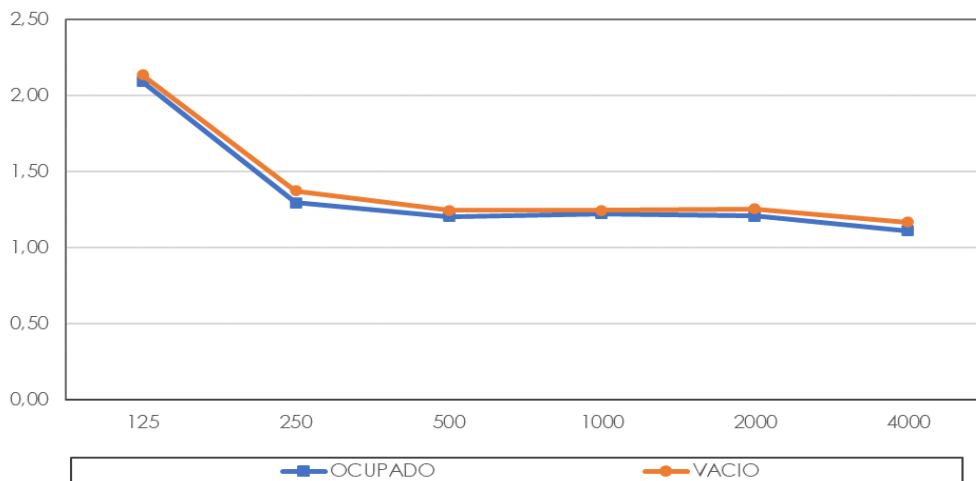
Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	5/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D		





- Tiempo de reverberación T_{30}

Se representan los valores medios de la reverberación (T_{30}) para cada una de las bandas de octava entre 125 y 4000 Hz, tanto para la hipótesis de sala vacía como de sala ocupada.



T 30 vacío	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	2,18	1,3	1,12	1,17	1,29	1,18	2,01	1,35	s
2	2,23	1,51	1,38	1,33	1,3	1,21	2	1,32	s
3	2,09	1,4	1,36	1,31	1,3	1,22	1,89	1,3	s
4	2,11	1,41	1,33	1,38	1,29	1,15	1,88	1,34	s
5	2,12	1,34	1,21	1,19	1,24	1,16	1,86	1,27	s
6	2,07	1,49	1,18	1,26	1,21	1,17	1,94	1,4	s
7	2,12	1,23	1,21	1,22	1,21	1,14	1,91	1,27	s
8	2,05	1,27	1,11	1,11	1,19	1,14	1,84	1,22	s
9	2,25	1,4	1,3	1,25	1,26	1,13	2,11	1,45	s

T 30 ocupado	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	2,13	1,17	1,09	1,07	1,22	1,11	2,01	1,31	s
2	2,1	1,4	1,33	1,39	1,29	1,18	1,92	1,32	s
3	2,12	1,39	1,39	1,36	1,27	1,17	1,93	1,26	s
4	2,06	1,42	1,4	1,34	1,29	1,09	1,85	1,35	s
5	2,03	1,32	1,18	1,32	1,3	1,19	1,82	1,26	s
6	2,1	1,3	1,09	1,21	1,25	1,11	1,92	1,45	s
7	2,1	1,17	1,01	1,1	1,08	1,05	1,95	1,18	s
8	2,04	1,21	1,13	1,04	1,06	1,09	1,89	1,19	s
9	2,16	1,29	1,22	1,17	1,12	1,01	2,04	1,37	s

Figura 4. Curva tonal y valores del Tiempo de reverberación (T_{30}): sala vacía y ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA		
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D	Página	6/19



El valor medio de la reverberación de la sala ocupada es de 1.2 segundos, valor que se considera correcto como valor superior para el uso de la palabra y como valor inferior para el uso musical.

Se observa que la variación de reverberación en la sala es apenas perceptible en la configuración de vacía y ocupada, por lo que el diferente grado de ocupación de la sala no afectará a la percepción acústica.

En la figura 5 se representa la distribución de los valores del tiempo de reverberación para la frecuencia de 1000 Hz y sala ocupada, comprobándose que es relativamente homogénea en los diferentes puntos de la sala.

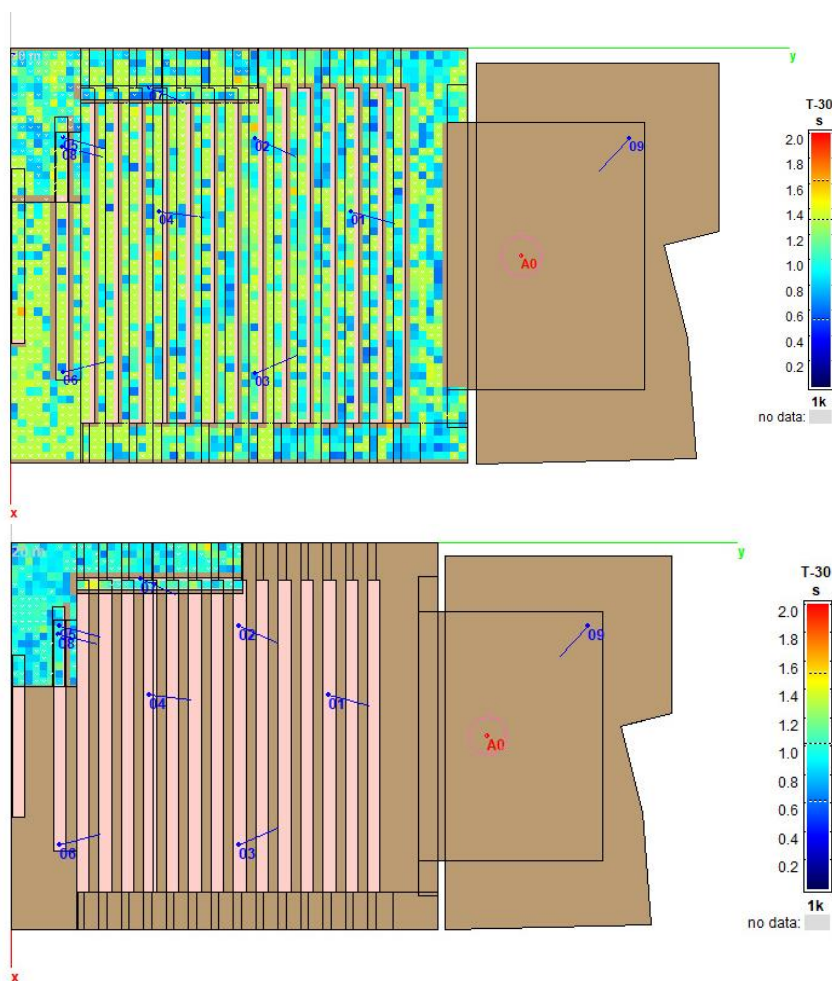


Figura 5. Mapeado Tiempo reverberación sala ocupada (1000 Hz)

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA		
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D	Página	7/19



- Early Decay Time (EDT)

El parámetro EDT se relaciona con la reverberación percibida, con unos valores sensiblemente inferiores a los obtenidos del tiempo reverberación, por lo que la impresión subjetiva será de una sala más apagada de lo que se deduce del valor de dicho tiempo de reverberación.

EDT	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	1,63	1,03	0,91	0,97	1	1	1,29	1	s
2	1,66	0,82	0,76	0,82	0,83	0,82	1,35	1,02	s
3	1,85	1,04	0,99	1,02	1,1	1,03	1,39	1,08	s
4	1,7	0,88	0,8	0,85	0,87	0,86	1,36	1,11	s
5	1,7	0,85	0,75	0,9	0,95	0,86	1,39	1,17	s
6	1,52	0,87	0,77	0,87	0,88	0,84	1,24	1,01	s
7	1,72	1,01	0,85	1	1,12	0,97	1,34	1,13	s
8	1,73	0,9	0,84	0,81	0,86	0,81	1,31	1,05	s
9	1,79	1,14	0,99	0,99	1,02	0,96	1,44	1	s

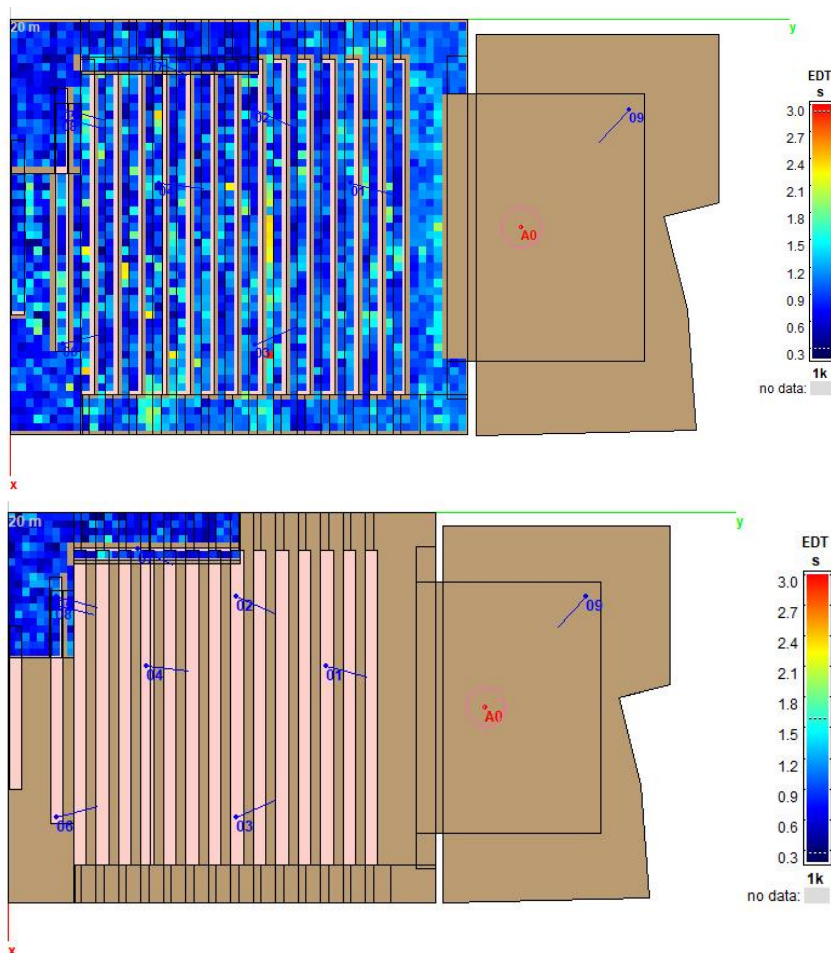


Figura 6. Valores de EDT y mapeado de EDT (1000 Hz) sala ocupada



- Claridad de la voz (C_{50})

El parámetro C_{50} es sensiblemente inferior al valor de referencia en algunos puntos de la sala, siendo claramente superior en la zona de palco que en la sala.

C50	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	-1,48	1,09	1,6	1,35	1,43	1,99	1,34	1,89	dB
2	-1,67	1,5	1,52	1,39	1,52	1,73	1,18	1,72	dB
3	-1,98	1,64	1,56	1,37	1,4	1,71	1,18	1,73	dB
4	-0,91	1,15	1,57	1,55	1,48	1,76	1,25	1,75	dB
5	-0,41	2,3	2,53	1,93	1,8	2,14	1,79	2,16	dB
6	-0,62	1,56	1,8	1,27	1,08	1,42	1,22	1,47	dB
7	-0,03	3,03	4,03	2,96	2,91	3,24	2,66	3,23	dB
8	0,55	4,26	2,83	4,13	3,32	3,63	3,25	3,72	dB
9	-2,16	-1,63	3,52	2,88	2,73	3,76	1,67	3,3	dB

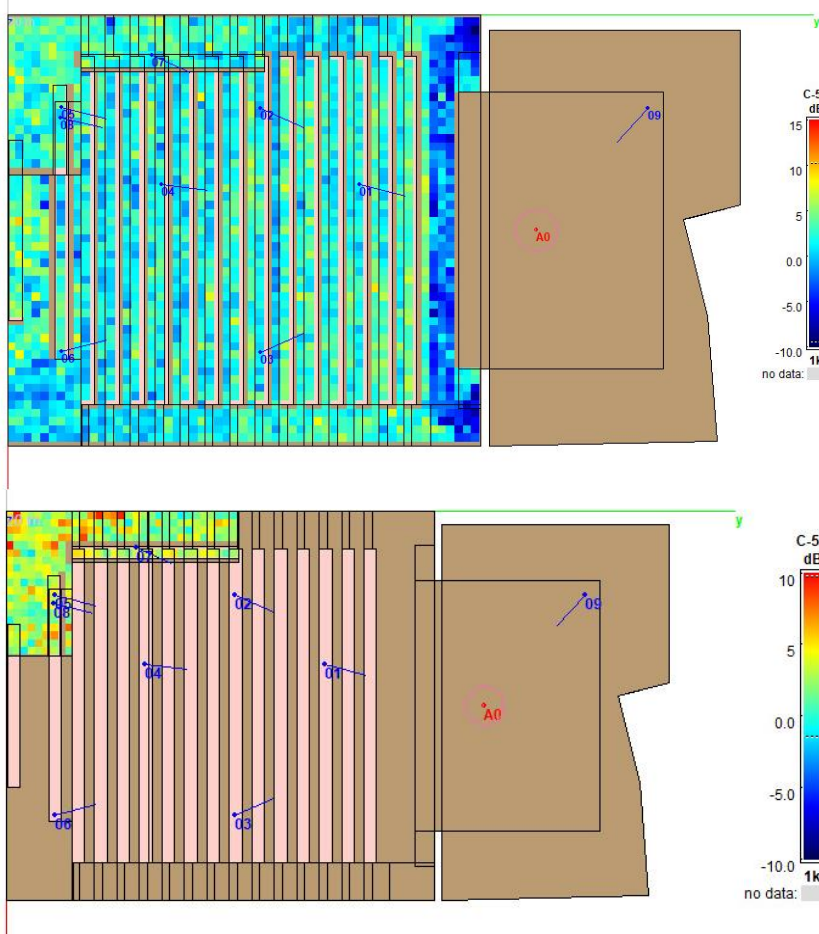


Figura 7. Valores de C_{50} y mapeado de C_{50} (1000 Hz) sala ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	9/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D		



▪ Definición (D)

Los valores de definición son superiores al valor mínimo recomendado del 50 % en la mayoría de los puntos de la zona de público.

D	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	41,57	56,26	59,13	57,69	58,17	61,25	57,68	60,72	%
2	40,48	58,57	58,64	57,93	58,67	59,82	56,73	59,77	%
3	38,8	59,31	58,87	57,8	57,98	59,72	56,77	59,83	%
4	44,77	56,56	58,93	58,85	58,46	60,02	57,15	59,92	%
5	47,65	62,96	64,16	60,92	60,2	62,1	60,17	62,21	%
6	46,45	58,86	60,22	57,27	56,19	58,13	56,97	58,4	%
7	49,84	66,77	71,67	66,41	66,13	67,85	64,85	67,8	%
8	53,17	72,73	65,76	72,13	68,24	69,77	67,9	70,2	%
9	37,81	40,73	69,22	65,99	65,19	70,4	59,49	68,14	%

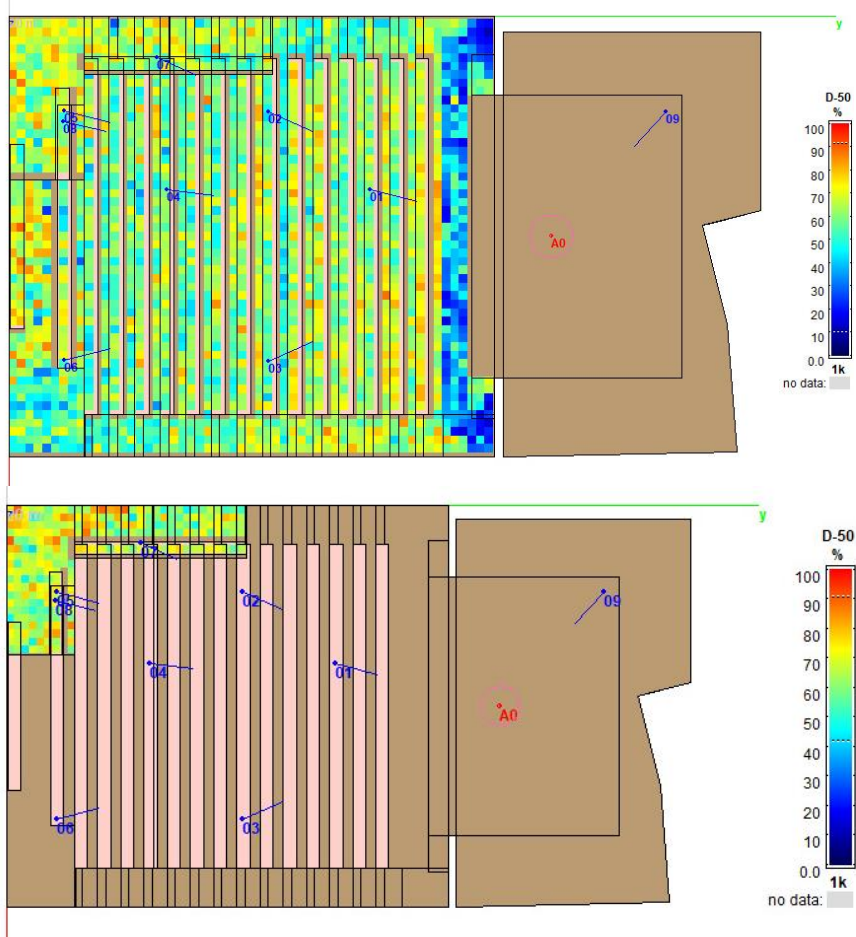


Figura 8. Valores de D y mapeado de D (1000 Hz) sala ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	10/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D		





- Inteligibilidad de la palabra (STI)

La inteligibilidad de la palabra en la sala es buena, siendo excelente en las primeras filas de butacas, debido a la mayor influencia del sonido directo, y en los puntos traseros de sala y palco, debido a las reflexiones de fondo.

STI	125	250	500	1k	2k	4k	STI	Valoración
1	0,5	0,62	0,65	0,64	0,64	0,65	0,65	Buena
2	0,47	0,62	0,63	0,62	0,62	0,63	0,63	Buena
3	0,45	0,62	0,63	0,62	0,62	0,63	0,62	Buena
4	0,49	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,62	Buena
5	0,49	0,63	0,65	0,63	0,62	0,64	0,63	Buena
6	0,5	0,63	0,65	0,62	0,62	0,63	0,63	Buena
7	0,48	0,62	0,65	0,63	0,62	0,63	0,63	Buena
8	0,52	0,68	0,66	0,68	0,66	0,67	0,67	Buena
9	0,49	0,55	0,68	0,66	0,66	0,69	0,67	Buena

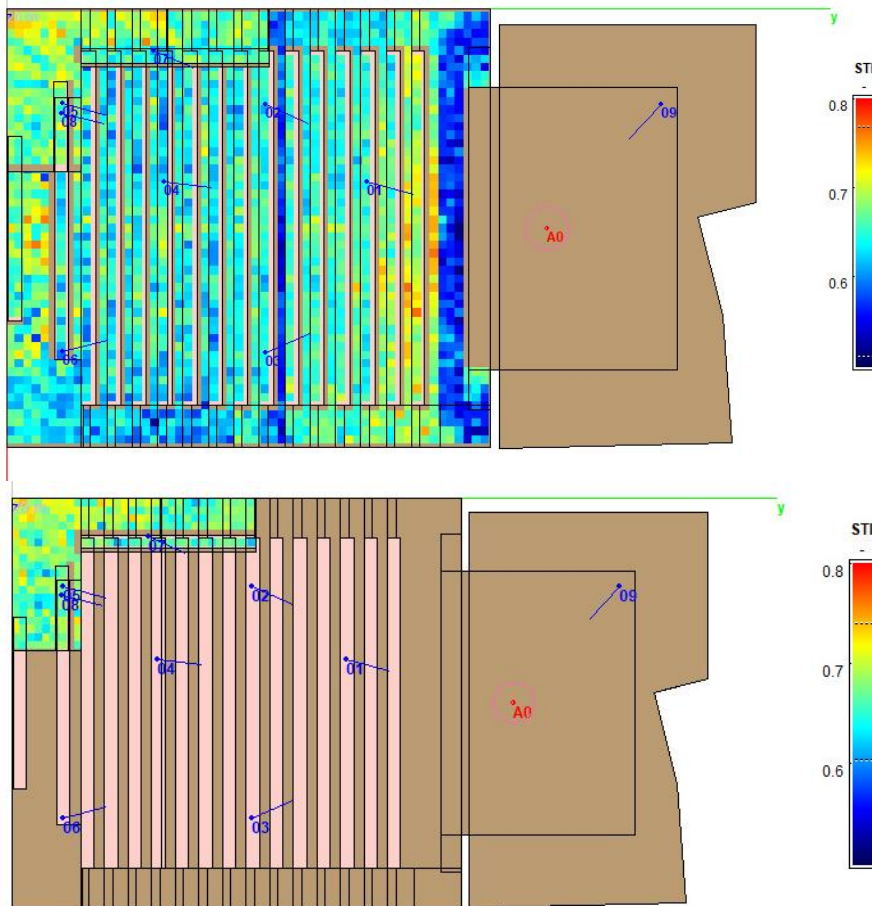



Figura 9. Valores de STI y mapeado de STI (1000 Hz) sala ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	11/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w%3D%3D		





- Sonoridad (G)

El grado de amplificación en la sala es adecuado, siendo mayor en las filas más cercanas a la escena debido a los efectos de sonido directo

G	125	250	500	1k	2k	4k	Hz
1	9,2	7,74	7,57	7,52	7,53	7,44	dB
2	7,61	6,4	6,36	6,55	6,55	6,36	dB
3	6,54	5,22	5,17	5,46	5,5	5,34	dB
4	6,57	4,96	5,1	5,42	5,52	5,24	dB
5	5,96	4,02	4,18	4,98	5,25	5,06	dB
6	5,74	4,19	4,23	4,97	5,15	4,96	dB
7	5,78	4,23	4,18	4,69	4,88	4,62	dB
8	7,06	6,68	5,47	7,17	6,84	6,75	dB
9	14,16	11,17	12,31	11,67	11,47	11,41	dB

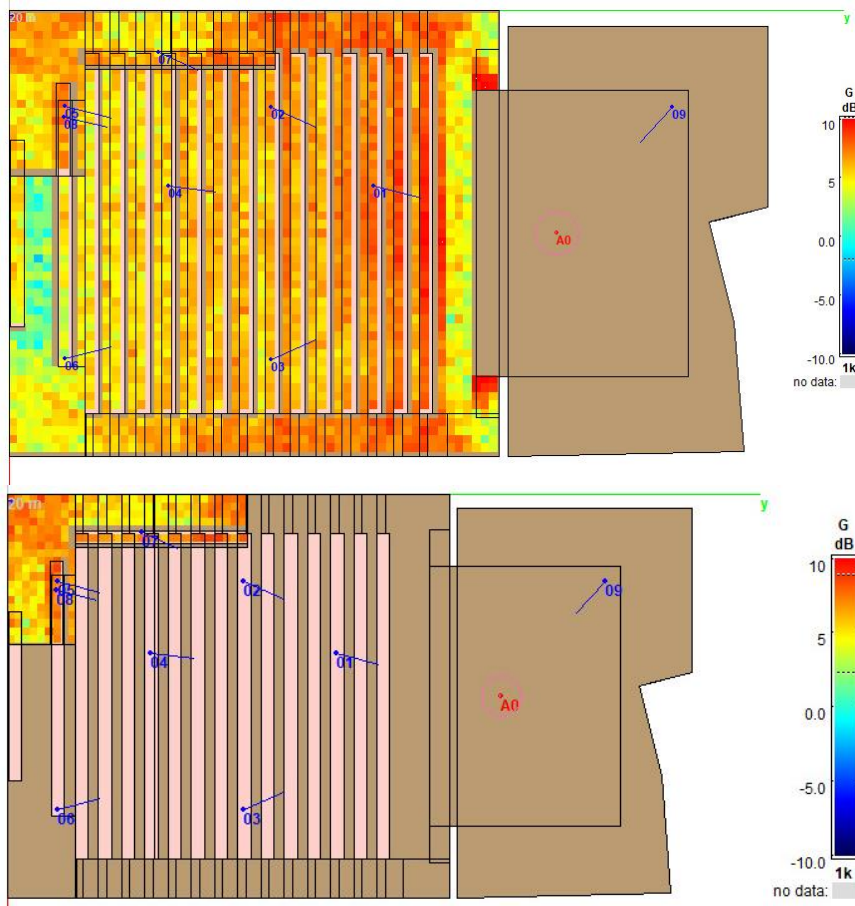


Figura 10. Valores de G y mapeado de $G|$ (1000 Hz) sala ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	12/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D		





- Claridad musical (C_{80})

Dado que el tiempo de reverberación está en la franja inferior para la música, los valores de claridad musical son ligeramente elevados.

C80	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	0,9	4,2	4,94	4,59	4,55	5,05	4,18	5	dB
2	1,81	5,75	5,92	5,54	5,58	5,69	5,01	5,77	dB
3	0,75	5,22	5,26	5,05	4,83	5,21	4,4	5,23	dB
4	1,31	3,91	4,46	4,43	4,45	4,6	3,92	4,63	dB
5	1,93	5,19	5,62	4,99	4,77	5,17	4,6	5,19	dB
6	1,78	4,11	4,63	4,09	3,96	4,34	3,92	4,34	dB
7	1,92	5,76	6,64	5,78	5,24	5,72	5,04	5,77	dB
8	2,58	6,54	5,61	6,62	6,02	6,32	5,68	6,37	dB
9	-0,06	1,43	5,91	5,35	5,15	6,15	3,84	5,7	dB

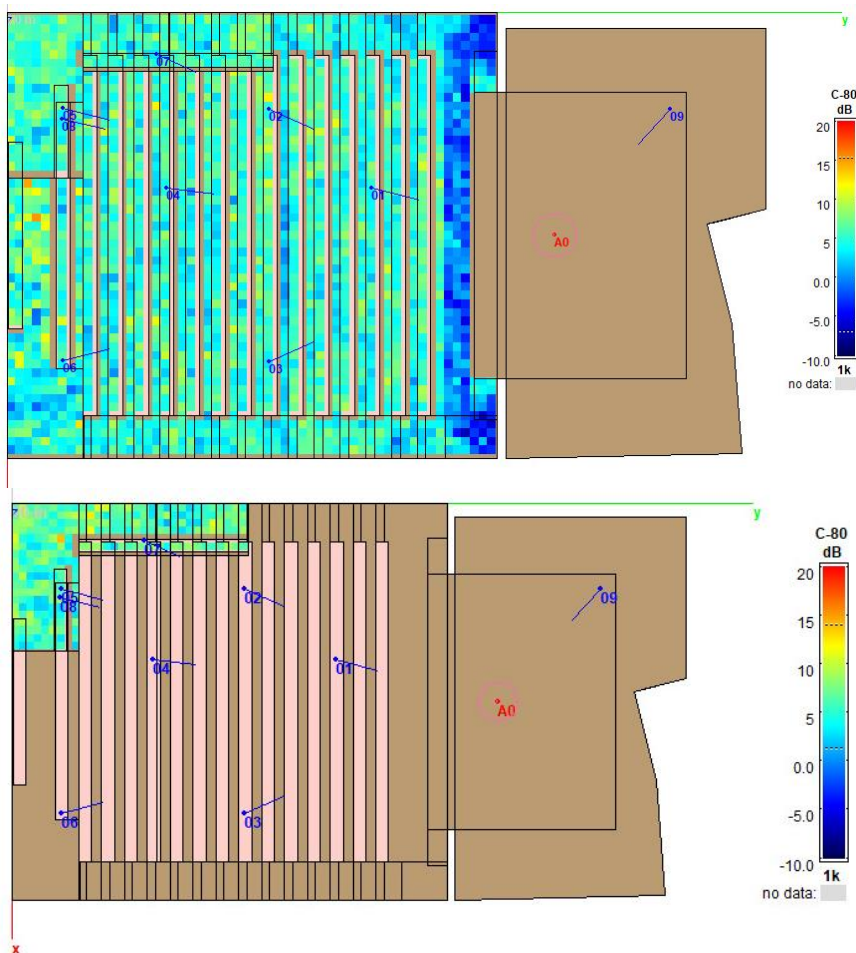


Figura 11. Valores de C_{80} y mapeado de C_{80} (1000 Hz) sala ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	13/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D		





- Nivel sonoro (SPL)

Se presenta unos niveles sonoros homogéneos considerando una fuente sonora omnidireccional en la embocadura de la escena con un nivel de emisión de 70 dB a 1m.

SPL	125	250	500	1k	2k	4k	lin	A-w	Hz
1	59,31	57,72	57,54	57,47	57,42	57,1	66,26	64,23	dB
2	57,72	56,39	56,33	56,5	56,44	56,02	64,95	63,11	dB
3	56,65	55,2	55,14	55,41	55,39	55,01	63,89	62,06	dB
4	56,68	54,95	55,07	55,37	55,41	54,9	63,72	61,94	dB
5	56,06	54,01	54,15	54,94	55,14	54,72	63,15	61,54	dB
6	55,85	54,18	54,2	54,92	55,05	54,62	63,12	61,5	dB
7	55,89	54,22	54,15	54,64	54,77	54,29	62,95	61,24	dB
8	57,16	56,67	55,44	57,12	56,73	56,41	64,94	63,35	dB
9	64,27	61,16	62,28	61,62	61,36	61,07	70,48	68,28	dB

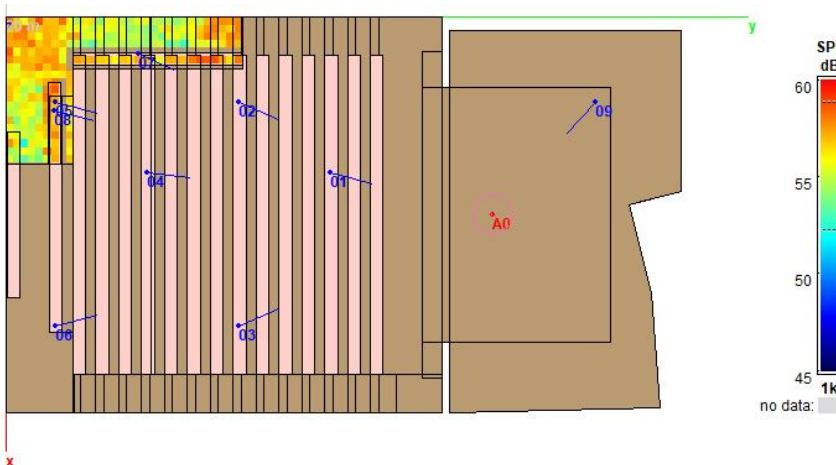
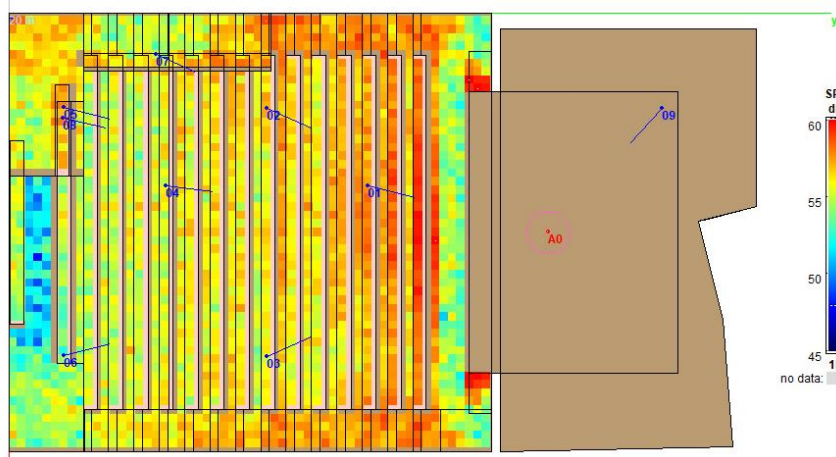


Figura 12. Valores de SPL y mapeado de SPL (1000 Hz) sala ocupada

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	14/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D		





- Correlación cruzada interaural (IACC)

A pesar de ser asimétrica la sala en su configuración geométrica, los valores de correlación cruzada interaural son superiores a 0.41, por lo que se consideran adecuados y refleja la similitud entre los sonidos que llegan a ambos oídos.

IACC	125	250	500	1k	2k	4k	lin	BQI
1	0,94	0,9	0,63	0,57	0,7	0,82	0,78	0,36
2	0,91	0,8	0,36	0,46	0,32	0,59	0,52	0,62
3	0,87	0,78	0,33	0,46	0,46	0,55	0,51	0,58
4	0,95	0,87	0,45	0,46	0,57	0,72	0,68	0,51
5	0,91	0,7	0,44	0,36	0,43	0,69	0,63	0,59
6	0,95	0,9	0,69	0,45	0,43	0,58	0,55	0,48
7	0,89	0,75	0,66	0,49	0,23	0,72	0,62	0,54
8	0,95	0,9	0,49	0,55	0,43	0,69	0,64	0,51
9	0,92	0,53	0,31	0,34	0,43	0,72	0,62	0,64

Tabla 2. Valores de IACC sala ocupada

1.4. Valoración acústica.

El carácter versátil y polivalente que se pretende que tenga la sala condiciona los resultados obtenidos, con una solución de compromiso que permite garantizar el uso como teatro y alternativamente como sala musical gracias a una equilibrada relación entre sonido directo y sonido difuso (asociado a la reverberación).

El tiempo de reverberación es sensiblemente más alto que el estrictamente recomendado para la palabra, con un valor medio de unos 1.2 segundos, pero su percepción subjetiva es de sala más apagada. Los valores de inteligibilidad, considerada como "buena", y una correcta sonoridad, favorecen este uso.

El tiempo de reverberación más corto para la música es adecuado y queda favorecido por una adecuada viveza de la sala, el empleo de resonadores de madera que favorece la calidez acústica y por lo tanto la melosidad de la música, así como el adecuado balance de agudos que garantizan los armónicos.

1.5. Aislamiento acústico.

Conforme a las exigencias del DB HR la sala es un recinto de actividad, por lo que la exigencia de aislamiento de $R_A > 50$ dBA del elemento de separación vertical con el hall de entrada queda garantizado con la solución de doble estructura de yeso laminado, con una masa de 54 kg/m² y $R_A > 67$ dBA, y el empleo de puertas acústicas con $R_A > 30$ dBA.

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	15/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D		



2. Aulas

Las dos aulas se acondicionan acústicamente mediante la disposición de un techo de placa de yeso laminado de 12.5 mm de espesor, perforación redonda 15/30R con un grado de perforación del 19.6%, lana de roca de 50 mm y velo negro, con un coeficiente de absorción medio $\alpha_w = 0.70$.

Las características de cada aula se adjuntan en la siguiente tabla:

Aula	Volumen (m ³)	Superficie techo absorbente (m ²)	Tiempo reverberación medio (500-1000 Hz) (s)
1	304.44	78.38	0.77
2	235.67	61.16	0.82

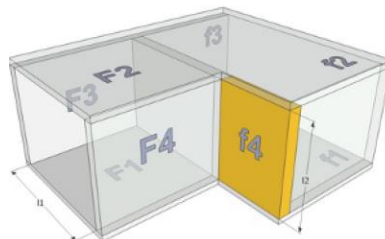


Figura 13. Características aulas, hipótesis vacía

Dado que las aulas pueden tener un uso como aula musical, se ha optado por incrementar ligeramente el tiempo de reverberación, considerado en el DB HR de 0.7 segundos para uso de la palabra, para favorecer una mayor viveza del aula sin comprometer su posible uso como aula para uso de la palabra.

Al tener ambas aulas un volumen inferior a 350 m³, se consideran como recintos protegidos a efectos de aislamiento acústico, garantizándose el aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, así como el nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido		Volumen	305			
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
Suelo F1	R_BH 300 mm						
Techo F2	R_BH 300 mm						
Pared F3	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)						
Pared F4	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)						
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	27.4		44	52		-	
Suelo F1	25	5	385	56	73	-	-
Techo F2	25	5	385	56	73	7	9
Pared F3	12.5	2.5	184	60		13	-
Pared F4	12.5	2.5	184	60		13	-

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	16/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlp09tJ7w%3D%3D		





Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor				Unidad de uso			
Tipo de recinto como receptor				Protegido		Volumen	236
Soluciones Constructivas							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
Suelo f1	R_BH 300 mm						
Techo f2	R_BH 300 mm						
Pared f3	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
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	27.4		44	52		-	
Suelo f1	24	5	385	56	73	-	-
Techo f2	24	5	385	56	73	7	9
Pared f3	10	2.5	184	60		13	-
Pared f4	2.5	2.5	44	52		-	-

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	-3.9	19.4	19.4
Separador - Techo	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-3.9	19.4	19.4
Separador - Pared	Unión en T de elementos de entramado autoportante (orientación 1)	-2.4	16.2	16.2
Separador - Pared	Unión en T de elementos de entramado autoportante (orientación 4)	16.2	16.2	22.4

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	56	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	60	65	CUMPLE

Se evalúa el aislamiento a ruido aéreo en la fachada del aula 2, que es la que presenta un mayor porcentaje de hueco (63 %)

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Ar}$ (dBA)	38	30	CUMPLE

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	17/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D		





Características técnicas del recinto 1				
Soluciones Constructivas				
Sección Separador	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F1	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F2	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F3	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Sección Flanco F4	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)			
Parámetros Acústicos				
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_{Atr} (dBA)
Sección Separador	19.1		184	55
Sección Flanco F1	19.1	6.8	184	55
Sección Flanco F2	0	6.8	184	55
Sección Flanco F3	0	0	184	55
Sección Flanco F4	32.7	2.95	184	55

Características técnicas del recinto 2					
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Aulas		Volumen	236.7	
Soluciones Constructivas					
Sección Separador	LP 115 + RM + SP + AT + YL 15 (valores mínimos)				
Suelo f1	R_BH 300 mm				
Techo f1	R_BH 300 mm				
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5				
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5				
Parámetros Acústicos					
	S_i (m ²)	l_i (m)	m_i (kg/m ²)	R_{Atr} (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Sección Separador	19.1		184	55	
Suelo f1	80.24	6.8	385	51	-
Techo f1	80.24	6.8	385	51	4
Pared f3	34.8	0	44	45	-
Pared f4	27.4	2.95	44	45	-

Huecos en el separador					
		S (m ²)	R_{Atr} (dBA)	R_A (dBA)	ΔR_{Atr} (dBA)
Ventanas , puertas y lucernarios	Hueco 1	10.9	30	33	-3
	Hueco 2	1.2	30	-	0
	Hueco 3	0	-	-	0
	Hueco 4	0	-	-	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	Unión de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orientación 3)	13.2	8.2	13.2
fachada - techo	Unión de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orientación 3)	13.2	8.2	13.2
fachada - pared	de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (or	16.2	0	16.2
fachada - pared	de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (or	16.2	-3.6	16.2

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA	Página	18/19
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvClMXsTlpO9tJ7w%3D%3D		





3. Hall de entrada

Para limitar el ruido reverberante en el hall de entrada, y su influencia tanto en las aulas como en la sala del teatro, se dispone de revestimientos con absorción sonora en techo y paredes de la zona de doble altura, de forma que se garantiza que el área de absorción acústica equivalente, A , sea al menos $0,2 \text{ m}^2$ por cada metro cúbico del volumen del recinto.

Para ello se dispone placa de yeso laminado de 12.5 mm de espesor, perforación redonda 15/30R con un grado de perforación del 19.6%, lana de roca de 50 mm y velo negro, con un coeficiente de absorción medio $a_w = 0.75$.

Las características de cada aula se adjuntan en la siguiente tabla:

Volumen (m^3)	Absorción necesaria	Superficie techo absorbente (m^2)	Absorción sonora techo	Superficie paredes absorbente (m^2)	Absorción sonora techo	Total absorción
661,4	132.28	117.97	88.47	60.27	45.20	133.67

Figura 14. Características absorción hall de entrada

Córdoba febrero 2024

Rafael Suárez Medina. Dr. Arquitecto.

Código Seguro De Verificación	Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w==	Fecha	13/02/2024
Firmado Por	RAFAEL CARLOS SUAREZ MEDINA		
Url De Verificación	https://pfirma.us.es/verifirma/code/Q8WJ0yFvC1MXsTlp09tJ7w%3D%3D	Página	19/19

