



UNIVERSIDAD DE LEÓN



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

MÁSTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO FIN DE MÁSTER

Integración de criterios acústicos en el diseño y proyecto de un restaurante en el marco de la legislación nacional, autonómica y municipal vigente.

Javier Portela Talegón

Dra. María Machimbarrena

Valladolid, Septiembre 2014.





UNIVERSIDAD DE LEÓN



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

MÁSTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO FIN DE MÁSTER

Integración de criterios acústicos en el diseño y proyecto de un restaurante en el marco de la legislación nacional, autonómica y municipal vigente.

Javier Portela Talegón

Dra. María Machimbarrena

VºBº

Valladolid, Septiembre 2014.



Resumen:

En el presente trabajo se diseña un restaurante ex profeso para un local concreto. Se determinan las necesidades acústicas de aislamiento mediante medición "in situ". Posteriormente se modelan con la Herramienta oficial de Cálculo del DB HR del CTE los casos medidos y finalmente se prevé la efectividad de las soluciones de mejora. Con la misma herramienta se calcula el tiempo de reverberación de la propuesta. El diseño final responde cuidadosamente a toda normativa de aplicación, que ha sido estudiada para la ocasión, y a las necesidades funcionales y estéticas que un proyecto de estas características requiere.

Palabras clave:

Acústica arquitectónica, proyecto acústico, proyecto de restauración, trasdosados acústicos.

Abstract:

In this paper, a restaurant specifically for a particular place is designed. Acoustic insulation needs are determined by "in situ" measurement. After that, the same measured cases are modeled with the official Tool Calculation of CTE DB HR. Finally, improvement solutions are checked with the same program. Same tool is used to calculate the reverberation time of the proposal. The final design responds carefully to all applicable standards, which has been studied for the occasion, and responds to the functional and aesthetic needs that a project of this nature requires too.

Keywords:

Architectural acoustics, acoustic project, restaurant facility project, acoustic lining, acoustic ceiling.



ÍNDICE

1_ OBJETIVOS.....	1
2_ ACLARACIÓN.....	1
3_ JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL LOCAL.....	1
3.1. Datos de interés del local:.....	1
3.2. Otros datos de interés:.....	4
4_ NORMATIVA.....	6
4.1. Normativa urbanística.....	6
4.2. Normativa edificación.....	6
4.3. Normativa sobre acústica y vibraciones.....	6
4.4. Otras Normas.....	6
4.5. Normativa de medida y evaluación del aislamiento acústico.....	6
5_ ACOTACIÓN DE POSIBILIDADES DE INTERVENCIÓN.....	8
5.1. Exigencias de aislamiento.....	8
6_ PROCEDIMIENTO.....	10
7_ ESTUDIO DEL AISLAMIENTO A RECINTOS COLINDANTES.....	12
7.1. Estado actual: Medición y necesidades.....	12
7.1.1_ Medición in situ del estado actual.....	12
7.2. Modelado herramienta CTE: Aproximación a los datos obtenidos.....	15
7.2.1_ Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical.....	15
7.2.2_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal.....	23
7.2.3_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto habitable (caja de escaleras) colindante horizontal.....	26
7.2.4_ Análisis de los resultados y observaciones.....	30
7.3_ Mejoras, una primera aproximación: trasdosados, fasons techos y suelos flotantes.....	33
7.3.1_ Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical.....	33
7.3.2_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal.....	36
7.3.3_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras).....	39
7.4_ Estado reformado:.....	45
7.4.1_ Solución propuesta:.....	45
7.4.2_ ¿Un recinto de actividad o varios?.....	48
7.4.3_ Modelado final Herramienta CTE: un solo recinto.....	49
7.4.4_ Modelado final Herramienta CTE: parejas de recintos.....	56
8_ ESTUDIO Y PROPUESTA DE FACHADAS Y MEDIANERÍA.....	61



8.1.	Exigencias de normativa.	62
8.2.	Cumplimiento de la norma.	62
9_	TIEMPO DE REVERBERACIÓN.	63
9.1.	Exigencias de normativa.	66
9.2.	Análisis de los casos con la herramienta del CTE.	68
9.3.	Modificaciones.	69
10_	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA: ACÚSTICA, FUNCIONALIDAD Y DISEÑO.	72
11.	MEMORIA CONSTRUCTIVA: RELACIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EMPLEADAS EN LA PROPUESTA FINAL.	83
12_	CONCLUSIONES.	86

13_ ANEXOS.

- ANEXO 1_ Planos.
- ANEXO 2_ Acotación de posibilidades de intervención.
- ANEXO 3_ Informe de las mediciones in situ.
- ANEXO 4_ Fichas justificativas del cálculo de aislamiento con la herramienta oficial de cálculo del HR del CTE.
- ANEXO 5_ Análisis, sobre las estimaciones de la situación actual, del modelado de la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE

14_ BIBLIOGRAFÍA.

ÍNDICE DE FIGURAS

3 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL LOCAL

3.1. Datos de interés del local:.....	1
Figura 3. 1_ Plano de situación, en rojo el edificio donde se encuentra el local objeto de estudio.....	3
Figura 3. 2_ Planta baja del local (en gris).....	3
Figura 3. 3_ Entreplanta del local (en gris).....	4

7 ESTUDIO DEL AISLAMIENTO A RECINTOS COLINDANTES

7.1. Estado actual: Medición y necesidades	12
Figura 7. 1_Proceso de medición.	12
Figura 7. 2_Proceso de medición.	12
Figura 7. 1_Proceso de medición.	12
Figura 7. 3_Proceso de medición.	12
Figura 7. 4_Proceso de medición.	12
7.1.1_ Medición in situ del estado actual.	12
Figura 7. 5_estado actual de fachada a Plaza Mayor.	13
Figura 7. 6_ Estado actual de fachada a calle Correos.	13
Figura 7. 7_Aislamiento a ruido aéreo de elemento de separación horizontal: De izq a derecha: recinto emisor en entreplanta (rojo), recinto receptor en planta primera (verde).	13
Figura 7. 8_ Aislamiento a ruido aéreo de elemento de separación vertical: recinto emisor en entreplanta (rojo), recinto receptor en entreplanta (verde).	14
Figura 7. 9_ Fachada a Plaza Mayor.	15
7.2. Modelado herramienta CTE: Aproximación a los datos obtenidos.	15
7.2.1_ Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical	15
Figura 7. 10_ Relación real de los dos recintos, de izquierda a derecha: vista superior e inferior. Rojo: emisor, verde: receptor.....	16
Figura 7. 11_ Opción del CTE utilizada.	16
Figura 7. 12_ Volúmenes de recinto emisor y receptor introducidos en la Herramienta del CTE.	17
Figura 7. 13_ Imagen de uno de los rollos sobrantes del material utilizado para el aislamiento.	18
Figura 7. 14_ Detalle constructivo del forjado, extraído del proyecto de ejecución.	18
Figura 7. 15_ Lana de roca expuesta, falso techo sin placa yeso laminado instalada.	19
Figura 7. 16_ Detalle constructivo del forjado, Zoom mostrando en rojo la hipotética lámina anti-impacto.	19
Zoom sobre plano extraído del proyecto de ejecución.....	19
Figura 7. 17_ Detalle constructivo del forjado techo de entreplanta. Elaboración propia.	20
Figura 7. 18_ Tabla con los pesos lineales de los perfiles HEB.	21



Figura 7. 19_ Captura de pantalla de la selección de uniones en la herramienta del CTE.	22
7.2.2_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal	23
Figura 7. 20_ Recintos emisor y receptor caso real, vista superior e inferior. Rojo: recinto emisor, azul: receptor.	23
Figura 7. 21_ Conjunto de recintos emisor y receptor escogidos en la herramienta del CTE. Minúscula: recinto emisor, mayúsculas: recinto receptor.	23
Figura 7. 22_ Volúmenes recintos emisor y receptor. Rojo: recinto emisor, azul: receptor.	24
Figura 7. 23_ captura de pantalla de la selección de uniones en la herramienta del CTE.	25
Figura 7. 24_ El recinto emisor (rojo) en forma de C compartiendo tres superficies de contacto con el recinto receptor (azul).	26
Figura 7. 25_ Selector de recintos de la herramienta del CTE, enmarcada la opción escogida.	26
Figura 7. 26_ Izquierda: la opción escogida, en mayúscula recinto emisor, minúscula: recinto receptor; Derecha: caso real, en rojo recinto emisor, azul: recinto receptor.	27
Figura 7. 27_ Dimensiones consideradas: Rojo recinto emisor, azul recinto receptor, negro muro ficticio.	27
Figura 7. 28_ Uniones seleccionadas en el programa.	29
7.2.4_ Análisis de los resultados y observaciones.	30
Tabla 7. 1_ Valores medidos y estimados de aislamiento a ruido aéreo y de impacto.	30
Figura 7. 29_ Caso Local-Recinto de actividad colindante horizontal. Valores R_A de la solución constructiva del elemento de separación y D_{nTA} estimado.	30
Figura 7. 30_ Caso Local- Caja de escaleras. Valores R_A del elemento de separación y D_{nTA} estimado.	31
7.3_ Mejoras, una primera aproximación: trasdosados, fasos techos y suelos flotantes.	33
7.3.1_ Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical.	33
Figura 7. 32_ Solución de falso techo de la casa comercial CHOVA. Fuente: Casa comercial CHOVA.	34
Figura 7. 33_ Introducción de la solución de falso techo en la base de datos editable del programa.	35
Figura 7. 34_ Cumplimiento del D_{nTA} tras introducir el falso techo en la base de datos editable del programa.	36
7.3.2_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal	36
Figura 7. 35_ Modelo del caso de cálculo recinto de nuestro recinto con recinto de actividad colindante horizontal. A la derecha, en minúsculas, nuestro local.	36
Figura 7. 36_ Modificación del falso techo en nuestro recinto.	37
Figura 7. 37_ Detalle constructivo de la composición del trasdosado colocado en nuestro recinto sobre el elemento de separación con recinto de actividad colindante horizontal.	38



Figura 7. 38_ Características técnicas del trasdosado colocado en nuestro recinto sobre el elemento de separación con recinto de actividad colindante horizontal.....	38
Figura 7. 39_ Introducción del trasdosado a utilizar.....	38
Figura 7. 40_ Cumplimiento del índice DnTA tras incorporar el trasdosado de Pladur.	39
El proceso y los resultados se plasman en la <i>ficha justificativa 8 en el Anexo 4</i>	39
7.3.3._Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras).....	39
Figura 7. 41_ Modelo del caso de cálculo recinto de nuestro recinto con recinto habitable colindante horizontal. En mayúsculas, nuestro local	39
Figura 7. 42_ opciones de trasdosado para una hoja de ladrillo hueco doble, espesor 115 mm, enlucido por ambas caras.	40
Figura 7. 43_ Representación gráfica del Trasdoso autoportante 130/600 (70) LM.	41
Figura 7. 44_ Características técnicas del trasdosado autoportante 130/600 (70) LM.	41
Figura 7. 45_ Valores D_{nTA} y L'_{nTW} tras introducir el trasdosado en los elementos separadores verticales.....	41
Figura 7. 46_ Junta para fachada sin trasdosado.....	42
Figura 7. 47_ Junta para fachada con trasdosado.....	42
Tabla 7. 8_ Valor del D_{nTA} para diferentes tipos de fachada. Junta fachada con trasdosado.	42
Tabla 7. 9_ Valor del D_{nTA} para diferentes tipos de fachada. Junta fachada sin trasdosado.	42
Figura 7. 48_ Membranas acústicas Danosa. Fuente: página oficial de la casa comercial.	43
Figura 7. 49 Membrana acústica M.A.D. 4 Danosa. Características técnicas. Fuente: página oficial de la casa comercial.....	44
7.4._Estado reformado:	45
7.4.1_ Solución propuesta:	45
Figura 7. 50 Planta baja, estado reformado. La línea roja muestra el plano de corte correspondiente a la sección representada en la Figura 7.52.....	45
Figura 7. 51 Entreplanta, estado reformado. La línea roja muestra el plano de corte correspondiente a la sección representada en la Figura 7.52.....	46
Figura 7. 52 Sección longitudinal por puerta de acceso al restaurante, estado reformado.	46
7.4.2_ ¿Un recinto de actividad o varios?.....	48
Figura 7. 53_ Ejemplo del análisis en un edificio residencial. Plano de elaboración propia.	48
Figura 7. 54_ Dos locales de actividad colindantes horizontalmente.	49
Figura 7. 55_ Dos locales de actividad colindantes horizontalmente tras compartimentación interior.	49
7.4.3_ Modelado final Herramienta CTE: un solo recinto.	49
Figura 7. 56_ Ficha del informe de ensayo.....	51
Figura 7. 57_ Juntas seleccionadas.....	52



Figura 7. 58_ Valores obtenidos tras introducir las mejoras definitivas.....	52
Figura 7. 59_ Elemento base en el catálogo de elementos constructivos.....	53
Figura 7. 60_ Ficha del informe de ensayo.....	54
Figura 7. 61_ Conjunto de juntas seleccionadas.....	55
Figura 7. 62_ Valores obtenidos tras introducir las mejoras definitivas.....	55
Figura 7. 63_ Valores de la mejora de aislamiento del producto Fonac Barrier.....	56
Fuente: Página web oficial de la casa comercial Sonoflex.....	56
7.4.4_ Modelado final Herramienta CTE: parejas de recintos.....	56
Figura 7. 64_ Planta baja. Recintos emisores (azul) y receptores (rojo). En verde se representan los recintos del local emisor que no son susceptibles de ser objeto de estudio.....	57
Figura 7. 65_ Entrepanta. Recintos emisores (azul) y receptores (rojo). En verde se representan los recintos del local emisor que no son susceptibles de ser objeto de estudio.....	57
Figura 7. 66_ Volumen total del recinto del comedor (azul), en rojo se muestra el suelo de la entreplanta. A la derecha se ven los dos huecos que comunican la planta baja con la entreplanta.....	58
Figura 7. 67_ Cocina-recinto de actividad colindante (Planta baja).....	58
Figura 7. 68_ Comedor-recinto de actividad colindante (Planta baja).....	58
Figura 7. 69_ Comedor-caja de escaleras (Planta baja).....	59
Figura 7. 70_ Comedor-Recinto de actividad colindante (Entrepanta).....	59
Figura 7. 71_ Pareja de recintos: Caso “planta baja: comedor- recinto de actividades colindante” y Caso “entrepanta: comedor-recinto de actividades colindante”	59
Figura 7. 72 Pareja de recintos: Caso planta baja: comedor- caja de escaleras.....	59
Figura 7. 73_ Resultados de aislamiento. Planta baja: Cocina-Recinto de actividad colindante.....	60
Planta baja: Comedor – Recinto de actividad colindante.....	60
Figura 7. 74_ Resultados de aislamiento. Planta baja: Comedor-Recinto de actividad colindante.....	60
Figura 7. 75_ Resultados de aislamiento. Planta baja: Comedor-Caja de escaleras.....	60
Entrepanta: Comedor – Recinto de actividad colindante.....	60
Figura 7. 76_ Resultados de aislamiento. Entrepanta: Comedor – Recinto de actividad colindante.....	60
8_ ESTUDIO Y PROPUESTA DE FACHADAS Y MEDIANERÍA.....	61
Figura 8. 1 Fotografía de medianera	61
Figura 8. 2 Fotografía de medianera	61
9_ TIEMPO DE REVERBERACIÓN.....	63
Figura 9. 1_ Lamas de madera en vestíbulo de restaurante, tras acceso. Planta baja.....	63
Figura 9. 2_ Sección longitudinal por acceso al restaurante: destacado lamas de madera en zona del restaurante planta baja.....	63



Figura 9. 3_ Lamas de madera en entreplanta, vista tras el acceso por escaleras. Zona de comedor.	64
Figura 9. 4_ Resonador Deweton tipo A en techo sobre zona de restaurante en planta baja.	65
Figura 9. 5_ Lamas en pared y resonador Deweton tipo A en techo sobre taburetes en zona de bar.	65
Figura 9. 6_ Resonador Deweton tipo A.	66
Fuente: catálogo de productos de la empresa BD.	66
Gráfico 9. 1_ Resonador Deweton tipo A, coeficiente α por frecuencias. Fuente: catálogo de productos de la empresa BD.	66
9.1. Exigencias de normativa.....	66
Figura 9. 7_ Tiempo de reverberación: Zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja).	66
Figura 9. 8_ Tiempo de reverberación: Zona de restaurante en planta baja.....	67
Figura 9. 9_ Tiempo de reverberación: Zona de restaurante en entreplanta.....	67
9.2. Análisis de los casos con la herramienta del CTE.	68
Figura 9. 10_ Tiempo de reverberación: zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja).....	68
Figura 9. 11_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en planta baja.....	68
Figura 9. 12_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en entreplanta.....	69
9.3. Modificaciones.	69
Figura 9. 13_ Coeficientes α (en la figura se denomina α_s) del producto Vermacustic. Representación en gráfica (izq.) y en valores numéricos (der.). Fuente: Catálogo del producto disponible en la casa comercial Grupo PV.....	70
Figura 9. 14_ Tiempo de reverberación: zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja) modificado.....	70
Figura 9. 15_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en planta baja modificado.....	71
Figura 9. 16_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en entreplanta modificado.....	71
10_ JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA: ACÚSTICA, FUNCIONALIDAD Y DISEÑO.	72
Figura 10. 1_ Conducto de climatización recogido en las lamas de madera.....	73
Figura 10. 2_ Conducto de climatización recogido en las lamas de madera.....	73
Figura 10. 3_ Espacio bajo las lamas	74
Figura 10. 4_ Conducto de extracción de humos de la cocina, recogido en muro de 600 mm de espesor (se muestra tras el vidrio).....	74
Figura 10. 5_ Conducto de climatización recogido en falso dintel, junto con viga IPE-300.	75
Figura 10. 6_ Vista del interior de la zona de bar.....	76
Figura 10. 7_ Vista del interior de la zona de bar.....	77
Figura 10. 8_ Planta baja, diferentes ambientes: bar (verde), comedor del restaurante (azul), zona bajo lamas con tres mesas para parejas (granate).	78



Figura 10. 9_Entreplanta, diferentes ambientes: comedor (naranja), zona de descanso (amarillo).	78
Figura 10. 10_Vista del interior de la zona de comedor del restaurante en planta baja...	78
Figura 10. 11_Vista del interior de la zona de comedor del restaurante en planta baja...	79
Figura 10. 12_Vista comedor en planta baja: al fondo la zona de tres mesas para parejas bajo las lamas de madera.	79
Figura 10. 13_Vista comedor en planta baja: zona de tres mesas para parejas bajo las lamas de madera.	80
Figura 10. 14_ Vista comedor del restaurante en entreplanta.	80
Figura 10. 15__ Vista comedor del restaurante en entreplanta. Perspectiva de la zona con vistas a la cocina en doble altura.....	81
Figura 10. 16__ Vista comedor del restaurante en entreplanta. Perspectiva de la zona con vistas a la cocina en doble altura.....	81
Figura 10. 17_ Vista de la zona de descanso en entreplanta.	82



1_ OBJETIVOS.

Buscando una aproximación del estudiante al ejercicio profesional, se propone el diseño de un restaurante incorporando y cuidando específicamente los criterios acústicos. Esta propuesta, aúna en sí los dos caminos formativos seguidos por el alumno, la arquitectura y la acústica. De la propuesta, que parte del alumno, se obtiene de manera implícita su compromiso por tratar de solventar los problemas surgidos en un proyecto real, bajo exigencias y complicaciones reales, de manera que se obtenga un comportamiento acústico coherente con lo aprendido en el curso del master. La formación como arquitecto tratará de aportar un carácter integrador a todas las soluciones planteadas, convirtiéndose así la acústica del local, en sus dos vertientes aislamiento/acondicionamiento, en un elemento que aporte calidad al proyecto. El acondicionamiento acústico y otros asuntos normalmente poco considerados tales como las instalaciones, ubicación de patinillos o la viabilidad de las propuestas irán de la mano del diseño desde las primeras fases de proyecto.

Para conseguir el grado de realismo y viabilidad exigido, se desarrollarán en profundidad aspectos aprendidos durante el curso del master, como puedan ser, por ejemplo, mediciones in situ del estado actual del local, el manejo del CTE-DB- HR o el cálculo del tiempo de reverberación.

2_ ACLARACIÓN.

Si bien se plantean asuntos fundamentales para la resolución del proyecto, como la extracción de humos, el sistema de climatización y ventilación, la seguridad estructural, un plan de seguridad y salud, etc... estas cuestiones se han tenido en consideración de manera básica. Las características acústicas son las que han primado en el estudio de la propuesta. Es necesario un desarrollo más amplio de las mismas, que no se ha hecho por no ser el objeto estricto de este trabajo y por lo ajustado del tiempo disponible. No obstante, estas necesidades se han tenido en cuenta a la hora de proponer una solución eficaz, funcional y versátil, permitiendo un futuro desarrollo del proyecto de manera efectiva, correcta y sin modificaciones sustanciales.

3_ JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL LOCAL.

En la intención de afrontar un problema real y ofrecer una solución adecuada y viable, el proyecto se realizó sobre un local real, sito en el número 18-19 de la plaza Mayor de Valladolid (*figura 3.1*), para el que existe una intención real por parte del propietario de transformarlo en un restaurante.

El acceso al edificio es total, tanto al local, como a las viviendas colindantes, zonas comunes, cuartos de instalaciones o garajes. Esta oportunidad se aprovechó para realizar medidas in situ del estado actual.

3.1. Datos de interés del local:

- Ubicación:
 - Emplazamiento: Plaza Mayor 18 y 19
 - Localidad: Valladolid
 - C.P.: 47001
 - Referencia Catastral: 6128013UM5162G0062GZ
 - Local entre medianeras, con fachadas:

Plaza Mayor:	23,39 m lineales.
Calle Correos:	14,59 m lineales.

- Planta baja:
 - Superficie útil* 300,43 m²
 - Superficie construida 324,83 m²
 - Altura libre** 2,75 m

- Entreplanta:
 - Superficie útil 181,06 m²
 - Superficie construida 195,34 m²
 - Altura libre** 2,50 m

* Las superficies han sido medidas sobre plano en formato DWG, no coinciden con las indicadas en el catastro, dado que estas últimas incluyen, entre otras cosas, los m² correspondientes de portal.

** Medido desde la cara superior de la capa de mortero de nivelación a la cara inferior de la chapa colaborante del forjado superior, habrá que descontar en cada punto la altura de la viga.

- Valor total:
 - Superficie útil 481,49 m²
 - Superficie construida 520,17 m²

- Dobles alturas:
 - Altura libre 5,37 m
 - % Superficie*** 39,72%

*** Respecto a superficie total de planta baja.

Aunque la documentación total correspondiente al estado actual se aporta de manera detallada en el *Anexo 1*, se adjuntan a continuación las *figuras 3.1, 3.2 y 3.3* que corresponden al plano de situación, la planta baja y la entreplanta del local.



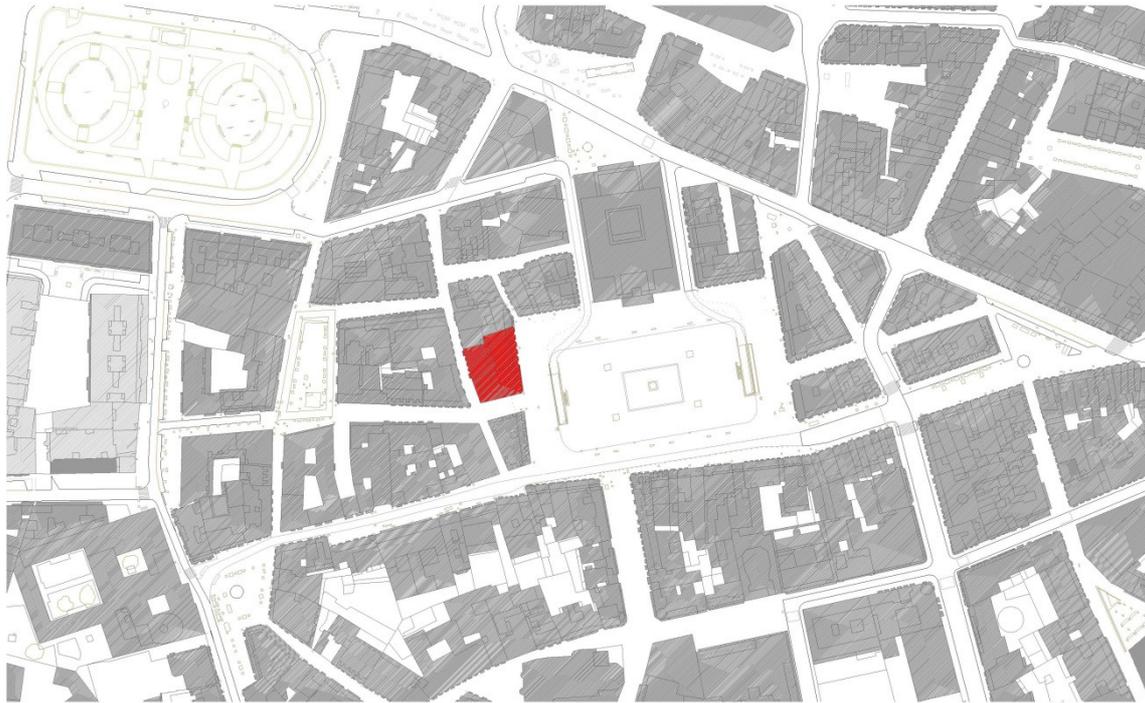


Figura 3. 1_ Plano de situación, en rojo el edificio donde se encuentra el local objeto de estudio.

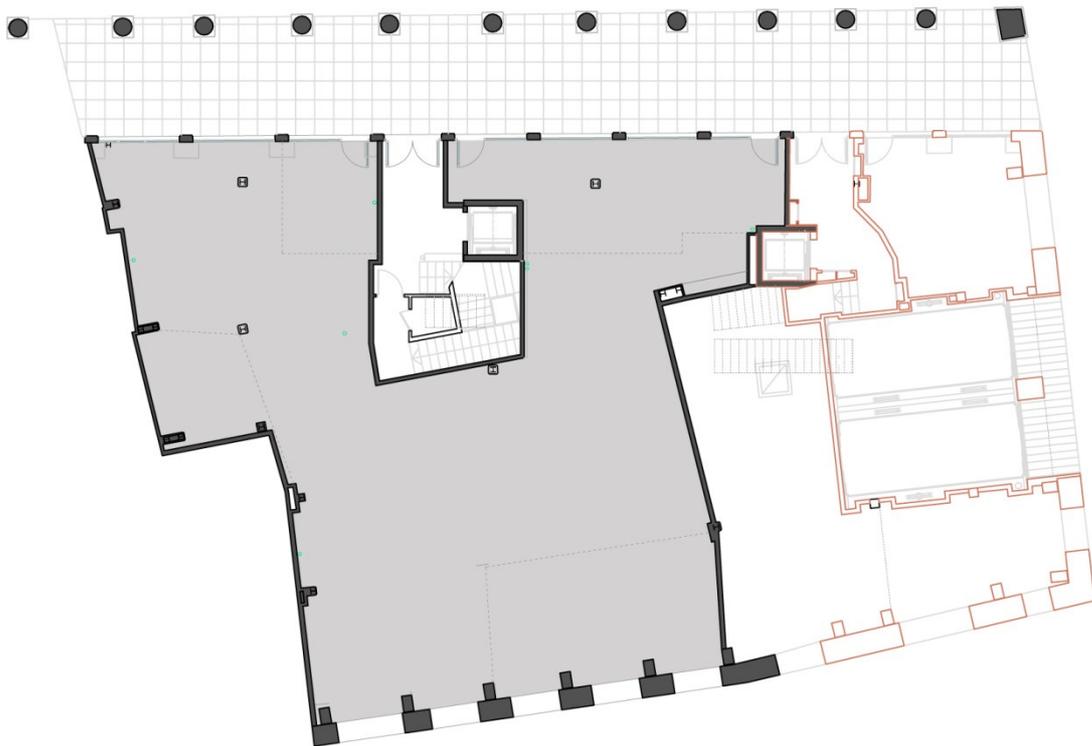


Figura 3. 2_ Planta baja del local (en gris).

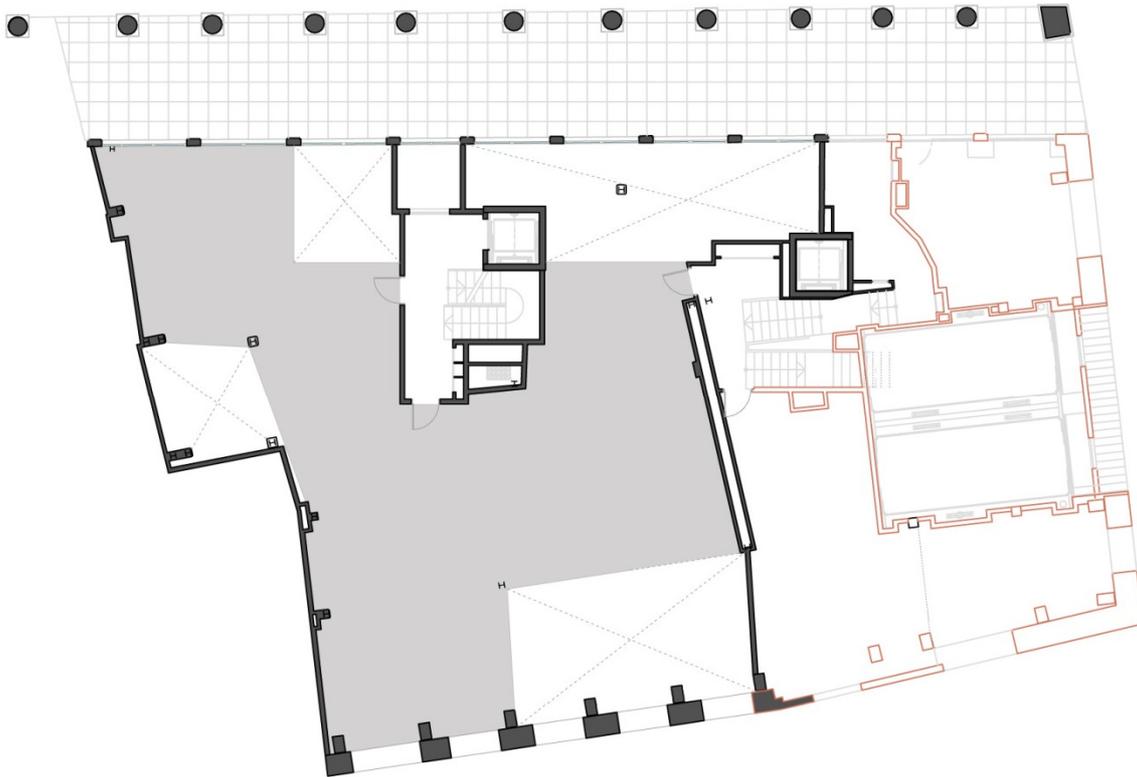


Figura 3.3_ Entrepanta del local (en gris).

3.2. Otros datos de interés:

- El local se encuentra en planta baja y entreplanta del edificio “Plaza Mayor 18 y Plaza Mayor 19” ubicado dentro de la delimitación de la zona A.H (Área Histórica) del Plan Especial de Casco Histórico, con unas condiciones de edificación “Edificación perimetral” (E.P.) Y Condiciones de Uso “Residencial 2” (R2) con grado de protección ambiental (P4).
- Dado el privilegiado emplazamiento, se requiere una propuesta tanto arquitectónica como acústica acorde con las exigencias de calidad que de éste derivan.
- No hay acceso directo e independiente de la planta baja a la entreplanta, el acceso a la entreplanta se realiza por el portal de las viviendas.
- De ello se deriva la existencia de puertas que comunican directamente la entreplanta del local con los portales de las viviendas.
- El local prevé una salida de humos de la cocina, y dispone de patinillo individual para este fin con continuidad hasta la cubierta, por el que ya hay instalado un conducto adecuado.
- Hay cuatro plantas sótano por debajo del local, con el uso de garaje para todas ellas.
- El local cuenta con los siguientes servicios urbanos existentes:
 - Acceso: el local tiene cuatro accesos desde la Plaza Mayor. Uno de los cinco vanos (tapiados todos ellos) que presenta la fachada a la calle Correos tenía el uso de puerta de acceso, por lo que es de suponer que en el proyecto se puede mantener este uso sin entrar en conflicto con el Plan Especial del Casco Histórico.



- Abastecimiento de agua: En la instalación de fontanería existente en el edificio residencial se ha dejado prevista una derivación individual para el local, con su contador correspondiente.
- Saneamiento: En la instalación de saneamiento existente en el edificio residencial se ha dejado prevista una derivación individual para el local.
- Suministro de energía eléctrica: en la instalación de electricidad existente en el edificio residencial se ha dejado prevista una derivación individual para el local, con su contador correspondiente.

4_ NORMATIVA.

Como todo proyecto de edificación, el Código Técnico de la Edificación (CTE) conforma el núcleo de la normativa a cumplir a nivel estatal. No obstante también hay otras disciplinas no contempladas completamente en el CTE, como son las instalaciones o incluso la seguridad y salud en el puesto del trabajo, que están regladas por otras normas estatales. Además, existen normas a nivel autonómico e incluso municipal que puntualizan y redefinen las exigencias de las normas estatales. Tras efectuar una revisión exhaustiva de toda la normativa a cumplir en muy diversos ámbitos, se ha realizado la siguiente clasificación:

4.1. Normativa urbanística.

- Ley 4/2008, de Urbanismo de Castilla y León. (1)
- Decreto 45/2009, Reglamento de Urbanismo de Castilla y León. (2)
- Plan General de Ordenación Urbana de Valladolid (PGOU). (3)
- Plan Especial de Casco Histórico de Valladolid (PECH). (4)

4.2. Normativa edificación.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (CTE). (5)
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). (6)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT). (7)
- Decreto 217/2001, 30 de agosto, Reglamento de accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas (normativa autonómica) (8)
- Norma UNE 100165 Climatización: Extracción de humos y ventilación de cocinas. Noviembre 2004. (9)
- Norma UNE 12101-3 Sistemas de control de humos y calor. Parte 3: especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos. Noviembre 2002. (10)

4.3. Normativa sobre acústica y vibraciones.

- Real Decreto 1371/2007, de 19 de Octubre, Documento Básico DB-HR del Código Técnico de la Edificación. (11) Forma parte del CTE citado en el *punto 4.2.*
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León. (12)
- Ordenanza sobre ruido y vibraciones 2013, 7 de mayo de 2013. (13)

4.4. Otras Normas.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (14)
- Ley 11/2003, de 8 abril 2003. Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León. (15)
- BOP 18-11-2009, Ordenanza sobre prevención del alcoholismo y otras medidas de control sobre establecimientos hosteleros. (16)
- BOP 16-3-2009, Ordenanza de publicidad exterior. (17)
- BOP 16-3-2009, Reglamento municipal para la protección del medio ambiente atmosférico. (18)

4.5. Normativa de medida y evaluación del aislamiento acústico.

Además de estas normas, que rigen el correcto funcionamiento del edificio bajo distintos puntos de vista, existe una normativa de medida y evaluación del aislamiento acústico que hemos de conocer y aplicar en el desarrollo del presente trabajo:



-
- ISO 140-4: 1998 Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in situ” del aislamiento a ruido aéreo entre locales. (19)
 - ISO 140-5: 1998 Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición “in situ” del aislamiento a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (20)
 - ISO 140-7: 1998 Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in situ” del aislamiento de suelos a ruido de impactos. (21)
 - ISO 717-1: 1996 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. (22)
 - ISO 717-2: 1996 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos. (23)

5_ ACOTACIÓN DE POSIBILIDADES DE INTERVENCIÓN.

Con el objeto de asumir las restricciones y exigencias más relevantes de la normativa, se realiza previamente un análisis de las normas vigentes (todas ellas expuestas en el *punto 4*) que son de aplicación en el proyecto.

Se analiza a continuación hasta qué punto el hecho de asumir la muy diversa normativa de aplicación, limita las posibilidades de intervención en la fase de diseño.

Obviamente no ha sido posible desarrollar un estudio en profundidad y por tanto una propuesta de diseño de las instalaciones acorde con el RITE. Lo mismo ocurre con las soluciones de fachada que puedan entrar en discrepancia con el Plan Especial del Casco Histórico (P.E.C.H), generando unas dudas que exigirían un análisis en profundidad de esta norma. Estos aspectos no sido tratados con profundidad en el trabajo debido a la falta de tiempo y al enfoque eminentemente acústico del mismo. No obstante se ha tomado la precaución de establecer los puntos básicos a tener en cuenta a la hora de realizar una propuesta adecuada que cumpla escrupulosamente con la ley. De esta manera se evitan soluciones improvisadas en estadios más avanzados de diseño, y se asegura una solución versátil preparada para asumir las modificaciones pertinentes en un futuro.

Estas restricciones y exigencias se han desarrollado en el *Anexo 2*

5.1. Exigencias de aislamiento

Como ya se ha dicho, en el *Anexo 2* se muestran las exigencias de la normativa que pueden influir en el diseño de proyecto. Estas exigencias están pautadas desde varias disciplinas. Dado que se va a hablar mucho a lo largo del documento de las condiciones de aislamiento y acondicionamiento acústico marcadas por ley, en este punto se muestran directamente estas exigencias, así como su ubicación dentro de la respectiva norma. En negrilla se muestran los valores utilizados en el desarrollo del presente trabajo.

Ley 5:2009 del ruido de Castilla y León (12)

Punto 2 Anexo I*

- Límite de inmisión en ambiente exterior $L_{Aeq,5s} \leq 50$ dB(A).

Punto 3 Anexo I*

- Límite de inmisión en viviendas, recintos protegido $L_{Aeq,5s} \leq 25$ dB(A).
- Límite de inmisión en viviendas, recintos habitables $L_{Aeq,5s} \leq 30$ dB(A).
- Límite de inmisión en zonas comunes $L_{Aeq,5s} \leq 35$ dB(A).
- Límite de inmisión en otros recintos de actividad $L_{Aeq,5s} \leq 55$ dB(A).

Punto 3 Anexo III*

- Aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A} \geq 70$ dB(A). **Si el cerramiento limita con vivienda.**
- Aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A} \geq 55$ dB(A). **Si limita con recinto interior colindante que no es vivienda.**

Punto 5 Anexo I*

- Límite de nivel global de presión a ruido de impactos transmitido a viviendas colindantes (improbable, puesto que el local está debajo de las viviendas) $L'_{nTw} \leq 30$ dB.

*Todos los valores son para este caso de estudio concreto (local Tipo II, área receptora interior uso vivienda y horario nocturno). Se aplicarán las correcciones por componentes tonales, impulsivas y bajas frecuencias.



CTE DB HR (11)***Punto 2.1.2.***

- El nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w} \leq 60\text{dB}$, en un **recinto habitable colindante** vertical, **horizontalmente** o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones.

Punto 3.1.2.4.

- **Medianerías: $R_A \geq 45 \text{ dB}$.**

Nota: No se incluyen las exigencias en materia de aislamiento a ruido aéreo por ser más restrictivas las exigencias las exigencias de la Ley 5 del ruido de Castilla y León.

Ordenanza sobre el ruido y vibraciones, 2013, 7 de mayo de 2013. (13)***Art. 23***

- Aislamiento acústico mínimo de **fachadas $D_A \geq 45$** .*
* Valor para actividad tipo II

6_PROCEDIMIENTO.

Como ya se ha explicado, el propietario otorgó permiso para acceder de manera ilimitada al local de actividad objeto de estudio. También, dado que es el propietario del edificio completo, se obtuvo permiso para acceder a cualquier estancia del mismo. Esto incluye viviendas, recintos de actividad, zonas comunes, cuartos de instalaciones o cualquier otra estancia que pueda considerarse recinto colindante y sea susceptible de ser estudiado. Por ello, se aprovechó esta oportunidad para realizar una “evaluación” acústica previa del local **in situ**. Los datos de aislamiento obtenidos de esta manera son considerados como los reales, de una fiabilidad por encima de cualquier estimación, incluida la obtenida mediante la Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE.

Los valores obtenidos por medición in situ sirvieron de punto de partida para el planteamiento de soluciones adaptadas a las necesidades de diseño, programa y la normativa.

Se siguió el guion que se presenta a continuación:

Estudio del aislamiento a recintos colindantes.

Para poder realizar propuestas de aislamiento adecuadas para el cumplimiento de las exigencias, era necesario conocer de la manera más exacta posible la realidad de la que se partía. Para ello se abordó el estudio en diversas etapas:

- **Medición in situ** el aislamiento a ruido aéreo e impacto entre el local de estudio y recintos colindantes. Los equipos de medida han sido facilitados por la UVa (Máster Ingeniería Acústica y Vibraciones).
- **Estimación** del índice D_{nTA} y el L'_{nTW} de los conjuntos de recintos medidos in situ empleando la **Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE** (versión 3.0), introduciendo las soluciones constructivas utilizadas en el edificio, obtenidos del proyecto de ejecución y de la inspección visual efectuada en el local.
- Una vez realizadas estas dos operaciones, **se compararon** los valores obtenidos por medición in situ con los estimados por la herramienta. De esta manera, los datos de la medición in situ son empleados para verificar y ajustar la estimación que realiza la herramienta de cálculo del DB HR y asegurar que lo que se considera como situación inicial de cálculo se corresponde con la realidad encontrada. Tras la comparación, se está en condiciones de contar con la predicción de la herramienta de cálculo como punto de partida y sobre ella poder prever la mejora real alcanzada tras incorporar los trasdosados, falsos techos o suelos flotantes seleccionados que se propongan.
- Incorporación de los elementos adicionales necesarios (falsos techos, trasdosados...) para alcanzar los niveles exigidos por la legislación más restrictiva de todas las aplicables. Con el fin de no retrasar el análisis acústico por cuestiones de diseño, se hizo en dos fases:
 - Primeramente se aplicó un conjunto de soluciones standard a base de trasdosados ligeros autoportantes y falso techo de material aislante y placas de yeso laminado.
 - Posteriormente, una vez decidido el diseño final, se aplicaron las soluciones definitivas.

De esta manera, a medio camino entre lo experimental y lo didáctico, se trata de conseguir una aproximación más real de las necesidades de aislamiento acústico del local, sirviéndose de la herramienta del CTE para asegurar que se conoce suficientemente bien la realidad de la que se parte.



Estudio de las soluciones de fachada y medianera.

También se efectuaron medidas de diferencias de nivel con el exterior, pero se desestimó su utilidad por el estado inacabado o deteriorado de las fachadas. Tampoco la herramienta oficial de cálculo del HR CTE tiene una base de datos suficientemente amplia como para realizar una estimación válida. En el *punto 8.2* se sugiere que el cumplimiento de las exigencias acústicas de las fachadas pasa por la sustitución de los vidrios por unos de alto aislamiento acústico.

En cuanto a la medianera, la necesidad de obtener el permiso para medir en sala receptora nos hizo desestimar la medición in situ.

Estudio del acondicionamiento acústico.

Carece de sentido evaluar el tiempo de reverberación del estado actual, puesto que todas las superficies serán revestidas. Para lograr un valor del tiempo de reverberación adecuado, se utilizará también la Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE para calcular dicho parámetro.

7_ESTUDIO DEL AISLAMIENTO A RECINTOS COLINDANTES.

7.1. Estado actual: Medición y necesidades

Se midió la diferencia de niveles estandarizada a ruido aéreo del local con algunos de los recintos protegidos y habitables colindantes, así como el aislamiento a ruido de impacto de nuestro local con un recinto de actividad colindante horizontal. Por último, se midió también la diferencia de niveles a ruido aéreo de la fachada de la Plaza Mayor. Las plantas de nuestro local se mostraron en la *figuras 3.2 y 3.3* y los planos completos de la situación actual se encuentran en el *Anexo 1* del presente documento. Se adjuntan las *figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4* como imágenes del proceso de medición.



Figura 7.1_Proceso de medición.



Figura 7.2_Proceso de medición.



Figura 7.3_Proceso de medición.



Figura 7.4_Proceso de medición.

7.1.1_ Medición in situ del estado actual.

Se debe puntualizar que dado el estado del local, una obra aún con detalles por rematar, el aislamiento obtenido por la medición puede ser inferior al que obtendríamos sencillamente con rellenar las juntas, incorporar un recredido de mortero hasta la altura de las puertas, etc. Este hecho es de especial importancia a la hora de interpretar el resultado obtenido para el aislamiento de la **fachada a Plaza Mayor**, como puede observarse en la *figura 7.5*. La presencia de un elevado porcentaje de vidrios rotos en la **fachada a la calle Correos** nos hizo desestimar en ensayo de esta fachada, véase la *figura 7.6*.





Figura 7. 4_estado actual de fachada a Plaza Mayor.



Figura 7. 5_ Estado actual de fachada a calle Correos.

El procedimiento, las normas utilizadas y los índices obtenidos se detallan en el *Anexo 3*. No obstante se indican de manera esquemática a continuación:

- Para analizar el **aislamiento a ruido aéreo de los elementos de separación horizontales**, se realizaron los siguientes pasos:
 - Medición, en tercios de octava, de la diferencia de nivel estandarizada D_{nT} del local con recintos protegidos (salón 1°C) y el recinto de actividad adyacente horizontal (*figura 7.7*), siguiendo la norma ISO 140-4.



Figura 7. 6_Aislamiento a ruido aéreo de elemento de separación horizontal: De izq a derecha: recinto emisor en entreplanta (rojo), recinto receptor en planta primera (verde).

- Se obtuvo un índice $D_{nTA}=52 \text{ dB(A)}$ [valor con un decimal: 52,5 dB(A)]
- Siguiendo la norma ISO 717-1, se obtuvo el índice $D_{nTw}=53 \text{ dB}$ y sus correspondientes coeficientes de adaptación espectral:

$$C=-1 \text{ dB}, C_{tr}=-5 \text{ dB y } C_{Tr50-5000} = -7 *$$

*El valor D_{nTw} y sus correspondientes coeficientes de adaptación espectral C , C_{tr} y $C_{Tr50-5000}$ no son de aplicación en España, por lo que se añaden de manera complementaria al índice D_{nTA} , que es el de aplicación. Comprobaremos así que se cumple la expresión $D_{nTA} = D_{nTw} + C$

- Para comprobar el **aislamiento a ruido aéreo de los elementos de separación vertical**, se realizó el ensayo en la entreplanta, evaluando el elemento constructivo que separa el local objeto de reforma del local de actividad colindante (*figura 7.8*). Bajo la suposición lógica de que todos los elementos de separación interior vertical que delimitan el local son iguales en su solución constructiva (medio pie de ladrillo hueco o perforado), se entendía éste como el caso más desfavorable, puesto que la **caja de escaleras** del edificio de viviendas incorpora ya un revestimiento continuo en su cara expuesta al local receptor. Tras obtener unos planos más actualizados del edificio se descubrió que este elemento de separación forra

con dos hojas de medio pie de ladrillo perforado una cercha metálica. Habría sido interesante pues, para completar el estudio, una medición del aislamiento a ruido aéreo entre nuestro local y la caja de escaleras, así como de nuestro local y el recinto de actividad colindante cuando el elemento de separación vertical es un muro de medio pie de ladrillo perforado (en lugar de las dos hojas de ladrillo con cercha metálica en la cámara). No se realizaron estas mediciones porque demoraría en exceso el desarrollo del proyecto, al ser una de las fases iniciales.



Figura 7. 7_ Aislamiento a ruido aéreo de elemento de separación vertical: recinto emisor en entreplanta (rojo), recinto receptor en entreplanta (verde).

Los valores obtenidos, evaluando de la misma manera que la descrita en el punto anterior, son:

$$D_{nTA}=44 \text{ dB(A)} \text{ [valor con un decimal: } 43,7 \text{ dB(A)]}$$

$$D_{nTw} (C, C_{tr}) = 44 \text{ (-1;-3) dB}$$

$$D_{nTw} (C, C_{tr.50-5000}) = 44 \text{ (0;-6) dB}$$

- En el caso anterior, también se midió el **nivel de presión a ruido de impacto estandarizado** L'_{nT} , en la sala receptora (entreplanta del recinto de actividad colindante horizontal), siguiendo la norma ISO 140-7, y posteriormente se siguió la norma ISO 717-2 para obtener un índice global $L'_{nTw}=57$ y su coeficiente de adaptación espectral $C_I = (-4) \text{ dB}$.
- Finalmente, se midió, también en tercios de octava, la diferencia de nivel **D de fachada a Plaza Mayor** (figura 7.9);, según la Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León, y obteniendo un índice global $D_A=29 \text{ dB(A)}$ * [valor con un decimal: 29,4dB(A)]

*Se desestimó la utilidad de este resultado porque aún estaban por rematar los cercos de las puertas.



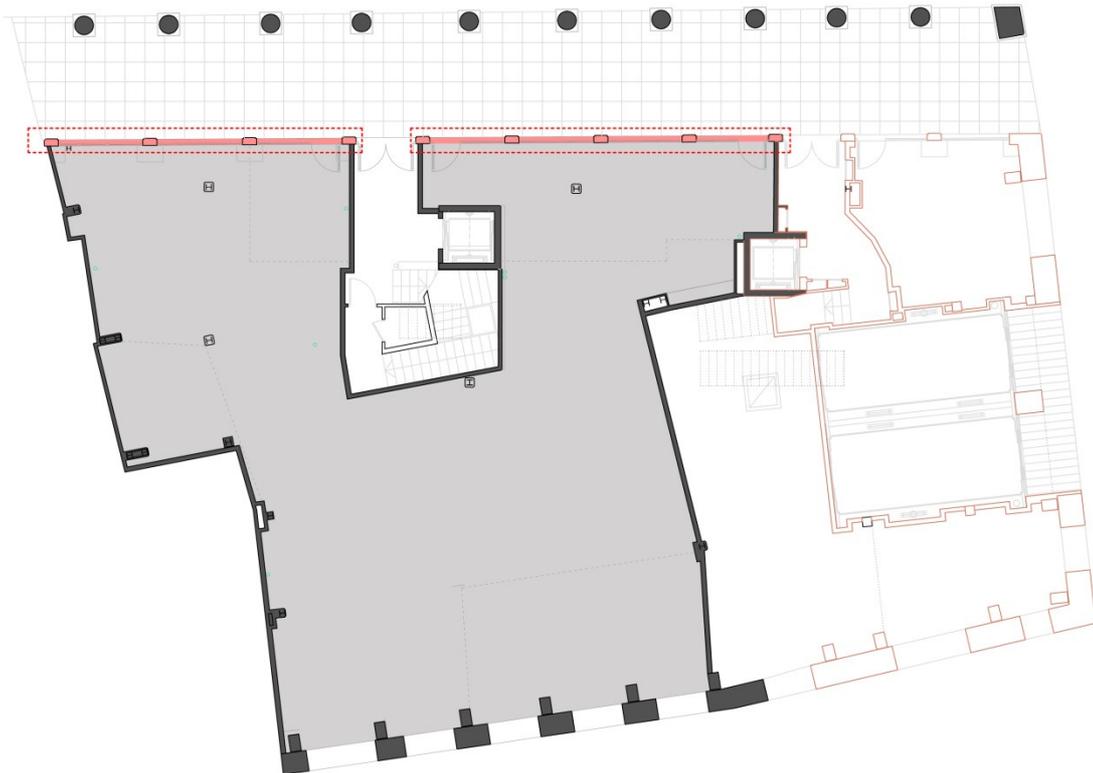


Figura 7. 8_ Fachada a Plaza Mayor.

7.2. Modelado herramienta CTE: Aproximación a los datos obtenidos.

Una vez obtenidos los índices D_{nTA} y L'_{nTW} por medición in situ, se modelaron los diferentes casos con la Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE, versión 3.0, buscando que la herramienta produjera una estimación ajustada a estos datos.

La sistemática a seguir ha sido la siguiente para cada caso de estudio:

- Elegir el par de recintos emisor-receptor utilizando el selector de recintos que incorpora la propia herramienta.
- Seleccionar cuál es el recinto emisor y cuál es el receptor, rellenando siempre los datos solicitados de manera consecuente con esta selección.
- Introducir los parámetros dimensionales que pide el programa: volúmenes, superficies y longitudes de aristas de contacto entre los elementos de separación y los flancos.
- Identificar las soluciones constructivas presentes en los recintos a estudiar.
- Seleccionar del Catálogo de Elementos Constructivos los elementos constructivos que delimitan los recintos. Alternativamente se puede incorporar a la base de datos del programa elementos constructivos adicionales definiendo sus características constructivas y acústicas, para poder utilizarlos posteriormente
- Finalmente, seleccionar adecuadamente el tipo de unión entre los elementos constructivos, pues esta selección condiciona de forma automática el valor de los coeficientes K_{ij} . Es importante encontrar el modelo de unión que mejor se ajuste a la realidad constructiva.
- Obtención de resultados.

7.2.1_Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical

a) Conjunto emisor receptor:

Siguiendo el esquema definido, comenzaremos por seleccionar la pareja de recintos que más se acerque al caso que queremos representar. Se aporta a continuación un gráfico de factura

propia mostrando la geometría real, *figura 7.10*, y el conjunto escogido en el programa, *figura 7.11*, y que responde al título de recintos superpuestos con una arista común (garaje) :

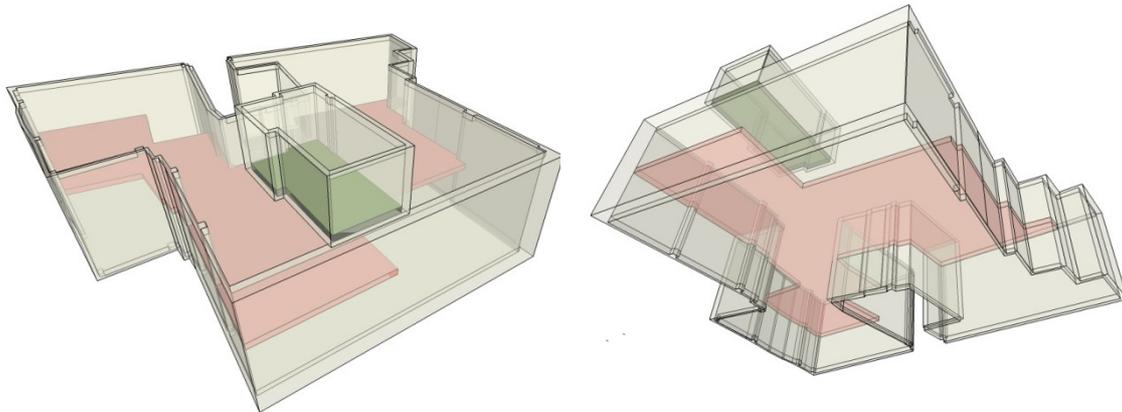


Figura 7.9_ Relación real de los dos recintos, de izquierda a derecha: vista superior e inferior. Rojo: emisor, verde: receptor.

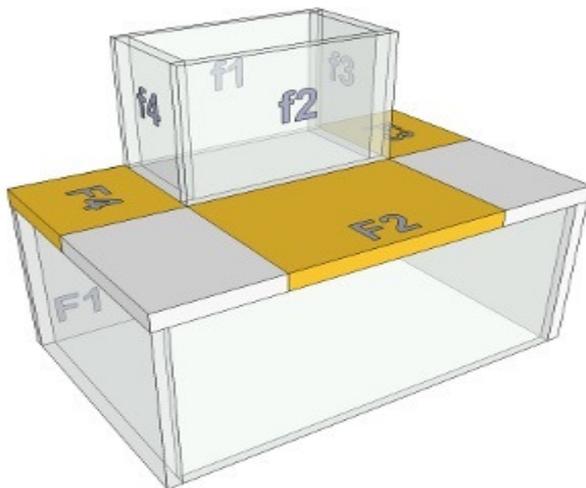


Figura 7.10_ Opción del CTE utilizada.

Viendo estas figuras se aprecia lo acertado de la elección. En la *figura 7.10* podemos ver cómo la doble altura en el recinto emisor (rojo), que comunica la entreplanta con la planta baja, introduce una variación que habrá que considerar en el momento de definir las características volumétricas.

b) Identificar el recinto emisor y el receptor en el programa:

El siguiente paso será definir los recintos emisor y receptor: Se establece como recinto emisor (de actividad) aquel cuyos flancos se nombran con letras mayúsculas, recinto 1, acorde con lo indicado en la *figura 7.11*. El recinto receptor o recinto 2 se corresponderá con el salón, tipificado como recinto protegido.

c) Parámetros dimensionales:

Una vez hecho esto, se está en disposición de introducir los parámetros dimensionales que demanda el programa. Se optó por definir como local emisor la entreplanta del local, considerándose así, el volumen del recinto emisor como el producto de la superficie útil del local en entreplanta (195,34 m²) por su altura libre (2,50 m). Se muestran los volúmenes de recinto emisor y receptor considerados en la *figura 7.12*.



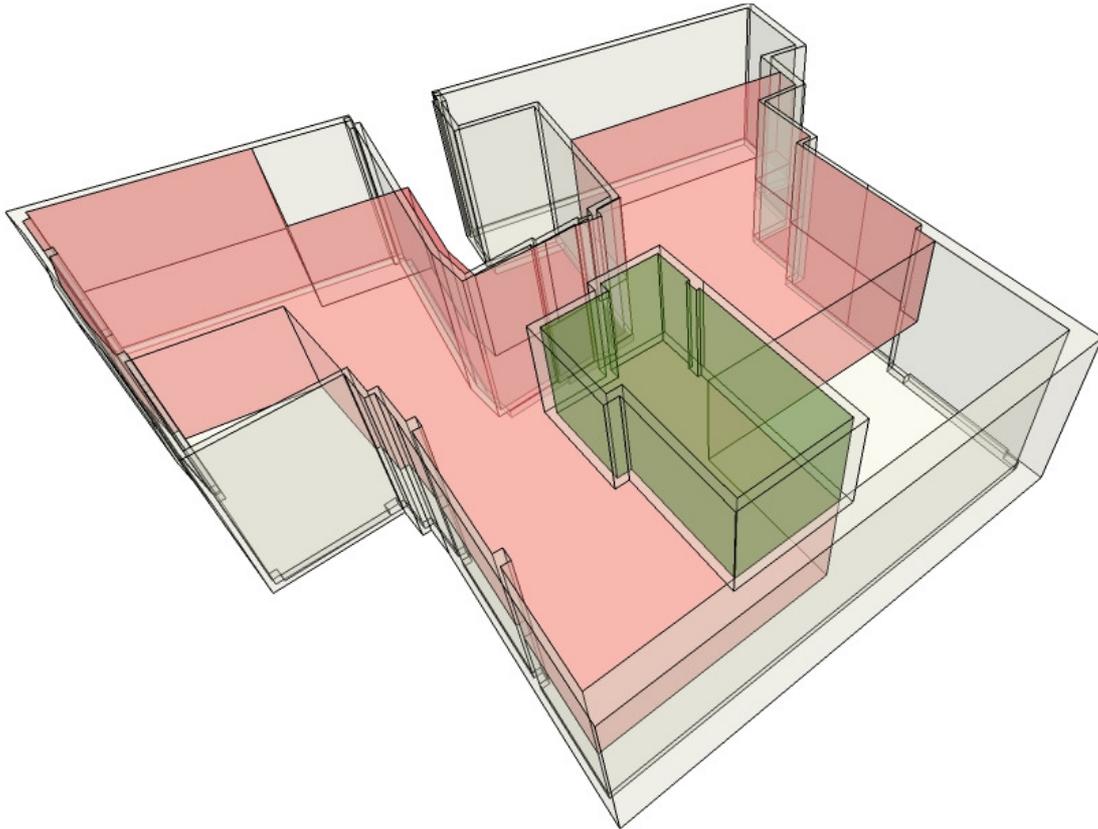


Figura 7. 11_ Volúmenes de recinto emisor y receptor introducidos en la Herramienta del CTE.

d) Soluciones constructivas del local:

Cumplimentados cuidadosamente los requisitos dimensionales demandados por el programa, se procede, de acuerdo con el guion establecido al comienzo del punto 7.1.2, a introducir las soluciones constructivas del local.

Tras inspección visual, conversaciones con el arquitecto que realizó la obra y consultando el presupuesto del proyecto original, que amablemente facilitó la propiedad, se estimó que las soluciones constructivas existentes eran las siguientes:

▪ Elemento de separación horizontal:

- **Forjado** de chapa colaborante horizontal formado por chapa de acero galvanizado tipo TZ-60 y capa de compresión de hormigón HA 25 N /m², consistencia plástica, tamaño máx. de árido de 20 mm, con una cuantía de acero corrugado de 6kg/m² y mallazo de reparto 20x20x8x8, espesor total de 120 mm.
- Perfiles laminados para **vigas y brochales** que sirven de apoyo a la chapa colaborante, Acero A 42B, formados por pieza simple, tipo IPN, IPE, HEB, HEA, LPN, UPN, trabajados en taller y colocados en obra.
- **Recrecido con mortero** de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6 (M-40) de 8 cm de espesor, con acabado superficial ruleteado con mortero de cemento CEM II/BP 32,5 N y arena de río 1/2.
- **Pavimento flotante de parqué** compacto 2000x120x20 mm, clase extra (s/n UNE 56809-1), machihembrada en sus cuatro lados, con dos capas de barniz de secado ultravioleta y dos capas de terminación de barniz poliuretano, colocadas con clips cada 70 cm sobre membrana antihumedad, colocado sobre recrecido de piso.
- **Aislamiento termo-acústico** Ursa Terra Plus con panel rígido de lana de roca aglomerada con resinas termoendurecibles. Aunque en el presupuesto se especifica que su espesor es de 80 mm, se pudo comprobar que los rollos sobrantes de la obra eran de 45 y 60 mm,

figura 7.13. Tras conversaciones con el arquitecto, se desestima la posibilidad de que colocasen dos planchas de 45 mm para conseguir un espesor aproximado a los 80 mm descritos en el presupuesto.

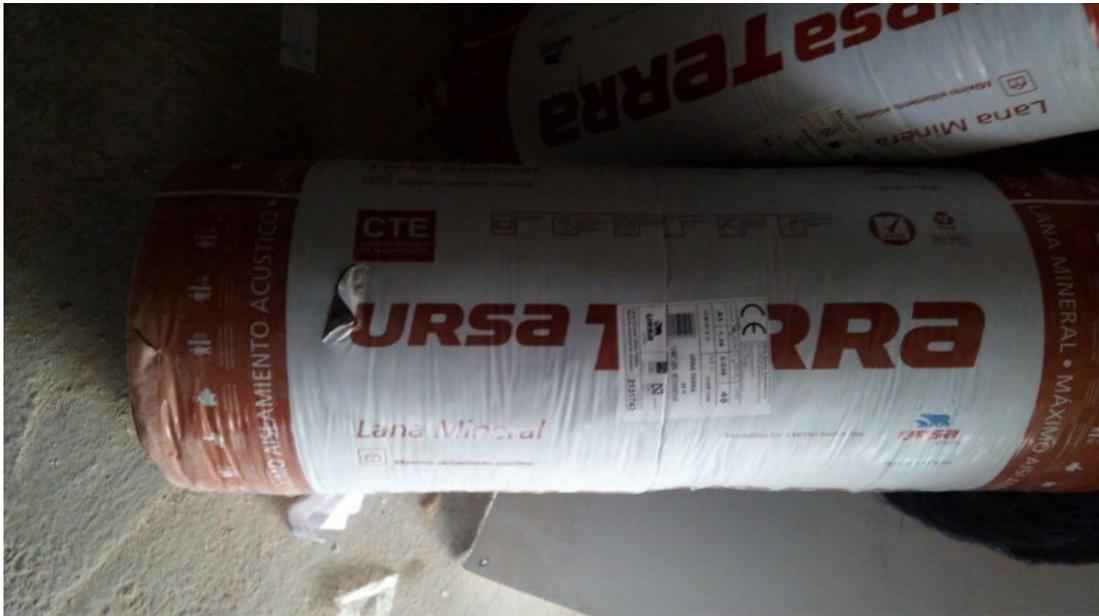


Figura 7. 12_ Imagen de uno de los rollos sobrantes del material utilizado para el aislamiento.

- **Falso techo suspendido** Pladur M0, doble placa de yeso laminado de 15 mm. Información extraída del detalle constructivo del proyecto de ejecución, incorporado en el presente documento en la *figura 7.14*. Probablemente esta solución se instaló en las viviendas, pero es seguro que no se instaló en el local objeto de estudio, por lo que quedó la lana de roca expuesta, ver las *figuras 7.15*.

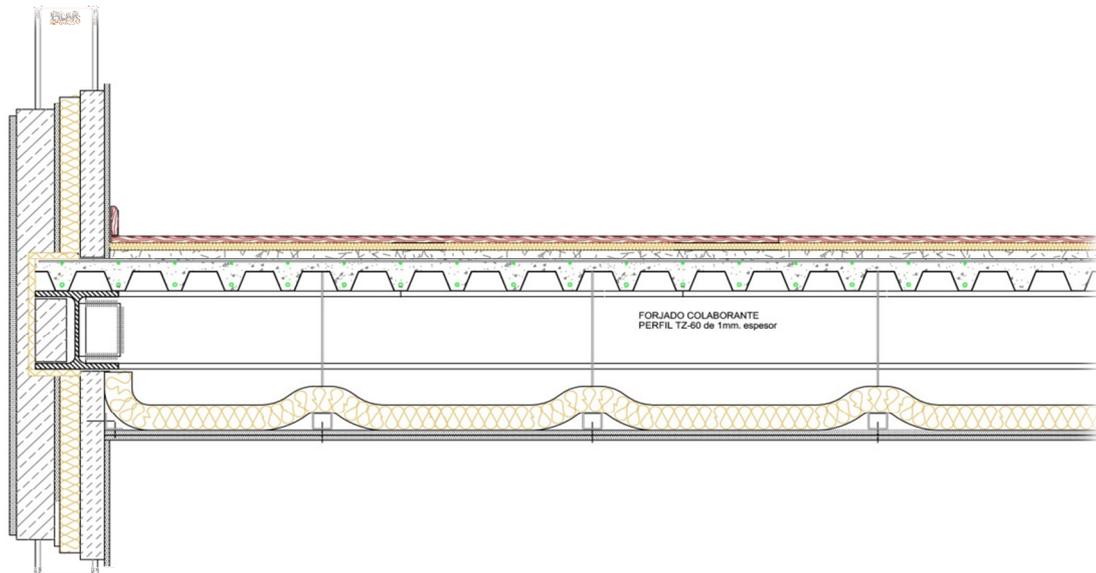


Figura 7. 13_ Detalle constructivo del forjado, extraído del proyecto de ejecución.





Figura 7. 14_ Lana de roca expuesta, falso techo sin placa yeso laminado instalada.

Nota: El presupuesto incorpora en su capítulo “revestimientos y falsos techos” una unidad de obra bajo el título AIS.TERM.FORJADO VID.CELULAR 20, cuya definición es: aislamiento térmico realizado con placas de vidrio celular de 20 mm de espesor, colocado en posición horizontal, en forjados. Consultando la *figura 7.14*, se correspondería con una lámina anti-impacto colocada sobre el recrecido de mortero. En la *figura 7.16* se muestra un zoom sobre la zona, con este elemento coloreado en rojo. El arquitecto, a la vez que jefe de obra, negó que se colocase tal elemento, al ser la obra previa a la entrada en vigor del DB HR.

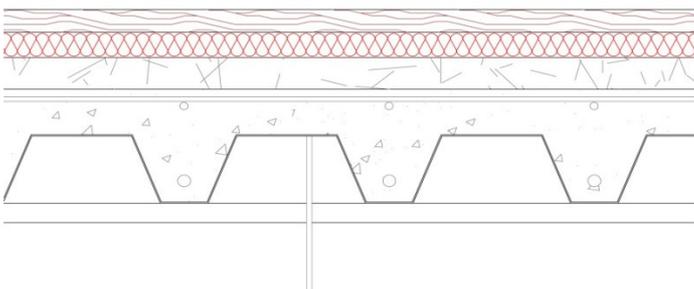


Figura 7. 15_ Detalle constructivo del forjado, Zoom mostrando en rojo la hipotética lámina anti-impacto.

Zoom sobre plano extraído del proyecto de ejecución.

La solución, en definitiva, que se considera es la existente en el local objeto de estudio es la expuesta en la *figura 7.17*, de elaboración propia, sin falso techo ni lámina anti-impacto.

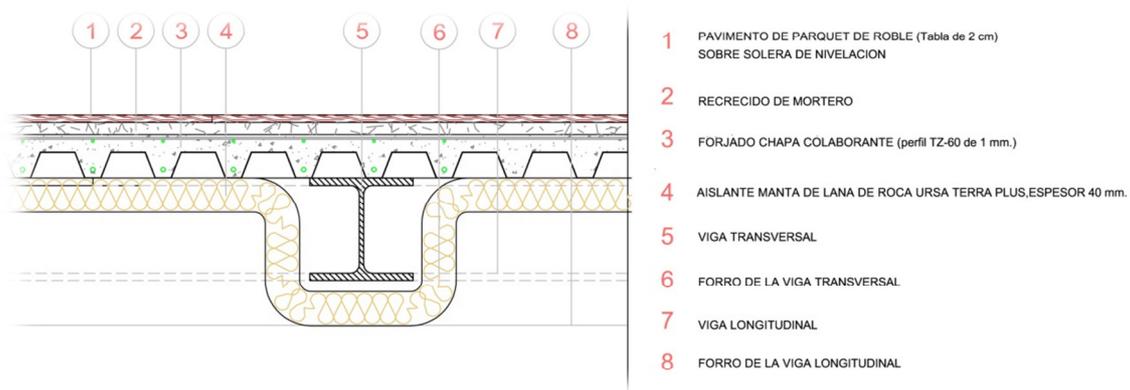


Figura 7.16_ Detalle constructivo del forjado techo de entreplanta. Elaboración propia.

▪ Elemento de separación vertical:

- **Vivienda:** Tabique formado por doble placa de yeso laminado tipo N de 15 mm de espesor, a cada lado de una estructura de acero galvanizado de 46 mm de ancho, a base de Montantes (elementos verticales), separados entre ejes 400 mm y Canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 106 mm calidad de terminación Nivel 2 (Q2) para terminaciones estándar de pintura o papel pintado normal (a definir en proyecto). Alma con Lana Mineral de 40 a 50 mm de espesor.
- **Fachadas:**
- **Fachada planta primera:** del presupuesto se obtiene la siguiente unidad de obra: cerramiento formado por fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie de espesor, enfoscado interiormente, con mortero de cemento CEMII/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, cámara de aire de 50 mm y tabicón de ladrillo hueco doble, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6. También aparece la siguiente unidad de obra: Aislamiento térmico mediante espuma rígida de poliuretano fabricada in situ realizado por proyección sobre la cara interior del cerramiento de fachada, con una densidad nominal de 35 kg/m³. y 40 mm de espesor nominal. Se asume que la espuma de poliuretano de 40 mm de espesor rellena la cámara de aire de 50 mm, y que si se ha separado en el presupuesto ha sido a efectos de desglosar mejor el coste. El cerramiento que aparece en la **figura 7.14** no se corresponde con el de la fachada estudiada aquí.
- **Fachada planta baja y entreplanta:** Es la fachada que nos interesa, la que encierra nuestro local. Se mantuvo la construcción existente en esta zona, y fue a partir de esta planta donde se derribó y se construyó con la solución indicada en el punto anterior. Se puede ver una hoja exterior de ladrillo macizo de medio pie (240 mm), y una hoja interior de ladrillo revestido de mortero, pero se desconoce su composición interior hasta alcanzar los 650 mm que tiene de espesor (según plano del documento básico del proyecto de reforma, incluido en el presente documento como los *planos 03 y 04 del Anexo 1*).

e) Selección de las soluciones constructivas de la base de datos del programa

La herramienta dispone de una base de datos de soluciones constructivas cuyo comportamiento acústico está perfectamente caracterizado. No obstante muchas de las soluciones y elementos constructivos que encontramos en la actualidad no están reflejadas en esta base de datos. Este es el caso del elemento horizontal:

- No existe el forjado de chapa colaborante.
- Todos los suelos son de tipo flotante, nuestro caso no lo es, pero tiene un recrecido de mortero de 80 mm y una tarima de madera de roble de 20 mm que aportan al aislamiento acústico a ruido aéreo.



- Todos los falsos techos son completos, caracterizando acústicamente el conjunto placa de yeso laminado-aislante, placa de yeso laminado-cámara, placa de yeso laminado-cámara-aislante... No se encuentra el aislante como elemento individual.

Tras consultar con personal especializado del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (responsable del desarrollo de la Herramienta), se ha considerado que la solución que mejor se ajusta a la realidad existente es la siguiente: modelar el conjunto forjado de chapa colaborante-pavimento como un forjado genérico de masa equivalente a la suma de ambos elementos. Como medida de ajuste, al valor del aislamiento a ruido aéreo obtenido in situ se le descontó la mejora introducida por la plancha de lana de roca.

Así pues, es necesario calcular el peso del conjunto “forjado-pavimento de planta 1ª”, y se hizo de la siguiente manera:

- Para la solución del forjado de chapa colaborante, se asumió una densidad de hormigón armado de 2200 kg/m³ (24) y para el recocado de mortero (presente en el pavimento de las viviendas) una densidad de 2000 kg/m³. Asignando un espesor del recocado de 80 mm, y un espesor medio de la chapa colaborante de 90 mm, se obtiene una densidad superficial del conjunto de 358 kg/m².
- Para incorporar al peso el efecto de las vigas se ha multiplicado la longitud total de todas las vigas de la entreplanta por su peso lineal, y después se ha distribuido ese peso de manera homogénea por la superficie del forjado.

El peso de las vigas se ha obtenido de la página web de la Universidad de Granada (25) y se adjunta en la *figura 7.18* la tabla con el valor para los perfiles HEB-240 remarcados.

Perfiles HEB

Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros			Peso p kp/m
	h mm	b mm	e mm	e ₁ mm	r mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x m ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _a cm ⁶	w mm	w ₁ mm	a mm	
HEB 100	100	100	6,0	10	12	56	567	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3375	55	-	13	20,4
HEB 120	120	120	6,5	11	12	74	686	34,0	82,6	864	144	5,04	318	53	3,06	14,9	9410	65	-	17	26,7
HEB 140	140	140	7,0	12	12	92	805	43,0	123	1509	216	5,93	550	79	3,58	22,5	22480	75	-	21	33,7
HEB 160	160	160	8,0	13	15	104	918	54,3	177	2492	311	6,78	889	111	4,05	33,2	47940	85	-	23	42,6
HEB 180	180	180	8,5	14	15	122	1040	65,3	241	3831	426	7,66	1363	151	4,57	46,5	93750	100	-	25	51,2
HEB 200	200	200	9,0	15	18	134	1150	78,1	321	5696	570	8,54	2003	200	5,07	63,4	171100	110	-	25	61,3
HEB 220	220	220	9,5	16	18	152	1270	91,0	414	8091	736	9,43	2843	258	5,59	84,4	295400	120	-	25	71,5
HEB 240	240	240	10,0	17	21	164	1380	106,0	527	11259	938	10,3	3923	327	6,08	110	486900	90	35	25	83,2
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1500	118,4	641	14919	1150	11,2	5135	395	6,58	130	753700	100	40	25	93
HEB 280	280	280	10,5	18	24	196	1620	131,4	767	19270	1380	12,1	6595	471	7,09	153	1130000	110	45	25	103
HEB 300	300	300	11,0	19	27	208	1730	149,1	934	25166	1680	13,0	8563	571	7,58	192	1688000	120	50	25	117

Figura 7. 17_ Tabla con los pesos lineales de los perfiles HEB.

Los metros lineales de vigas HEB-240 son 220,62 m (medidos sobre plano), multiplicándolos por 83.2 kg/m tenemos un incremento de peso total del forjado de 18355,58 kg. Distribuyendo este incremento de peso entre los 300,43 m² se obtienen 61,10 kg/m² a sumar al peso del conjunto “forjado-pavimento de planta 1ª”.

- Sumando este valor a los 358 kg/m² del hormigón del conjunto forjado-pavimento se obtuvo un valor de 358 kg/m² + 61,10 kg/m² = **418,10 kg/m²**.
- La herramienta ofrece en su base de datos un forjado genérico de 400 kg/m² y otro de 425 kg/m². Escogemos la densidad de 400 kg/m², porque así, en última estancia realizaremos un cálculo del aislamiento del lado de la seguridad.

- En cuanto al efecto de la lana de roca, consultando el Catálogo de Elementos Constructivos (24), en su tabla 4.5.2.1 asigna un $\Delta R_A=1$ dB(A). Así pues, se espera obtener un $D_{nTA}=51$ dB(A), que se corresponde con los 52 dB(A) obtenidos in situ, restándole 1 dB(A) aportado por la lana de roca.

Para la **fachada**, se ha escogido para el recinto receptor la solución definida por LP115+RM+AT+LH70+Enl 15(valores medios), que corresponde a una fachada compuesta por ladrillo perforado de 115 mm de espesor + revestimiento intermedio + aislante + ladrillo hueco de 70 mm espesor + enlucido de 15 mm. Se ajusta bastante bien a la solución de las plantas primera y superiores.

En cuanto a la fachada en planta baja y entreplanta, no se conoce ciertamente su composición, ni existe en la base de datos una solución que pueda representarla. Por ello se ha utilizado la misma solución que en planta primera, resolviendo finalmente toda la fachada con la misma solución.

La solución de los **tabiques de la vivienda** (entramado autoportante de montantes de 45 mm con lana de roca y doble placa en ambas caras) se encuentra disponible en la base de datos, con lo que simplemente se trata de ubicarla y seleccionarla.

f) Selección de uniones.

Último paso, en el selector de uniones se escoge el tipo de unión, dependiendo del tipo de elemento que interviene en la unión:

- Arista 1: Forjado–Fachada → Unión en T de doble hoja y elemento homogéneo interrumpiendo la cavidad.
- Arista 2: Forjado–Pared → Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo.
- Arista 3: Forjado–Pared → Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo.
- Arista 4: Forjado–Pared → Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo.

Se adjunta una captura de pantalla, *figura 7.19*, de la selección de uniones en el programa.

Uniones de los Elementos Constructivos						
Tipo de unión		K_{F1}	K_{F2}	K_{DF}		
Arista 1 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de doble hoja y elemento homogéneo interrumpiendo la cavidad (orientación 3)	22.5	11.2	11.2	Vista en sección lateral
Arista 2 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.3	-4.3	19.3	Vista en sección lateral
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.3	-1.7	19.3	Vista en sección frontal
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.3	-3.4	19.3	Vista en sección frontal

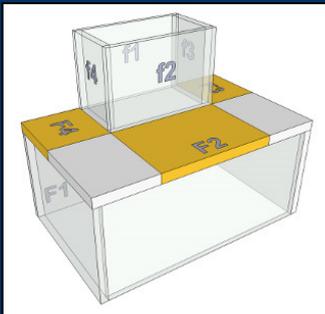


Figura 7. 18_ Captura de pantalla de la selección de uniones en la herramienta del CTE.

g) Resultados.

Introducidos estos datos el programa da la estimación del índice $D_{nTA}=51$ dB(A), plasmados en la *ficha justificativa 1 del Anexo 4*.



7.2.2_Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal

El proceso a seguir es siempre el mismo, por lo que se comenta sobre el guion general, expuesto en el punto 7.2, las principales variaciones que se tuvieron en cuenta para el caso de estos dos recintos determinados.

a) Conjunto emisor receptor:

Se muestran, como se hizo en el caso anterior, dos figuras con el fin de mostrar las semejanzas y diferencias entre el caso real y el modelo escogido en la herramienta del CTE. Las figuras son la *figura 6.20* y *figura 6.21*, que muestran respectivamente el caso real y el caso modelado:

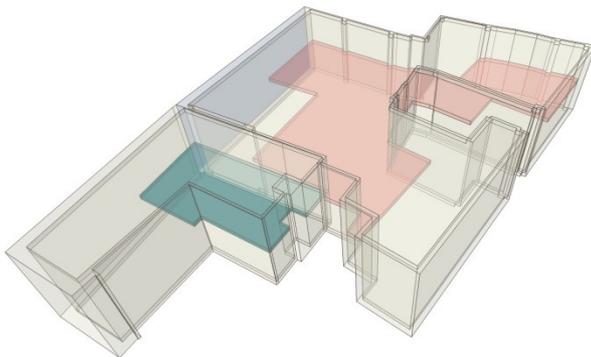


Figura 7.19_ Recintos emisor y receptor caso real, vista superior e inferior. Rojo: recinto emisor, azul: receptor.

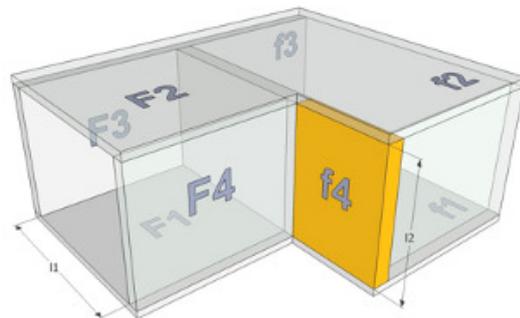


Figura 7.20_ Conjunto de recintos emisor y receptor escogidos en la herramienta del CTE. Minúscula: recinto emisor, mayúsculas: recinto receptor.

b) Identificar el recinto emisor y el receptor en el programa:

Se establece como recinto de actividad adyacente aquel cuyos flancos se definen con letras mayúsculas, recinto 1, acorde con lo indicado en la *figura 7.21*. El recinto 2 se corresponderá con nuestro recinto de actividad. No obstante se ha tipificado el recinto 1 como recinto protegido, para que las exigencias coincidan con lo exigido en la Ordenanza sobre ruido y vibraciones de Valladolid ($D_{nTA}=55$ dB(A)).

c) Parámetros dimensionales:

Nuevamente el problema de las dobles altura que comunican la planta baja con la entreplanta aparece como elemento que distorsiona la semejanza entre realidad y modelo. Además esto ocurre también en recinto emisor. Se toma la misma determinación que en caso anterior (7.2.1 apartado C). El volumen de los recintos emisor y receptor se obtiene como el producto de la superficie útil de la entreplanta por la altura libre (2,50 m). Se muestra en la *figura 7.22* una imagen de los volúmenes.

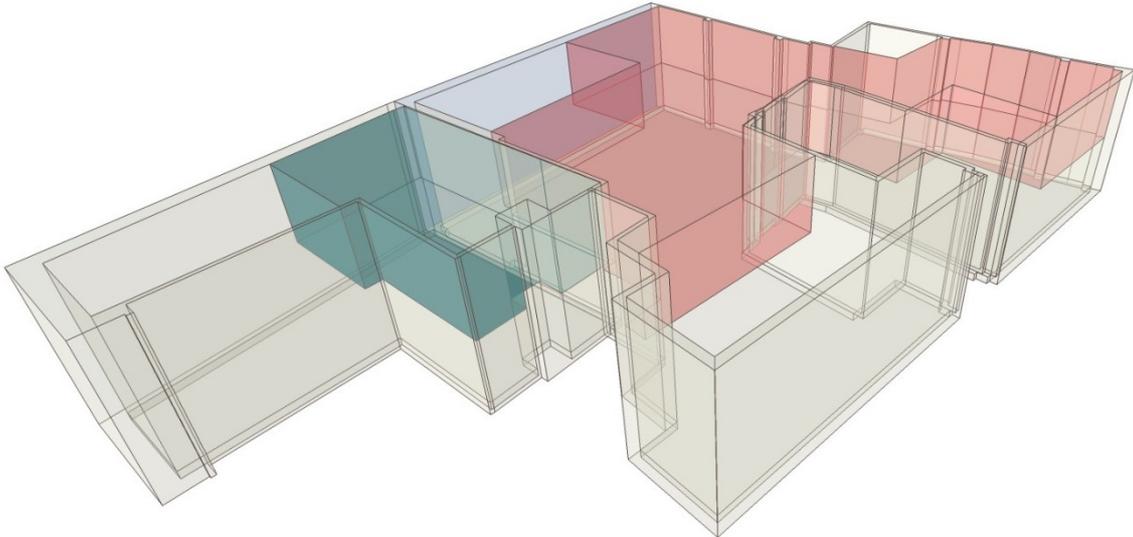


Figura 7. 21_ Volúmenes recintos emisor y receptor. Rojo: recinto emisor, azul: receptor.

d) Soluciones constructivas del local:

- **Elementos horizontales:**

Elemento horizontal superior: mismo elemento que el caso anterior (7.2.1 apartado d).

Elemento horizontal inferior: tan sólo tiene el forjado de chapa colaborante, no presenta pavimento, recocado de mortero ni aislamiento en su cara inferior.

- **Elemento de separación vertical:**

Elemento separador: Doble hoja de ladrillo perforado con cámara de aire de 290 mm en el interior, en la que se encuentra una cercha de perfiles HEB-180 forrada con manta de lana de roca de 40 mm de espesor.

Pared en recinto receptor: hoja de medio pie de ladrillo perforado enlucido por su cara exterior.

- **Fachada:** misma solución que en el caso anterior (7.2.1 apartado d).

e) Selección de las soluciones constructivas de la base de datos del programa:

- **Soluciones horizontales:**

- **Solución horizontal superior:** mismo elemento que el caso anterior (7.2.1 apartado d).

- **Solución horizontal inferior:** se trata de un forjado de densidad 2200 kg/m^3 y 9 mm de espesor medio. Es decir, una masa de 198 kg/m^2 . Presenta 125,59 m lineales de vigas HEB-240, que multiplicándolos por 83.2 kg/m se obtiene un incremento de peso total del forjado de 10449,09 kg. Distribuyendo este incremento de peso entre los $181,06 \text{ m}^2$ se calcula un valor de $57,71 \text{ kg/m}^2$ a sumar a los 198 kg/m^2 del hormigón. En total se estima un forjado $255,71 \text{ kg/m}^2$. La herramienta ofrece en su base de datos un forjado genérico de 250 kg/m^2 y otro de 275 kg/m^2 . Se escoge un **forjado de hormigón genérico de 250 kg/m^2** (infravalora el aislamiento, dejando la propuesta de mejora del lado de la seguridad)

- **Fachada:** misma solución que en el caso anterior (7.2.1 apartado e).

- **Elemento de separación vertical:**

- **Elemento separador:** Se seleccionó la solución En15 + PL115 + AT + LP115 + En15 (Valores medios).

- **Pared en recinto receptor:** hoja de medio pie de ladrillo perforado enlucido por su cara exterior. Se encuentra disponible en la base de datos, con lo que simplemente se trata de ubicarla y seleccionarla.



f) Selección de uniones.

- Arista 1: Elemento-Suelo → Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos.
- Arista 2: Elemento-Techo → Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos.
- Arista 3: Elemento-Pared → Unión rígida en T de elementos homogéneos.
- Arista 4: Elemento-Pared → Unión rígida en T de elementos homogéneos.

Se adjunta una captura de pantalla, *figura 7.23*, de la selección de uniones en el programa.

Uniones de los Elementos Constructivos						
Tipo de unión		K_{F1}	K_{F4}	K_{D1}		
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	 Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 2)	8	5.8	5.8		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	 Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 1)	5	5.7	5.7		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	 Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	7.5	5.8	5.8		Vista en sección
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	 Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	6.9	6.9	0.5		Vista en sección



Figura 7. 22_ captura de pantalla de la selección de uniones en la herramienta del CTE.

g) Resultados.

Introducidos estos datos el programa realiza la estimación de los índices $D_{nTA}=46 \text{ dB(A)}$ y $L'_{nTW}=58 \text{ dB}$, plasmados en la *ficha justificativa 2 del Anexo 4*.

7.2.3_Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto habitable (caja de escaleras) colindante horizontal.

En este caso no se trata de comparar los datos obtenidos en un ensayo in situ (no se hizo) con los estimados por la herramienta, sino que lo que se busca es una estimación de las necesidades acústicas mediante la herramienta para posteriormente diseñar los trasdosados, falsos techos y pavimentos flotantes de manera adecuada.

Se analizará la exactitud en las estimaciones de los dos casos anteriores para evaluar la precisión y fiabilidad del presente caso.

a) Conjunto emisor receptor:

Como se muestra en la *figura 7.24*, el recinto emisor tiene forma de C, compartiendo tres superficies de contacto con el recinto receptor. A la hora de escoger el conjunto de recintos en la herramienta se buscó que tuviesen el máximo número de superficies de contacto:

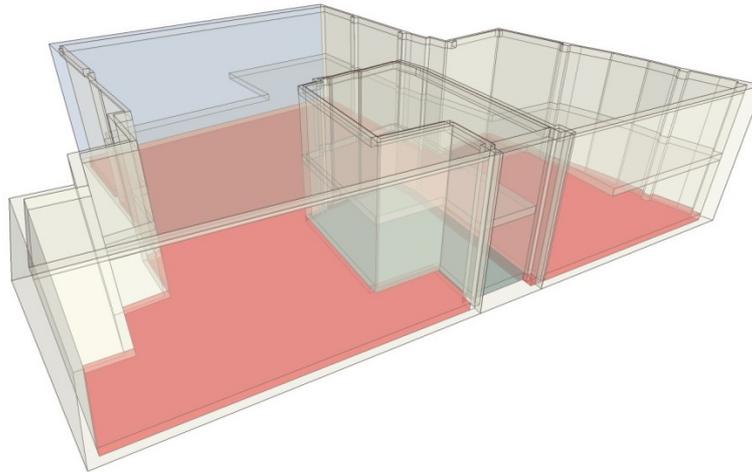


Figura 7. 23_ El recinto emisor (rojo) en forma de C compartiendo tres superficies de contacto con el recinto receptor (azul).

En el selector de recintos de la herramienta encontramos únicamente las opciones mostradas en la *figura 7.25*:

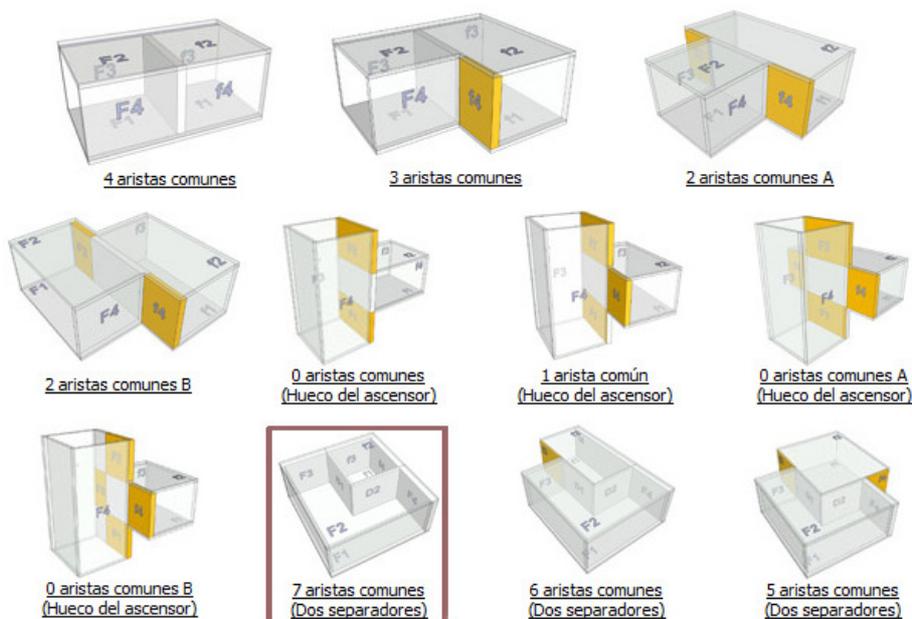


Figura 7. 24_ Selector de recintos de la herramienta del CTE, enmarcada la opción escogida.

Se optó por la opción 7 aristas comunes (dos separadores) enmarcada en la *figura 6.23*.



b) Identificar el recinto emisor y el receptor en el programa:

Se establece como recinto de actividad aquel que sus flancos se definen con letras mayúsculas, recinto 1, acorde con lo indicado en la *figura 7.26*. El recinto 2 se corresponderá con recinto habitable (zonas comunes de edificio residencial. No obstante se ha tipificado el recinto 2 como recinto protegido, para que las exigencias ($D_{nTA}=55$ dB(A)) coincidan con lo exigido en la Ordenanza sobre ruido y vibraciones de Valladolid.

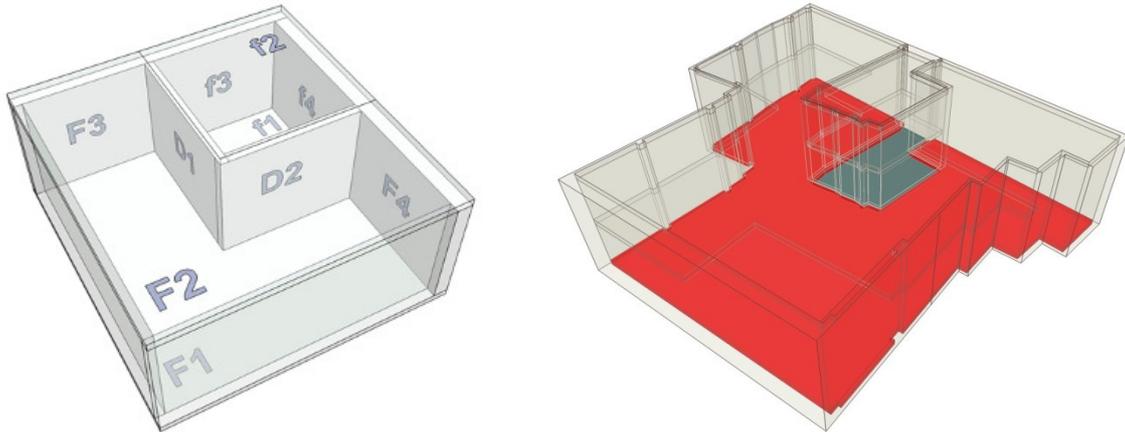


Figura 7. 25_ Izquierda: la opción escogida, en mayúscula recinto emisor, minúscula: recinto receptor; Derecha: caso real, en rojo recinto emisor, azul: recinto receptor.

c) Parámetros dimensionales:

Las diferencias entre los recintos modelados y la realidad son notables. Dado que no podemos modificar el conjunto modelado, introduciremos una modificación en el recinto emisor real. Los parámetros dimensionales se corresponden con los del recinto representado en la *figura 7.27*.

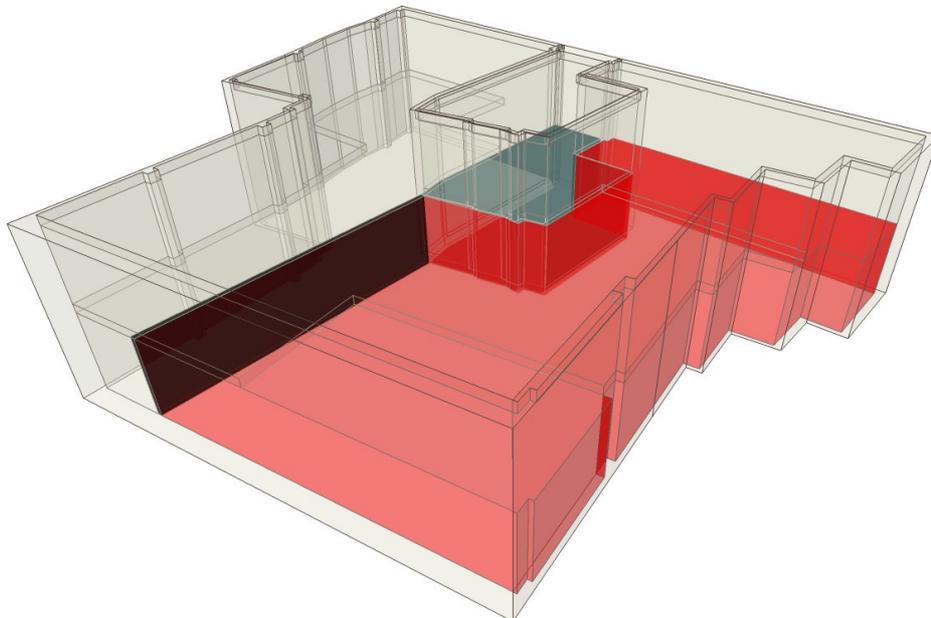


Figura 7. 26_ Dimensiones consideradas: Rojo recinto emisor, azul recinto receptor, negro muro ficticio.

d) Soluciones constructivas del local:

- **Elementos horizontales:**
- **Elemento horizontal superior:** Se trata del forjado de la entreplanta, definido en el punto 7.2.2. apartado d.

- **Elemento horizontal inferior:** Forjado de hormigón reticular de 350 mm de espesor.
- **Elemento de separación vertical:**
Elemento separador: Muro cítara de ladrillo hueco doble, espesor 115 mm. Enlucido en la cara expuesta al recinto receptor.
- **Fachada:** Fachada de una sola hoja de piedra caliza de espesor aproximado 300 mm.

e) Selección de las soluciones constructivas de la base de datos del programa:

- **Soluciones horizontales:**
Solución horizontal superior: Escogemos un forjado de hormigón genérico de 250 kg/m² (*ver 7.2.2 apartado d, solución horizontal inferior*).
Para la caja de escaleras, se ha escogido un falso techo de doble placa de yeso laminado, lana de roca de 50 mm y una cámara de espesor comprendido entre los 100 y los 150 mm.
Solución horizontal inferior: Solución Fo.R.6 del catálogo.
- **Elemento de separación vertical:**
Elemento separador: muro cítara de ladrillo hueco doble enlucido por su cara exterior. Se encuentra disponible en la base de datos, con la salvedad de que está enlucida por ambas caras. Escogemos la opción Enl15+LHD115+Enl15 (valores mínimos), que disminuye su aislamiento a ruido aéreo en 2 dB(A) con respecto a la solución Enl15+LHD115+Enl15 (valores medios). De esta manera se asume la falta de enlucido en una de sus caras.
Muro ficticio (*ver figura 7.27*): Se le asigna la misma solución que para el elemento separador.
- **Fachada:** Dado que no existe una solución constructiva de una única hoja de piedra, trataremos de seleccionar una solución de hoja principal y secundaria de hormigón (por su similitud) con una masa equivalente a la del muro original.
Le asignamos a la pared original una masa acorde con piedra caliza blanda, que según el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE (24) tiene una densidad entre 1600 y 1790 kg/m³. Para un espesor de la hoja de 300 mm y una densidad de 1600 kg/m³ (aproximadamente un valor medio) obtenemos una masa superficial de 480 kg/m².
La solución escogida es la F.3.17.a, con hoja exterior e interior de bloque de hormigón y una masa superficial de 427 kg/m².

f) Selección de uniones.

- | | |
|---------------------------|--|
| Arista 1a: Elemento-Suelo | → Unión rígida en T de elementos homogéneos. |
| Arista 1b: Elemento-Suelo | → Unión rígida en T de elementos homogéneos. |
| Arista 2a: Elemento-Techo | → Unión rígida en + de elementos homogéneos. |
| Arista 2b: Elemento-Techo | → Unión rígida en + de elementos homogéneos. |
| Arista 3*: Elemento-Pared | → Unión Flexible en T de elementos homogéneos. |
| Arista 4***: Esquina | → Esquina inferior izquierda. |

*Esta arista en realidad no existe, puesto que es la unión del elemento con la pared ficticia que hemos creado para poder modelar el caso. Por ello se ha escogido una unión flexible, para minimizar unas transmisiones indirectas que no existirían en la realidad.

**Definida por defecto por el programa, sin posibilidad de modificación.

Se adjunta una captura de pantalla, *figura 7.28*, de la selección de uniones en el programa.



Uniones de los Elementos Constructivos						
Tipo de unión			K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}	
Arista 1a (Unión Elemento-Suelo)		Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	0.7	6.8	6.8	Vista en sección
Arista 1b (Unión Elemento-Suelo)		Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	0.7	6.8	6.8	Vista en sección
Arista 2a (Unión Elemento-Techo)		Unión rígida en + de elementos homogéneos	4	9.2	9.2	Vista en sección
Arista 2b (Unión Elemento-Techo)		Unión rígida en + de elementos homogéneos	4	9.2	9.2	Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)		Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 1 (junta elástica en 1)	11.7	11.7	-2	Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)		Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 4 (junta elástica en 1)	0	11.7	11.7	Vista en planta
Arista 5 (Esquina)		Esquina inferior izquierda	-	-2	-2	Vista en planta

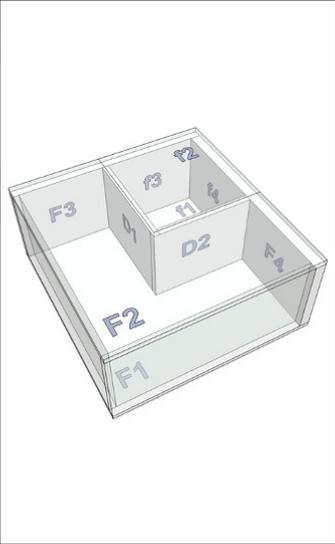


Figura 7. 27_ Uniones seleccionadas en el programa.

g) Resultados.

Introducidos estos datos el programa realiza la estimación de los índices $D_{nTA}=37 \text{ dB(A)}$ y $L'_{nTW}=58 \text{ dB}$, plasmados en la *ficha justificativa 3 del Anexo 4*.

7.2.4_ Análisis de los resultados y observaciones.

Con el objetivo de evaluar la precisión de los casos modelados, se analizarán en profundidad las estimaciones generadas por el programa, comparando caso por caso con los valores obtenidos in situ. Para una lectura más rápida se aportan los datos en la *tabla 7.1*.

Caso	Definición	valores medidos		valores estimados por herramienta CTE	
		D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB
7.2.1	Local-recinto protegido adyacente vertical	52*	-	51	-
7.2.2	Local-recinto actividad colindante horizontal	44	57	46	58
7.2.3	Local-recinto habitable colindante horizontal (caja escaleras)	-	-	37	58

* A descontar 1 dB(A) aproximado aportado por la lana de roca

Tabla 7.1_ Valores medidos y estimados de aislamiento a ruido aéreo y de impacto.

- Para el caso del **local-recinto protegido adyacente vertical**, estudiado en el *punto 7.2.1*. la herramienta estima un $D_{nTA}=51$ dB(A). Éste es **exactamente el valor buscado**, dado que hay que descontar del valor real el aporte de la lana de roca, para que ambos resultados sean comparables.
- Para el caso del **local-recinto de actividad colindante horizontal** (*figura 7.27*), evaluado en el *punto 7.2.2*. la herramienta estima un $D_{nTA}=46$ dB(A), y un $L'_{nT,W}=58$ dB. Los datos in situ son $D_{nTA}=44$ dB(A), y un $L'_{nT,W}=57$ dB. De la comparación se deduce que la herramienta sobrevalora el aislamiento a ruido aéreo en 2dB(A). Esta sobreestimación puede deberse, entre otras cosas, a que la construcción real presenta fallos de ejecución, y en algunos puntos estaba sin rematar. Además la pared tiene una composición ladrillo cítara perforado (menor R_A) en los tramos en que no forra la cercha metálica. Esto no se tuvo en cuenta en el modelado, puesto que la herramienta no permite aplicar dos soluciones constructivas a un mismo elemento. Una vez rematada la ejecución del muro es probable que el D_{nTA} mejore, pero no se puede suponer que alcance los 46 dB(A), puesto que como ya se ha explicado, también afecta el hecho de que no todo el elemento de separación es muro doble. **Para la propuesta de mejoras se tomó el valor $D_{nTA}=44$ dB(A) como el correcto, puesto que ese valor es el más desfavorable.**

El cálculo del aislamiento a ruido de impacto es infravalorado en 1 dB, variación que carece de importancia, dadas las aproximaciones que se han tenido que realizar a la hora de introducir el forjado.

Elemento separador									
Superficie S_s (m ²)		46.8							
Elemento constructivo base		m ³ (kg/m ³)	R_A	Revestimiento recinto 1		$\Delta R_{D,A}$	Revestimiento recinto 2		$\Delta R_{D,A}$
Enl 15 + LP 115 + AT + LP 115 + Enl 15 (valores medios)		358	48	Sin Trasdosados		-	Sin Trasdosados		-
Ventanas, puertas y lucernarios			Transmisión aérea $D_{n,at,A}$		D_{nTA}	Requisito CTE	$L'_{nT,W}$	Requisito CTE	
S (m ²)			Directa		52	-	55	-	
R_A			Indirecta		46	55	58	60	
0			0			NO CUMPLE		CUMPLE	
0			0						

Figura 7. 28_ Caso Local-Recinto de actividad colindante horizontal. Valores R_A de la solución constructiva del elemento de separación y D_{nTA} estimado.



- En cuanto al último caso, **local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)**, evaluado en el *punto 7.2.3*. no disponemos de valores medidos con los que poder evaluar la calidad de la estimación.

Como referencia podemos comparar la diferencia entre el R_A que la base de datos asigna al elemento constructivo de la pared delimitadora ($R_A=40$) y el D_{nTA} finalmente estimado ($D_{nTA}=37$). Esta diferencia, 3 dB(A) es la transmisión por flancos calculada por el programa. Podemos ver estos datos remarcados en la *figura 7.30*.



Figura 7. 29_ Caso Local- Caja de escaleras. Valores R_A del elemento de separación y D_{nTA} estimado.

Se comparó esta transmisión por flancos con la del caso 7.2.2. “local–Recinto actividad colindante horizontal” (2 dB(A), obtenida de la misma manera). En la *figura 7.29* se adjuntan estos valores remarcados.

Dando por válido el valor $R_A=40$ dB(A) (el dato procede de la base de datos de la propia herramienta), y los 3 dB(A) de transmisión por flancos (dato muy razonable, semejante a los 2 dB(A) del caso 7.2.2. “local–Recinto actividad colindante horizontal”), podemos asegurar que **el modelo responde a la realidad**.

Demostrado que las aproximaciones son coherentes con las mediciones, se puede asegurar que se ha modelado una situación de partida acorde con la realidad. Estos conjuntos de recintos modelados reúnen las condiciones necesarias de fiabilidad y rigor para ser utilizados como herramienta para proponer un diseño eficiente.

Sobre ellos, se pueden introducir ahora las mejoras (trasdosados, falsos techos y pavimentos flotantes) y asumir como realistas las estimaciones de aislamiento final realizadas por el programa.

No obstante, se aprecian ciertas cuestiones dignas de ser estudiadas en un capítulo aparte, estudio que se desarrolla detalladamente en el *Anexo 5*. Dado que las conclusiones resultan relevantes para el desarrollo del presente trabajo, se hace imprescindible una breve exposición para poder comprender algunos planteamientos en futuros puntos del documento:

- El programa realiza una estimación más favorable del aislamiento cuando el recinto emisor tiene una gran superficie (no afecta a D_{nTA} y mejora L'_{nTW} en 3 dB cada vez que se duplica la superficie) y cuando el recinto receptor es de gran volumen (D_{nTA} y L'_{nTW} mejoran en 3 dB(A) y 3 dB respectivamente al duplicarlo). Estas diferencias se deben al papel que juegan tanto la superficie de la sala emisora como el volumen de la receptora en las fórmulas de cálculo de aislamiento. En los casos de superficies y/o volúmenes muy grandes o desproporcionados, lo ideal es situarse en el caso más desfavorable tanto para el modelado como a la hora de realizar las medidas de inspección obligatorias por parte de la entidad de evaluación acústica.
- El volumen del recinto emisor no influye en el aislamiento, como tampoco influye la relación “volumen recinto emisor / volumen recinto receptor”.
- Modificar las aristas de contacto de la envolvente de los recintos con el elemento separador sólo influye sobre el índice L'_{nTW} , mejorando éste al reducirse las dimensiones de las aristas. Su influencia sobre el D_{nTA} es despreciable.

- Para conocer la influencia de la superficie de los elementos separadores se requiere un muestreo más amplio, si bien puede afirmarse que cuanto mayor sea esta superficie menor es el D_{nTA} , mientras que el L'_{nTW} permanece inmutable.
- De estos dos últimos puntos se obtiene una conclusión lógica: reducir la superficie de contacto entre los dos cerramientos induce a una mejora del aislamiento, tanto del D_{nTA} como del L'_{nTW} .



7.3_Mejoras, una primera aproximación: trasdosados, fasos techos y suelos flotantes.

El objetivo final del estudio es la propuesta de un diseño de restaurante de alta calidad estética, funcional y con un alto grado de confort acústico en su interior. El diseño estético del restaurante, su funcionalidad, la definición de su aspecto interior y las necesidades acústicas del local han de estudiarse y desarrollarse de manera paralela. Por ello, con el objetivo de no tener que esperar al diseño de las soluciones constructivas y estéticas definitivas, se aplicó sobre el local un conjunto de soluciones estándar provisionales. Estas soluciones están basadas en trasdosados ligeros autoportantes de placa de yeso laminada y un falso techo de placa de yeso laminada con perfilera metálica. Una vez calculados los valores de aislamiento tras aplicar estas soluciones, con sus espesores y ΔR_A correspondientes, se obtiene una base para realizar un diseño final con garantías.

Tras los pasos descritos en los puntos anteriores, en los que se crearon con la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE los modelos de la situación actual, y verificados por comparación con las medidas in situ, se introducen las soluciones de trasdosados, falsos techos y suelos flotantes **en nuestro recinto de actividad**, manteniendo intactos el resto de los recintos (lógicamente, todas las medidas de insonorización de nuestro local pasan por modificaciones en el mismo).

Lo que se hizo es duplicar los archivos de los diferentes casos e introducir en estos “archivos réplica” las modificaciones. De esta manera se mantuvo la información del estado actual, pudiendo realizar comparaciones posteriormente.

A continuación, en los subapartados 7.3.1, 7.3.2 y 7.3.3 se muestra la aplicación de las soluciones provisionales de aislamiento a los tres casos modelados.

7.3.1._Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical.

Recordemos los valores de aislamiento estimados por la herramienta:

$$D_{nTA} = 51 \text{ dB(A)}.$$

Los requisitos son (ver *punto 5.3* del presente documento):

$$D_{nTA} \geq 70 \text{ dB(A)}, \text{ Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León, en su punto 3 del Anexo 3. (12)}$$

7.3.1.1. Necesidades.

En vista de esto, haciendo una sustracción al D_{nTA} (70) exigido del D_{nTA} existente (51), se comprueba la necesidad de colocar un falso techo que aporte una mejora $\Delta R_A \geq 19 \text{ dB(A)}$. Es prudente buscar un valor algo mayor para compensar las posibles pérdidas por transmisiones indirectas.

7.3.1.2. Ingreso de datos.

No existe en toda la base de datos de la herramienta un **falso techo** de estas características, por lo que se buscó una solución que cumpliera nuestras necesidades y se introdujo en la base de datos editable del programa.

La casa comercial CHOVA nos suministró un informe con la información necesaria (26), en la que aparece la solución enmarcada en la *figura 7.32*:

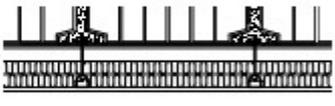
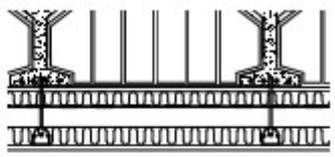
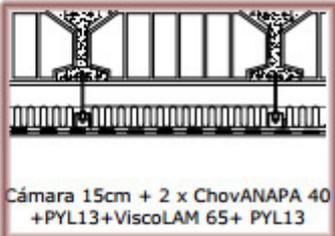
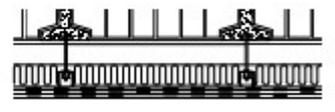
Código	Sección	Espesor (mm)		Peso forjado (Kg/m ²)	R(m ² ·K/W) (del techo susp.)	Mejora de aislamiento	
		PYL	Aislamiento			ΔR _A (dBA)	ΔL _w (dB)
TC1	 2 x ChovANAPA 4 cm + PYL15	15	80	175	2,25	17	10
				200		17	
				225		16	
				250		15	
				300		13	
				350		12	
				400		11	
				450		10	
				500		9	
TC2	 Panel ChovACUSTIC 65 LR 70/4 + cámara 15cm + ChovANAPA 6 cm + PYL15	15	44 + 60	175	2,80	23	10
				200		22	
				225		21	
				250		20	
				300		18	
				350		17	
				400		16	
				450		15	
				500		14	
TC3	 Cámara 15cm + 2 x ChovANAPA 40 + PYL13+ViscoLAM 65+ PYL13	2x13	80	175	2,33	29	10
				200		28	
				225		27	
				250		26	
				300		24	
				350		23	
				400		22	
				450		21	
				500		20	
TC4	 Cámara 25cm + 3 x ChovANAPA 6 cm + PYL13+VL 65+ PYL13+ VL 65 + PYL 13	3x13	180	175	4,61	31	10
				200		30	
				225		29	
				250		28	
				300		27	
				350		26	
				400		24	
				450		24	
				500		23	

Figura 7. 31_ Solución de falso techo de la casa comercial CHOVA. Fuente: Casa comercial CHOVA.

Recordando el cálculo realizado en el apartado e del punto 7.2.1 del presente documento, el conjunto forjado pavimento tenía una masa superficial de 418,10 kg/m². Dado que en la tabla hay que entrar con la masa superficial del forjado, debemos restar la aportación del pavimento. Recordemos que supusimos para el pavimento una densidad de 2000 kg/m³ y un espesor de 80 mm, por lo que su aportación es de 160 kg/m². Finalmente la **masa superficial del forjado** es de 418,10 – 160 = **258,1 kg/m²**.

Se aplicó la solución TC3, enmarcada en rojo en la figura 7.31, que aporta un ΔR_A=26 dB(A) para un forjado de masa superficial de 250 kg/m² (muy aproximado a los 258 kg/m² de nuestra solución).

El siguiente paso es **introducir esta solución**, figura 7.32, en la **base de datos editable** del programa para poder incorporarla a nuestro modelo.



Figura 7. 32_ Introducción de la solución de falso techo en la base de datos editable del programa.

Los valores introducidos fueron los siguientes:

- Código identificativo y tipo de techo sirven para identificar rápidamente la solución.
- Descriptor: define ampliamente la solución, se añadió la información de que el valor del aislamiento es válido para 250 kg/m^2 .
- Masa mínima y máxima del elemento base: el programa filtra el abanico de posibilidades mostrando únicamente las compatibles con la masa superficial del elemento base. Dado que este aislamiento es válido únicamente para un forjado de 250 kg/m^2 , lo propio sería establecer los 250 kg/m^2 como masa máxima y mínima, evitando una mala aplicación de esta solución en el futuro. No obstante recordemos que se utilizó un elemento base de 400 kg/m^2 para tener en cuenta el aporte del pavimento al D_{nTA} . Se estableció una masa mínima del elemento base de 250 kg/m^2 y máxima de 400 kg/m^2 .
- $\Delta_{RA}=26 \text{ dB(A)}$
- No se conoce, tampoco es relevante para un falso techo, el Δ_{RAtr} , se le dio el valor 0.
- $\Delta L_w=10 \text{ dB}$.
- Fuente: Catálogo constructivo de la propia casa comercial.

El D_{nTA} calculado tras aplicar esta solución constructiva es de 70 dB(A) , como puede verse en la *figura 7.33*, exactamente lo exigido por la norma. Esto quiere decir que la mejora ha sido de $70 - 51 = 19 \text{ dB(A)}$. Son 7 dB(A) por debajo de los 26 dB(A) que obtuvo la casa comercial en laboratorio. Esta diferencia se puede achacar a la transmisión por flancos. El proceso y resultado está plasmado en la *ficha justificativa 7 en el Anexo 4*.

Elemento separador						
Superficie S_s (m ²) 17.87						
Elemento constructivo base	m_i (kg/m ²)	R_{iA}	Revestimiento recinto 1	ΔR_{nA}	Revestimiento recinto 2	ΔR_{nA}
Forjado genérico de masa 400 kg/m ²	400	56	Cámara (150)+2x Chovanapa (40)+PYL(13)+Viscolam65+PYL(13) (VALOR PARA 250 KG/M ²)	26	MD + AR PE-R >=3	0
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea $D_{n,a,A}$				
S (m ²)		Directa		D_{nTA}		
R_A		Indirecta		Requisito CTE		
0	0	0	0	70	55	CUMPLE

Figura 7. 33_Cumplimiento del D_{nTA} tras introducir el falso techo en la base de datos editable del programa

7.3.2._Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal

Recordemos los valores de aislamiento estimados por la herramienta y los obtenidos por medición in situ (ver tabla 7.1):

Medidos:

$$D_{nTA} = 44 \text{ dB(A).}$$

$$L'_{nTW} = 57 \text{ dB.}$$

Estimados:

$$D_{nTA} = 46 \text{ dB(A).}$$

$$L'_{nTW} = 58 \text{ dB.}$$

Los requisitos son (ver punto 5.3 del presente documento):

$$D_{nTA} \geq 55 \text{ dB(A), Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León, en su punto 3 del Anexo I. (12)}$$

$$L'_{nTW} \leq 60 \text{ dB, CTE DB HR Punto 2.1.2. (11)}$$

7.3.2.1. Necesidades.

Es necesario introducir modificaciones en la envolvente del local para conseguir una mejora del $D_{nTA} \geq 11 \text{ dB(A)}$. Este valor se estima mediante la operación $D_{nTA \text{ existente}} - D_{nTA \text{ deseado}}$.

En cuanto al aislamiento a ruido de impacto, el estado actual ya cumple los objetivos.

Como se ve en la figura 7.34, los elementos de nuestro local que intervienen en este caso de cálculo son: el elemento separador vertical (f4), el techo (f2), el suelo (f1) y la fachada (f3) a la calle Correos.

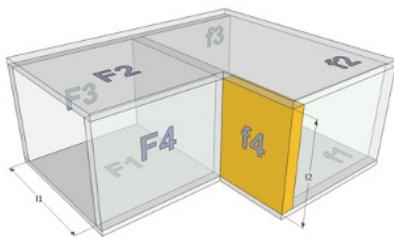


Figura 7. 34_ Modelo del caso de cálculo recinto de nuestro recinto con recinto de actividad colindante horizontal. A la derecha, en minúsculas, nuestro local.

El proceso es el siguiente:

1. Los valores de partida han de ser los obtenidos por medición, estos son los más fieles a la realidad. Por ello, se generó una solución constructiva para el elemento separador con la misma definición constructiva que la del caso actual, pero con un R_A ajustado para que la herramienta estime un $D_{nTA} = 44 \text{ dB(A)}$.
2. Se incorporó la solución de falso techo utilizada en el caso anterior, definida en la figura 7.31.



3. Se intentó aportar la mejora del D_{nTA} aplicando un trasdosado de altas prestaciones en el elemento separador.
4. Dada la escasa altura libre del local, y demostrado que el local cumple con las necesidades de aislamiento a ruido de impacto, se aprovechó esto para no introducir suelo flotante. Por ello se mantuvo la opción “sin suelo flotante” para el pavimento de F1.
5. Definir una solución de trasdosado para la fachada a calle Correos, en el caso de que estas medidas sean insuficientes.
6. Siempre, con cada elemento nuevo introducido o modificado, se revisó la correcta selección de las uniones.

7.3.2.2. Ingreso de datos.

1. Se genera la solución constructiva en la base de datos editable de la misma manera que se hizo para el falso techo (figura 7.33). Para ello se introdujeron los mismos datos de la solución del elemento separador vertical actual, pero modificando el valor R_A (tras un proceso de tanteo se estableció el valor 43 dB(A)) para obtener un $D_{nTA}=44$ dB(A). EL índice L'_{nTW} toma el valor de 59 dB, infravalorando en 2 dB el valor real. No es relevante, puesto que sabemos que ya de partida nuestro caso cumple con las exigencias de la norma, y no parece lógico que tras incluir las mejoras el valor empeore.
2. Se incorporó solución de falso techo generada para el caso anterior, como se muestra en la figura 7.35 (obviamente las soluciones constructivas introducidas han de ser las mismas en todos los casos). Los valores continúan igual: $D_{nTA}=44$ dB(A) y $L'_{nTW}=59$ dB

Recinto 2														
Tipo de recinto como emisor		Tipo de recinto como receptor		Como Flanco								Volumen V_2 (m ³)		
Recinto de actividad o instalaciones				Elemento constructivo base	m_f (kg/m ²)	R_{fA}	$L_{0,W}$	S_f (m ²)	l_f (m)	m_f (kg/m ²)	R_{fA}	Revestimiento	ΔR_{0A}	ΔL_{nW}
Elemento f1 (Suelo)		Forjado genérico de masa 250 kg/m ²	250	49	80	180	10	250	49			Sin Suelos flotantes	-	-
Elemento f2 (Techo)		Forjado genérico de masa 400 kg/m ²	400	56	73	180	10	400	56			Canchales 100/70/20 Chovanapa PYL(13)+Viscolam65+PY ALUMINIO PARA CERO	26	10
Elemento f3 (Pared)		LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)	271	50		45	3	271	50			Solución conjunta	-	-
Elemento f4 (Pared)		ENL15+LP115+AT+LP115+ENL15 MODIFICADO	300	45		22.5	3	300	45			Sin Trasdosados	-	-

Figura 7. 35_ Modificación del falso techo en nuestro recinto.

3. Se seleccionó para trasdosado del elemento separador horizontal (en su cara expuesta al recinto 2) el mejor de la lista de posibilidades: YL 15 + MW 48 + SP (250 kg/m² ≤ m ≤ 300 kg/m²). Este revestimiento presenta un $\Delta R_A=9$ dB(A). Obtenemos un $D_{nTA}=51$ dB(A), y un $L_{nTW}=59$ dB. La mejora del D_{nTA} es de 7 dB(A) (pasa de 44 a 51), mientras que el índice L'_{nTW} permanece inmutable (59 dB).

Se buscó en la página web de la casa comercial Pladur (27), dentro de su apartado “Selector de sistemas” una solución de trasdosado que aporte un $\Delta R_A \geq 11$ dB(A) para un soporte de 300 kg/m².

Se seleccionó la opción TRASDOSADO AUTOPORTANTE 100/400 (70) LM FOC, un trasdosado formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 70 mm de ancho, a base de Montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre ellos, dejando entre la estructura y el muro un espacio de mínimo 10 mm. En el lado externo de esta estructura se atornillan dos placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm de espesor, dando un ancho total mínimo de trasdosado terminado de 110 mm (100+10). El hueco entre montantes se rellena con lana mineral de 60 a 70 mm de espesor. Su composición responde a la figura 7.36, y sus características a la figura 7.37.

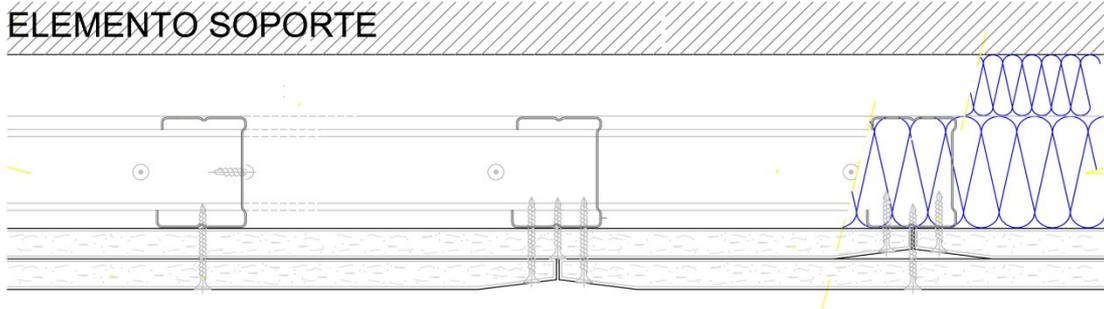


Figura 7. 36_ Detalle constructivo de la composición del trasdosado colocado en nuestro recinto sobre el elemento de separación con recinto de actividad colindante horizontal.

Composición	Peso (Kg/m ²)	Mejora del Aislamiento Acústico (dB)		Resistencia al Fuego (min)	Resistencia Térmica (m ² KW)	
		ΔR_A	ΔR_{Atr}		Sin LM	Con LM
(70)+ 2x15	28	17,0	16,0	EI-60	0,470	2,384
10.05/200.151				08/32313128		

Figura 7. 37_ Características técnicas del trasdosado colocado en nuestro recinto sobre el elemento de separación con recinto de actividad colindante horizontal.

Figura 7. 38_ Introducción del trasdosado a utilizar.

Incorporando la solución constructiva en la base de datos (figura 7.38, y utilizándola en el modelo obtenemos un $D_{nTA}=55$ dB(A) (figura 7.39).



Elemento separador											
Superficie S_s (m ²)		46.8									
Elemento constructivo base			m_i (kg/m ²)	$R_{i,A}$	Revestimiento recinto 1		$\Delta R_{0,A}$	Revestimiento recinto 2		$\Delta R_{d,A}$	
ENL15+LP115+AT+LP115+ENL15 MODIFICADO			300	45	Sin Trasdosados		-	SP+MW 70+2PYL		17	
Ventanas, puertas y lucernarios				Transmisión aérea $D_{n,i,A}$				D_{nTA}		Requisito CTE	
Directa		Indirecta		Directa		Indirecta					
S (m ²)	R_d	$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$	$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$						
0	0	0	0	0	0	61	-	52	-		
						55	CUMPLE	59	60	CUMPLE	

Figura 7. 39_ Cumplimiento del índice D_{nTA} tras incorporar el trasdosado de Pladur.

El proceso y los resultados se plasman en la *ficha justificativa 8 en el Anexo 4*.

7.3.3._Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras)

No se realizó medición in situ de este caso. Los datos de partida son los valores de aislamiento estimados por la herramienta, que son los siguientes:

$$D_{nTA} = 37 \text{ dB(A)}.$$

$$L'_{nTW} = 58 \text{ dB}.$$

Los requisitos son (ver *punto 5.3* del presente documento):

$$D_{nTA} \geq 55 \text{ dB(A)}, \text{ Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León, en su punto 3 del Anexo I.}$$

$$L'_{nTW} \leq 60 \text{ dB, CTE DB HR Punto 2.1.2.}$$

7.3.3.1. Necesidades.

En este caso es necesario introducir una mejora del $D_{nTA} \geq 18 \text{ dB(A)}$. Este valor se estima de la operación $D_{nTA \text{ existente}} - D_{nTA \text{ deseado}}$.

En cuanto al aislamiento a ruido de impacto, el estado actual ya cumple los objetivos, como ocurría en el caso anterior.

Como se ve en la *figura 7.40*, los elementos de nuestro local que intervienen en este caso de cálculo son: los dos elementos separadores verticales (D1 y D2), el techo (F2), el suelo (F1) y la fachada (F4) a la calle Plaza Mayor.

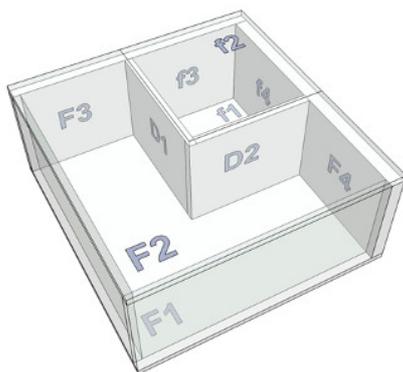


Figura 7. 40_ Modelo del caso de cálculo recinto de nuestro recinto con recinto habitable colindante horizontal. En mayúsculas, nuestro local

El proceso seguido es el siguiente:

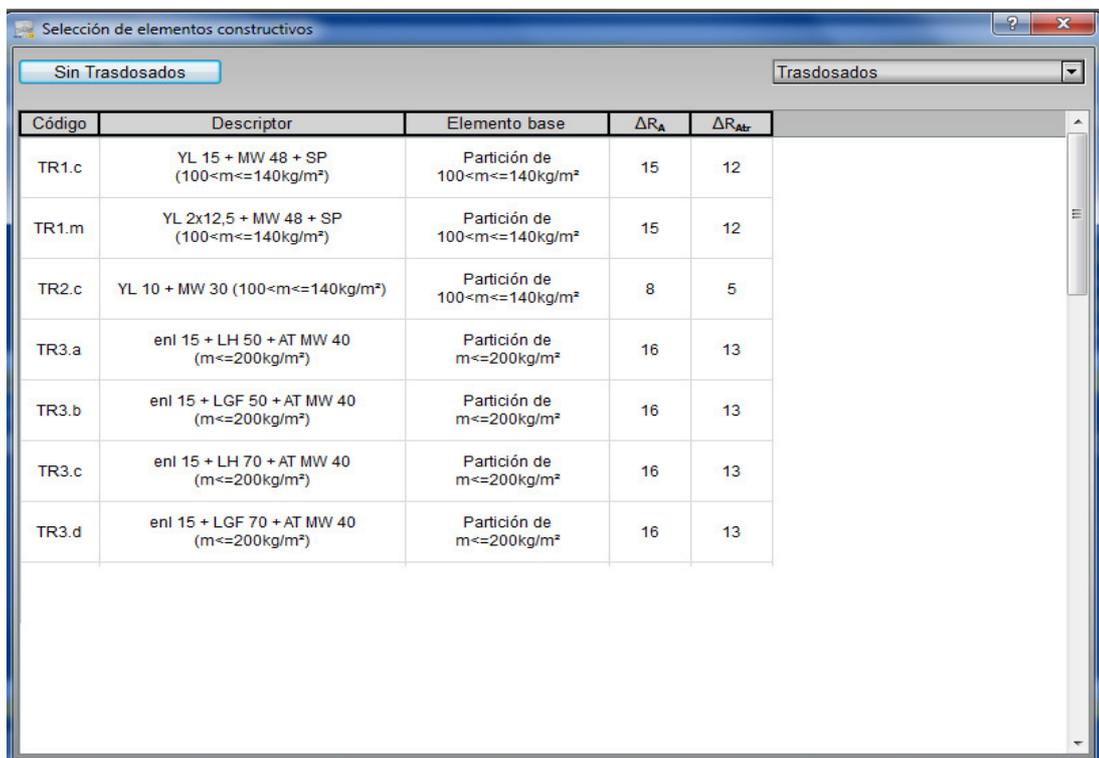
1. Se incorporó la solución de falso techo utilizada en los dos casos anteriores, definida en la *figura 7.32*.
2. Como se hizo ya en el caso anterior, no se introdujo ninguna mejora en el suelo del forjado.
3. Se intentó aportar la mejora del D_{nTA} aplicando un trasdosado de altas prestaciones en el elemento separador.

4. Definir una solución de trasdosado para la fachada a Plaza Mayor, en el caso de que estas medidas sean insuficientes,
5. Siempre, con cada elemento nuevo introducido o modificado, se revisó la correcta selección de las uniones.
6. Resultados.

7.3.3.2. Ingreso de datos.

1. Se incorporó, como revestimiento del techo del recinto de actividad (F2 en la *figura 7.40*), la solución de falso techo generada para el caso anterior. El valor D_{nTA} sube 1 dB(A), situándose en los 38 dB(A). El índice L'_{nTW} continua igual (58 dB).
2. Mantenemos la opción “sin suelo flotante” para el pavimento de F1.
3. Para la solución constructiva de los elementos separadores (ambos ladrillo hueco doble de 115 mm de espesor, enlucidos por sus dos caras), las soluciones de trasdosado filtradas por el programa son las mostradas en la *figura 7.41*.

Teniendo en cuenta que necesitamos una mejora del $D_{nTA} \geq 18\text{dB(A)}$, y que el mejor de los trasdosados aporta un $\Delta R_A = 16\text{ dB(A)}$, es obvia la necesidad de incorporar a la base de datos un trasdosado (compatible con la hoja soporte) de mejores características.



Código	Descriptor	Elemento base	ΔR_A	ΔR_{ABr}
TR1.c	YL 15 + MW 48 + SP (100<m<=140kg/m²)	Partición de 100<m<=140kg/m²	15	12
TR1.m	YL 2x12,5 + MW 48 + SP (100<m<=140kg/m²)	Partición de 100<m<=140kg/m²	15	12
TR2.c	YL 10 + MW 30 (100<m<=140kg/m²)	Partición de 100<m<=140kg/m²	8	5
TR3.a	enl 15 + LH 50 + AT MW 40 (m<=200kg/m²)	Partición de m<=200kg/m²	16	13
TR3.b	enl 15 + LGF 50 + AT MW 40 (m<=200kg/m²)	Partición de m<=200kg/m²	16	13
TR3.c	enl 15 + LH 70 + AT MW 40 (m<=200kg/m²)	Partición de m<=200kg/m²	16	13
TR3.d	enl 15 + LGF 70 + AT MW 40 (m<=200kg/m²)	Partición de m<=200kg/m²	16	13

Figura 7. 41_ opciones de trasdosado para una hoja de ladrillo hueco doble, espesor 115 mm, enlucido por ambas caras.

Recurriendo de nuevo a la página web de la casa comercial Pladur (27), utilizando su selector de sistemas, se encontró para una hoja soporte de 127 kg/m² la siguiente opción:

TRASDOSADO AUTOPORTANTE 130/600 (70) LM: Trasdoso formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 70 mm de ancho, a base de Montantes (elementos verticales) separados 600 mm entre, dejando entre la estructura y el muro un espacio de mínimo 10 mm. En el lado externo de esta estructura se atornillan cuatro placas PLADUR® tipo N de 15 mm de espesor, dando un ancho total mínimo de trasdosado



terminado de 140 mm (130+10). El espacio entre montantes se rellena con lana mineral de 60 a 70 mm de espesor. Esta solución aporta un $\Delta R_A=20\text{dB(A)}$.

La solución constructiva se representa en la *figura 7.42*, y sus características técnicas en la *figura 7.43*.

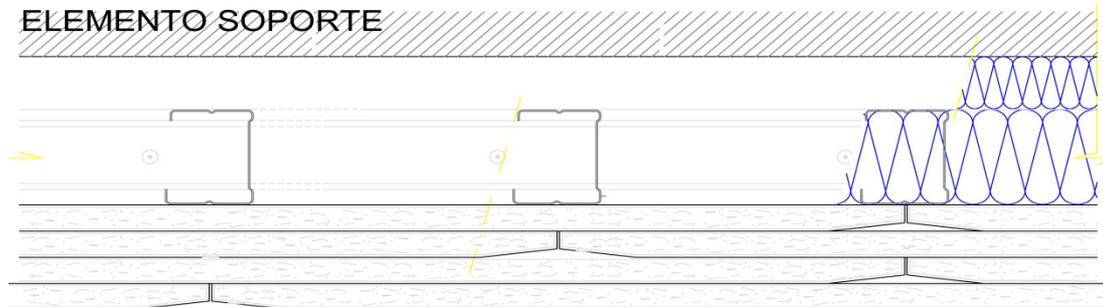


Figura 7. 42_ Representación gráfica del Trasdoso autoportante 130/600 (70) LM.

Composición	Peso (Kg/m ²)	Mejora del Aislamiento Acústico (dB)		Resistencia al Fuego (min)	Resistencia Térmica (m ² KW)	
		ΔR_A	ΔR_{Atr}		Sin LM	Con LM
(70)+ 4x15	51	20,0	20,0	--	0,590	2,504
		10.05/200.169		--		

Figura 7. 43_ Características técnicas del trasdosado autoportante 130/600 (70) LM.

Se introdujo esta solución en la base de datos y se aplicó como trasdosado en los elementos de separación verticales en la cara del recinto 1 (nuestro local).

Se modificaron las uniones para adaptarlas a las nuevas soluciones constructivas y se obtuvieron los valores $D_{nTA}=54 \text{ dB(A)}$ y $L'_{nTW}=58 \text{ dB}$ (*figura 7.45*). **Resta 1 dB(A) para alcanzar el valor $D_{nTA}=55 \text{ dB(A)}$ exigido por la norma.**

Elemento Separador Sección 1										
Superficie S _s (m ²)		Elemento constructivo base		Revestimiento recinto 1		Revestimiento recinto 2				
15		m ² (kg/m ²)	R _{vA}	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{D,A}$			
		Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)	127	40	20	20	Sin Trasdosados			
		lana roca 70+Cámara+PYL, espesor total 140 (VALOR PARA SOPORTE 200 KG)								
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea D _{n,aiA}		D _{nTA}	Requisito CTE	L' _{nTW}	Requisito CTE			
S (m ²)	R _A	Directa Indirecta		54	55	NO CUMPLE	60	CUMPLE		
0	0	D _{n,eA} D _{n,sA}		61	-	-	-	-		
		0 0								

Figura 7. 44_ Valores D_{nTA} y L'_{nTW} tras introducir el trasdosado en los elementos separadores verticales.

El proceso y los valores definitivos de aislamiento se plasman en la *ficha justificativa 9 en el Anexo 4*.

- El único cerramiento que resta por modificar es el trasdosado de la fachada. Surge aquí un problema: el trasdosado está ya incluido en todas las soluciones de fachada, y no es posible añadirlo como en el caso de los falsos techos, suelos flotantes u otros trasdosados de elementos de separación vertical. Tampoco se encuentra en la base de datos una fachada que pueda asemejarse a la fachada escogida en la solución actual más un trasdosado ligero autoportante.

Se hizo una prueba para estimar el efecto de la fachada sobre el D_{nTA} , en concreto se analizaron dos parámetros de la fachada:

- La solución constructiva de la fachada: modificando la hoja interior, el valor de la masa y el R_A .
- El tipo de unión del elemento separador con la fachada.

Se escogieron cuatro variantes de fachada, todas ellas utilizando la misma hoja principal, pero variando la masa, el R_A y el tipo de hoja interior.

Se comprobó el efecto de estas variaciones sobre el D_{nTA} en dos tipos de unión, una representando una fachada sin trasdosado (*figura 6.45*) y otra con trasdosado (*figura 7.46*). Lo que se busca es analizar el efecto del trasdosado, del incremento de la masa y de las características de aislamiento de la fachada en el D_{nTA} final.

Arista 4 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 4)	3.3	5.9	5.9		Vista en planta
---------------------------------	--	---	-----	-----	-----	--	-----------------

Figura 7. 45_ Junta para fachada sin trasdosado.

Arista 4 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de dobles hojas asimétricas con junta elástica (orientación 4)	30	31.9	31.9		Vista en planta
---------------------------------	--	---	----	------	------	--	-----------------

Figura 7. 46_ Junta para fachada con trasdosado.

La variación del D_{nTA} en cada caso se muestra en las tablas 7.8 y 7.9:

JUNTA TIPO FACHADA CON TRASDOSADO	Solución original F3.17a	Hoja interior ladrillo		Hoja interior trasdosado ligero autoportante	
		F3.15.b2	F3.9.b1	F3.15.b1	F3.14b
Masa (kg/m ²)	427	286	241	178	206
R_A dB(A)	54	50	47	50	58
D_{nTA} dB(A)	54	54	54	54	54

Tabla 7. 2_ Valor del D_{nTA} para diferentes tipos de fachada. Junta fachada con trasdosado.

JUNTA TIPO FACHADA SIN TRASDOSADO	Solución original F3.17a	Hoja interior ladrillo		Hoja interior trasdosado ligero autoportante	
		F3.15.b2	F3.9.b1	F3.15.b1	F3.14b
Masa (kg/m ²)	427	286	241	178	206
R_A dB(A)	54	50	47	50	58
D_{nTA} dB(A)	53	53	52	53	54

Tabla 7. 3_ Valor del D_{nTA} para diferentes tipos de fachada. Junta fachada sin trasdosado.

En la *tabla 7.8* se muestran los valores para los diferentes tipos de fachada seleccionando el tipo de **junta que incluye trasdosado en la fachada**. Las masas varían desde los 427 kg/m² de la solución original, a los 178 kg/m² de la opción F3.15.b1. Los valores de R_A de las diferentes fachadas varían de los 58 a los 50 dB(A). La hoja interior es un trasdosado de ladrillo (opciones F3.15.b2 y F3.9.b1) o un trasdosado ligero autoportante (F3.15.b1 y F3.14b). A pesar de todas estas variaciones el **D_{nTA} permanece inmutable en 54 dB(A)**.

En el caso de una junta **sin trasdosado en la fachada** (*tabla 7.9*) el **D_{nTA} varía entre 52 y 54 dB(A)**.



Esto quiere decir que **las características acústicas del trasdosado de la fachada no mejoran sensiblemente el valor del D_{nTA} final., el cual como mucho puede alcanzar 54 dB(A).**

En todo caso, se plantea la necesidad de un trasdosado en la fachada para asegurar que el D_{nTA} sea al menos 54 dB(A), aunque no se consiga alcanzar el valor $D_{nTA}=55$ dB(A) exigido.

Es por tanto necesaria una mejora del R_A de los elementos de separación, y de esta manera llegar al $D_{nTA}=55$ dB(A). Se propone la colocación de una lámina viscoelástica de alta densidad, entre las placas de cartón yeso laminado del trasdosado sugerido en el *punto 7.3.3.2*, y representado en la *figura 7.42*.

Su gran densidad y plasticidad le permiten actuar como sustituto de las planchas de plomo, permitiendo una gran atenuación del ruido de baja frecuencia producido por la resonancia entre paneles de yeso laminar. (28)

Este producto es suministrado, entre otras, por la casa comercial Danosa. En su página web (28)se ofrece en varias versiones (*figura 7.47*):

Ficha * Técnica	Nombre comercial	Dimensiones (m)	Espesor (mm)	Mejora Aislamiento a ruido aéreo (dBA)	m ² por palet	Tarifa
 610002	Membrana Acústica Danosa M.A.D.2	Rollos de 12 x 1	2	> 3	360	3.45 €/m ²
 610003	Membrana Acústica Danosa M.A.D.4	Rollos de 6 x 1	4	> 6	180	5.22 €/m ²
 610031	Membrana Acústica Danosa M.A.D.4 ERF					5.76 €/m ²
 610005	Membrana Acústica Danosa M.A.D.4 autoadhesiva					7.13 €/m ²
 610017	Membrana Acústica Danosa M.A.D.4 autoadhesiva (placas)					Placas de 1.20 x 1

Figura 7. 47_ Membranas acústicas Danosa. Fuente: página oficial de la casa comercial.

Se escoge el modelo membrana acústica M.A.D. 4 (el segundo en la *figura 7.47*), sus características técnicas se adjuntan en la *figura 7.48*. En ella se destaca la información de la mejora ruido aéreo sobre tabique placa de yeso laminado=4 dB(A)

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Tolerancia de espesor	< 10	%	EN 823
Tolerancia Longitud y Anchura	< 5	%	EN 822
Masa nominal	> 6	Kg/m ²	EN 1849-1
Resistencia a la tracción: longitudinal	200	N/5 cm	EN 12311-1
Resistencia a la tracción: transversal	175	N/5 cm	EN 12311-1
Resistencia al desgarro clavo	180±50	KN/m	EN 12310-1
Estabilidad dimensional a elevadas temperaturas	estable	-	EN 1107-1
Reacción al fuego	D s3 d0	Euroclase	EN 13501-1
Mejora a ruido aéreo sobre tabique placa de yeso laminado	4	dB(A)	EN 140-16
Mejora del aislamiento a 125 Hz (entre elementos rígidos)	> 6	dB	EN 140-16
Mejora del aislamiento a 125 Hz (entre elementos resorte)	> 9	dB	EN 140-16

Figura 7. 48_Membrana acústica M.A.D. 4 Danosa. Características técnicas. Fuente: página oficial de la casa comercial.

Esta información es demasiado general, y no se especifica la masa ni el aislamiento inicial del tabique. No parece lógico suponer que la mejora de 4 dB(A) se mantenga constante sea cual sea la composición y masa del tabique de placa de yeso laminado original, pero no es arriesgado suponer que aportará la mejora necesaria, puesto que únicamente se necesita mejorar el D_{nTA} en 1 dB(A).



7.4. Estado reformado:

Una vez tomadas las decisiones del diseño del local, hay que hacer un ajuste en las soluciones de trasdosados y falsos techos que inicialmente asignamos por defecto. Tras el diseño, es necesario introducir las soluciones constructivas finales.

7.4.1_ Solución propuesta:

Aunque en el *Anexo 1* se presentan los planos completos de la propuesta, con el objetivo de que el presente capítulo disponga de toda la información esencial, se adjunta a continuación la *figura 7.49, figura 7.50 y figura 7.51* que corresponden a la planta baja, entreplanta y sección del diseño final.

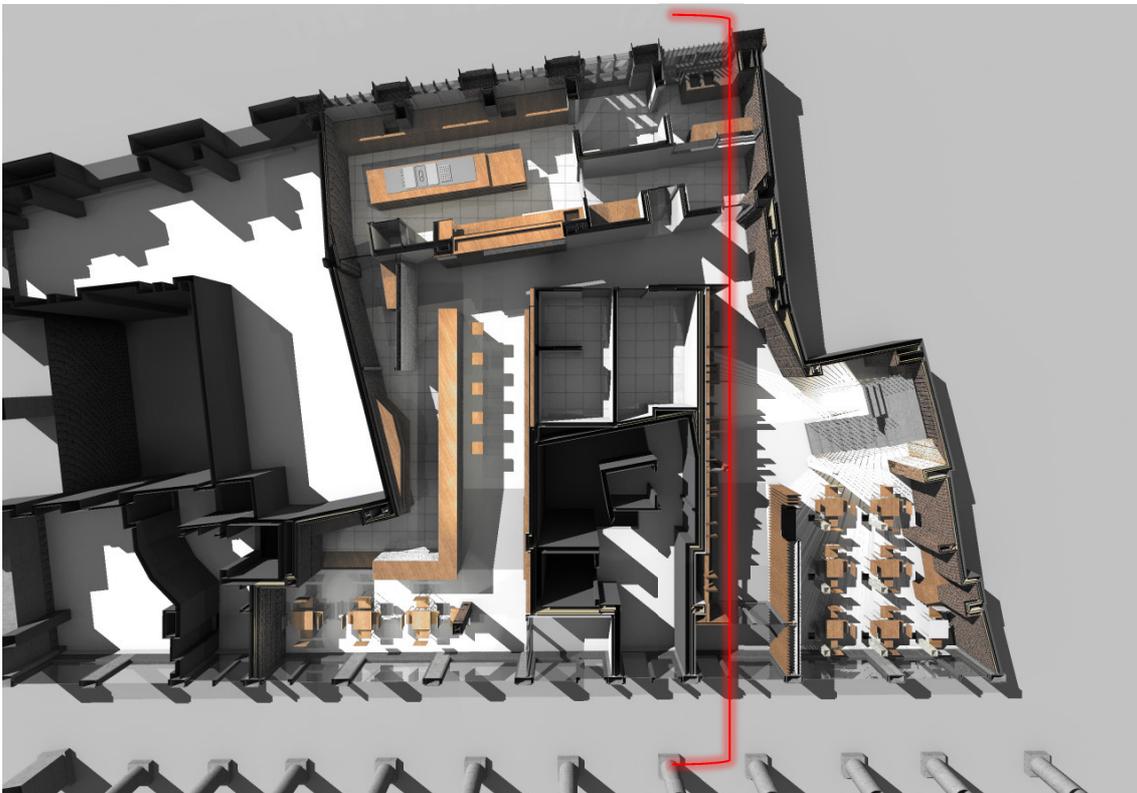


Figura 7. 49_ Planta baja, estado reformado. La línea roja muestra el plano de corte correspondiente a la sección representada en la Figura 7.52.

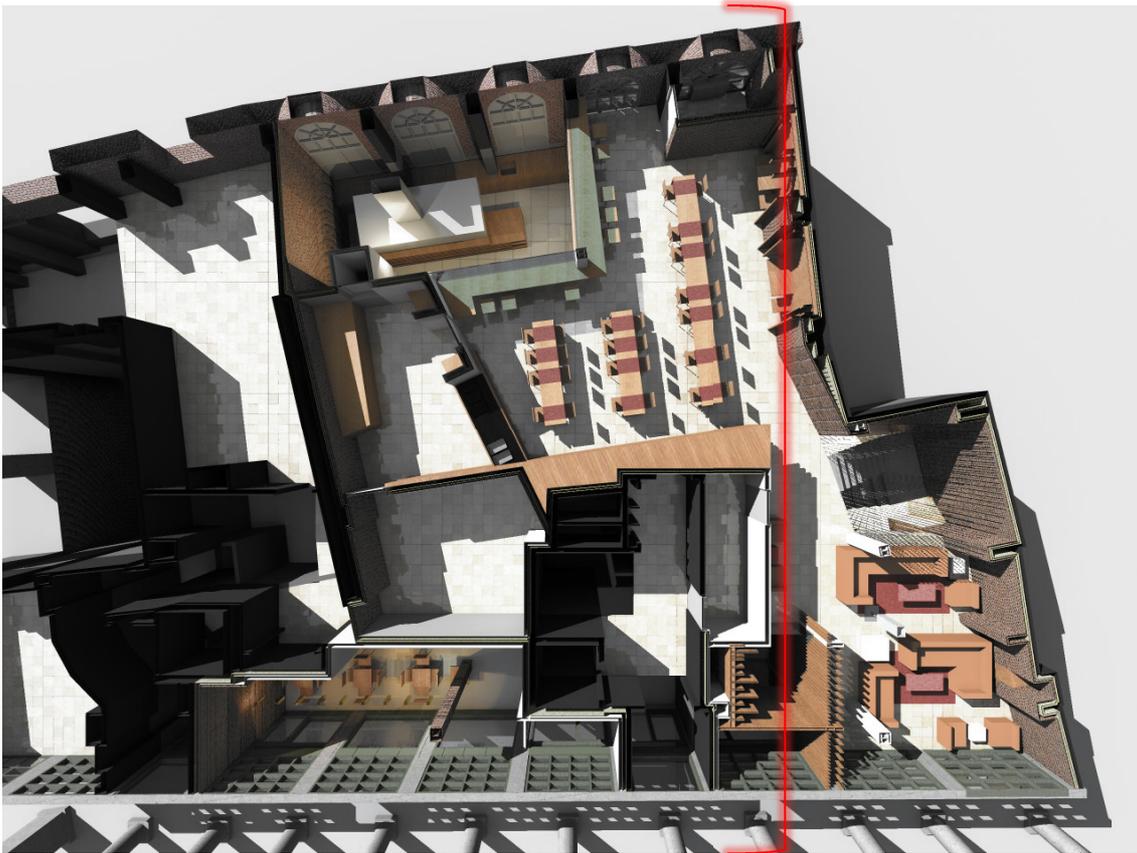


Figura 7.50_ Entrepunta, estado reformado. La línea roja muestra el plano de corte correspondiente a la sección representada en la Figura 7.52.



Figura 7.51_ Sección longitudinal por puerta de acceso al restaurante, estado reformado.

Por idéntico motivo, se aporta a continuación una definición de las principales soluciones constructivas utilizadas, que pueden ubicarse en el *plano 01 del punto 11_memoria constructiva*.

▪ **Elementos de separación vertical:**

- **Separación con local de actividad (muro doble con cercha en su interior):**

Superficie base: Doble hoja de ladrillo perforado con cámara de aire de 290 mm en el interior, en la que se encuentra una cercha de perfiles HEB-180 forrada con manta de lana de roca de 40 mm de espesor.

Trasdosado: Lana de roca 40 mm y 70 kg/m^3 de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 kg/m^2 . Ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticado (15 mm)



- **Separación con local de actividad (medio pie de ladrillo perforado):**
 - Superficie base:** Una hoja de medio pie de ladrillo perforado (115 mm de espesor, y una densidad superficial de 202 kg/m²).
 - Trasdosado:** Lana de roca 50 mm y 70 kg/m³ de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 kg/m² construida con ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elastificado (15 mm)

- **Separación con caja de escaleras (muro cítara ladrillo hueco):**
 - Superficie base:** Una hoja de muro cítara de ladrillo hueco (115 mm de espesor, y una densidad superficial de 131 kg/m²).
 - Trasdosado:** Lana de roca 60 mm y 70 kg/m³ de densidad, y hoja exterior ladrillo hueco doble espesor 90 mm y peso 104 kg/m². La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elastificado (15 mm). En foscado final con yeso de 10 mm.

En ocasiones presenta un acabado final con lamas y paneles de madera que no se considerará a efectos del aislamiento. Se simplificó así el modelo haciendo un cálculo del lado de la seguridad (hay que recordar que la herramienta no facilita la posibilidad de utilizar varias soluciones constructivas para un mismo paramento, colocando el más simple nos ponemos en el caso más restrictivo)

- **Medianera:** Se considera que la solución constructiva existente cumple con la norma, con lo que no se han propuesto medidas de mejora.

- **Elementos de separación horizontal:**

- **Techo entreplanta:**
 - Superficie base:** Forjado chapa colaborante horizontal formado por chapa de acero galvanizado tipo TZ-60 y capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparto 20x20x8x8, espesor total de 120 mm.
 - Falso techo:** Cámara de aire de 150 mm, doble placa ChovaNAPA 40 (material aislante 80 mm en total) y doble placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con lámina viscolám 65 entre ellas.
 - Pavimento:** El de las viviendas, es el preexistente.

- **Techo planta baja:**
 - Superficie base:** Forjado chapa colaborante horizontal formado por chapa de acero galvanizado tipo TZ-60 y capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparto 20x20x8x8, espesor total de 120 mm.
 - Falso techo:** Cámara de aire de espesor ≥ 150 mm, placa ChovaNAPA 40 (material aislante 40 mm) y placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con un 10% de perforaciones con respecto a su superficie total. En la zona de comedor y la zona adyacente a la barra (*ver plano 01 del punto 11_ memoria constructiva*) se substituye la placa de yeso por un panel absorbente de madera Deweton tipo A.
 - Pavimento:** Pavimento continuo de resina autonivelante espesor 2 mm, instalado directamente sobre forjado previa preparación mecánica para obtener un grado de desbaste apto para su aplicación.

- **Suelo planta baja:**

Superficie base: Forjado reticular 350 mm espesor capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparto 20x20x8x8.

Falso techo: Sobre garajes, sin falso techo.

Pavimento: Pavimento continuo de resina autonivelante espesor 2 mm, instalado directamente sobre forjado previa preparación mecánica para obtener un grado de desbaste apto para su aplicación.

7.4.2_ ¿Un recinto de actividad o varios?

No sólo se han modificado las soluciones constructivas de trasdosados y falsos techos, sino también la compartimentación interior del local (visto en *figuras 7.49, 7.50 y 7.51*). Lo que antes era un local que se podía interpretar inequívocamente como un único recinto ahora tiene en su interior otros recintos claramente definidos (cocina, baños, almacenes...). Surge entonces una duda: analizar como se ha hecho hasta ahora (todo el local como recinto de actividad) o subdividir el local en recintos y analizar por parejas de recintos.

Por parejas de recintos, se haría un análisis como el que se hace entre dos viviendas adyacentes: analizando por parejas los diferentes recintos que compartan un elemento separador.

Veamos un ejemplo: En la *figura 7.52*, se representa un ejemplo de edificio residencial, el análisis se hará entre el recinto 1 de la vivienda A y cualquiera de los otros tres recintos (1,2 o 3 de la vivienda B). Así tendremos tres casos de cálculo:

- Recinto 1 de la vivienda A - Recinto 1 de la vivienda B. Elemento separador enmarcado en rectángulo amarillo en la *figura 7.52*.
- Recinto 1 de la vivienda A - Recinto 2 de la vivienda B. Elemento separador enmarcado en rectángulo rojo en la *figura 7.52*.
- Recinto 1 de la vivienda A - Recinto 3 de la vivienda B. Elemento separador enmarcado en rectángulo azul en la *figura 7.52*.

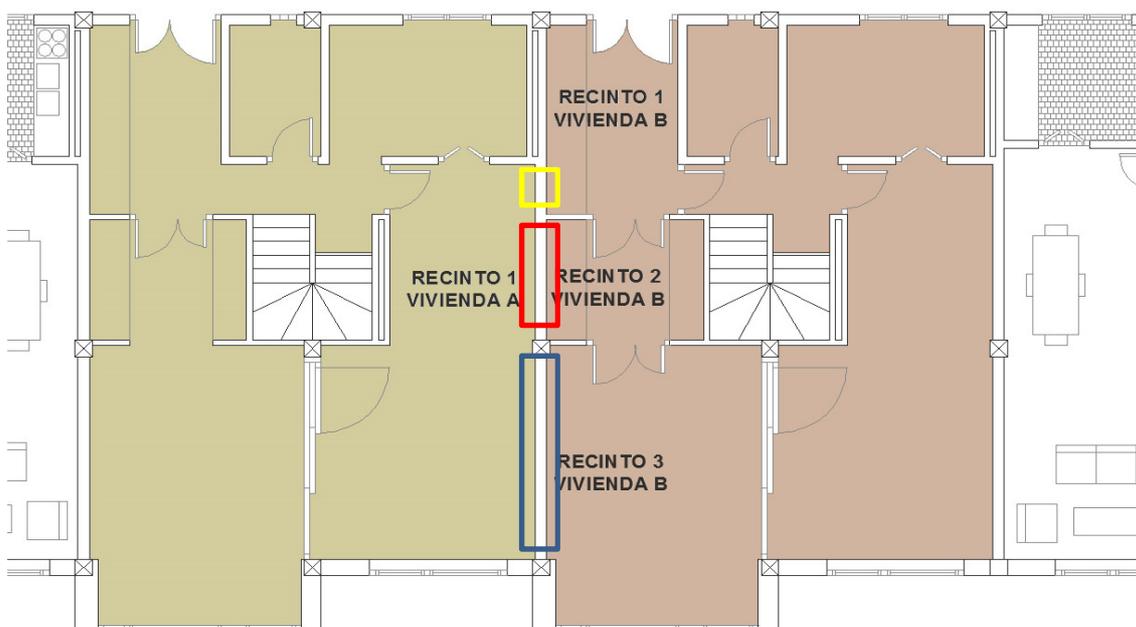


Figura 7. 52_ Ejemplo del análisis en un edificio residencial. Plano de elaboración propia.



Imaginemos ahora la siguiente situación para un recinto de actividad, representada en las *figuras 7.53 y 7.54*. En uno de los recintos de actividad se ha establecido una distribución que coloca tres recintos de instalaciones lindando con el local adyacente.

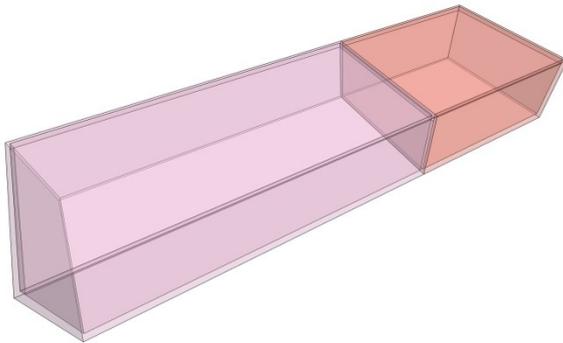


Figura 7. 53_ Dos locales de actividad colindantes horizontalmente.

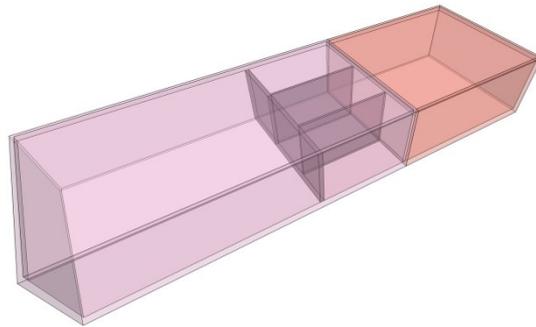


Figura 7. 54_ Dos locales de actividad colindantes horizontalmente tras compartimentación interior.

Comparar por parejas de recintos como se haría en un edificio residencial no parece la mejor opción, puesto que **no se está evaluando** realmente el nivel de presión de emisión en el recinto receptor cuando las máquinas de **los tres recintos de instalaciones están funcionando simultáneamente**.

Sin embargo, comparar por parejas hace que la superficie del recinto emisor sea menor. Esto, como se expone en la conclusión final del *punto 7.2.4*, no afecta a D_{nTA} pero empeora el índice L'_{nTW} en 3 dB cada vez que se reduce a la mitad. Por otro lado, se reduce la superficie de contacto entre los dos cerramientos, hecho favorable para el D_{nTA} y el L'_{nTW} .

Podría ocurrir que al **comparar por recintos**, el recinto emisor (en el caso del ejemplo, cualquiera de los recintos de instalaciones) tuviese una superficie tan reducida que **incumpliésemos el aislamiento a ruido de impacto** (a pesar de que se reduzca también la superficie de contacto entre los dos recintos). **Esta comparación es, en ese sentido, la más restrictiva**.

Así pues se realizó la comprobación de ambas maneras.

7.4.3_ Modelado final Herramienta CTE: un solo recinto.

En este caso, nuestro local se comporta como un solo recinto, el emisor. Es el mismo modelo que el utilizado en el punto 7.2, pero incluyendo las soluciones de mejora definitivas sobre los mismos caso de cálculo. Se volvieron a evaluar los tres casos modelados:

7.4.3.1_ Diferencia de niveles con recinto protegido adyacente vertical

Sobre el caso de cálculo modelado en el punto 7.2.2 (ver en *figuras 7.7 y 7.11* la geometría original y el conjunto de recintos seleccionado en la herramienta) se introdujo la mejora de falso techo enmarcada en la *figura 7.31*, con la que se obtuvo un $D_{nTA}=70$ dB(A). No es necesario introducir el resto de mejoras en el caso de cálculo, puesto que con la sola introducción del falso techo ya se ha alcanzado el valor mínimo exigido.

La ficha justificativa se adjunta como la *ficha justificativa 10 en el Anexo 4*.

7.4.3.2_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto de actividad colindante horizontal

Sobre el caso de cálculo modelado en el punto 7.2.2 (ver en *figuras 7.8 y 7.21* la geometría original y el conjunto de recintos seleccionado en la herramienta) se introdujeron las mejoras definitivas.

a) Modificaciones sobre la base:

Dado que se trata del cálculo justificativo de la solución definitiva, se introdujo una modificación para obtener unos resultados más ajustados: se cambió la **superficie delimitadora** a un **tabique de medio pie de ladrillo hueco**.

La medición in situ de la diferencia de niveles se realizó en una zona en la que el elemento separador era una doble hoja de ladrillo perforado con cámara de aire de 290 mm en el interior, en la que se encuentra una cercha de perfiles HEB-180 forrada con manta de lana de roca de 40 mm de espesor (*punto 7.2.2. apartado d*). Al modelar el caso con la herramienta, se asignó la solución En15 + PL115 + AT + LP115 + En15, ajustada a este cerramiento (*punto 7.2.2. apartado e*). De esta manera se comprobó la fiabilidad de la estimación aportada por la herramienta.

No obstante, esta solución constructiva sólo está presente aproximadamente en un 33 % de la partición, el resto está construido con medio pie de ladrillo perforado.

Por esta causa, y dado que la herramienta no permite asignar dos soluciones a un mismo elemento, se decidió cambiar la solución utilizada por una de medio pie de ladrillo perforado (menor R_A , y por ello, el caso más desfavorable).

b) Planteamiento de mejoras:

Puesto que no existen datos acústicos de la solución que se pretende emplear, se buscó una solución semejante y se introdujeron sus valores en el programa. Posteriormente se justifica que la solución propuesta para el diseño tiene un comportamiento como mínimo igual a la introducida en el programa.

En este caso, en la página web de la empresa cerámicas Sampedro (29) se encontró el ensayo de aislamiento acústico en laboratorio (se adjunta la ficha en la *figura 7.56*) para una solución compuesta por:

- Elemento base de tabique de ladrillo perforado cerámico (espesor 115 mm) enlucido por una cara.
- Lana de roca espesor 50 mm y densidad 70 kg/m^3 .
- Ladrillo hueco simple sobre bandas elásticas (espesor 50 mm) enlucido por una cara.

Su R_A es de 61,9 dB(A). El R_A de la capa soporte, según el catálogo de elementos constructivos (24), en su tabla 4.4.1.1. es de 42 dB(A), con lo que la mejora del trasdosado es de:

$$\Delta D_{nTA} = 61,9 - 42 = 19,9 \text{ dB(A)}$$



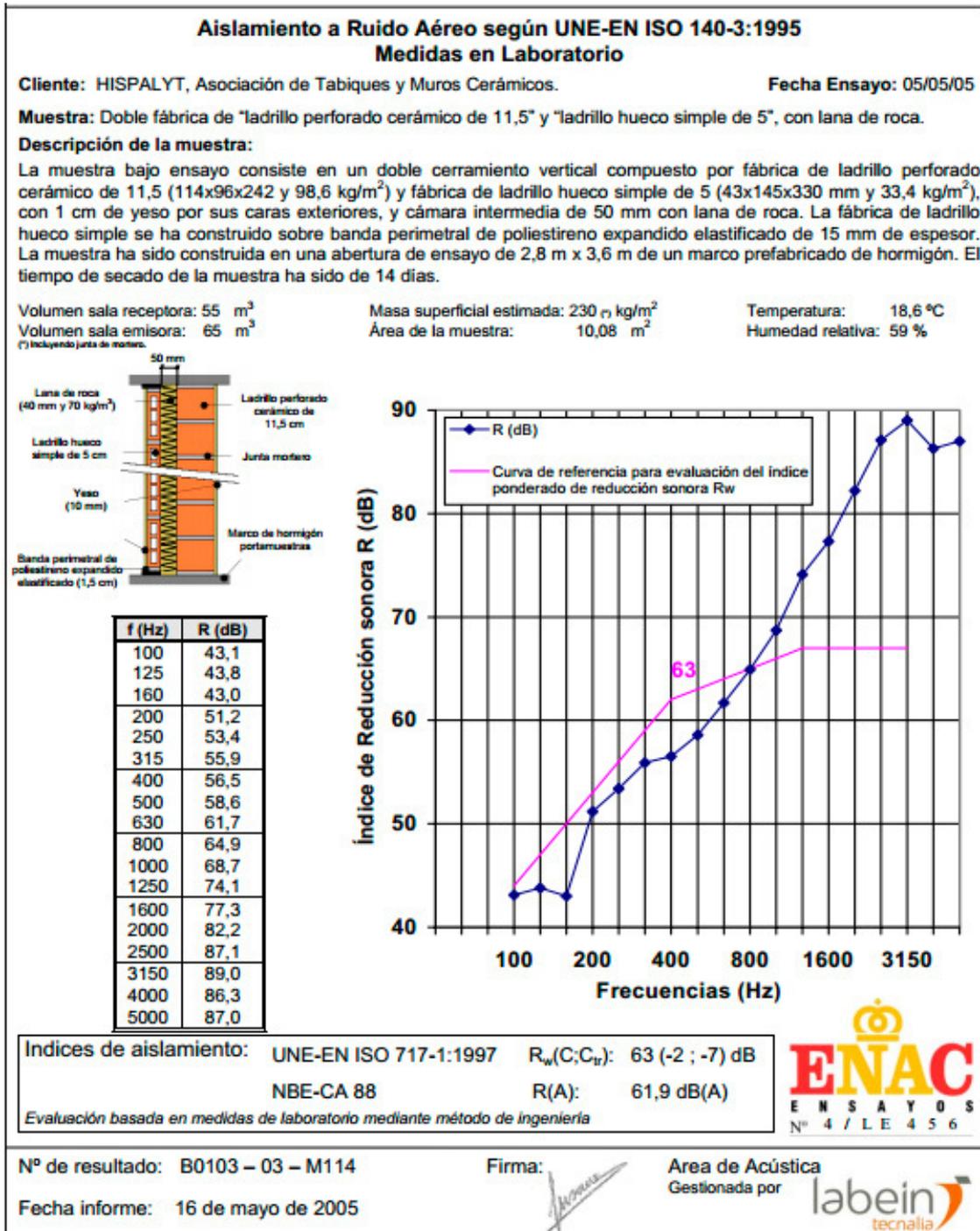


Figura 7. 55_ Ficha del informe de ensayo.

c) Elementos introducidos en el programa:

Elemento soporte: Medio pie de ladrillo perforado revestido por ambas caras

Trasdosado: Se introdujo en la base de datos el trasdosado definido en la ficha representada en la *figura 7.56*, al que se le otorgó el ΔD_{nTA} calculado (19,9 dB(A))

Falso techo en recinto emisor: Falso techo Chova mostrado en la *figura 7.31*.

d) Selección de uniones.

Se seleccionan las uniones adaptadas a las nuevas soluciones constructivas:

Arista 1: Elemento-Suelo → Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica.

Arista 2: Elemento-Techo → Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica.

Arista 3: Elemento-Pared → Unión en T de dobles hojas asimétricas con junta elástica.

Arista 4: Elemento-Pared → Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico.

Se adjunta una captura de pantalla, *figura 7.56*, de la selección de uniones en el programa.

Uniones de los Elementos Constructivos									
Tipo de unión		K_{F1}	K_{F4}	K_{D1}					
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)		Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 2)			3.2	5.9	5.9		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)		Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 1)			1	6.6	6.6		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de dobles hojas asimétricas con junta elástica (orientación 1)			35.9	32.9	32.9		Vista en sección
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)		Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 4)			31	31	4.3		Vista en sección



Figura 7.56_ Juntas seleccionadas.

e) Valores obtenidos.

Una vez introducidos los datos, la herramienta estima un $D_{nTA}=55\text{dB(A)}$ y un $L'_{nTW}=61\text{ dB(A)}$, como puede verse en la *figura 7.57*.

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 3 aristas comunes.							
Datos de entrada							
Elemento separador							
Superficie S_s (m ²)		46,8					
Elemento constructivo base	m_1 (kg/m ²)	R_{iA}	Revestimiento recinto 1	$\Delta R_{D,A}$	Revestimiento recinto 2	$\Delta R_{d,A}$	
Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)	161	44	Sin Trasdosados	-	Lana de roca 50 mm+Ladrillo hueco simple 50 mm+ enlucido	19.9	
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea $D_{n,ai,A}$		D_{nTA}	Requisito CTE	L'_{nTW}	Requisito CTE
		Directa Indirecta		61	-	55	-
S (m ²) R_A		$D_{n,ai,A}$ $D_{n,si,A}$		55	55 CUMPLE	61	60 NO CUMPLE
0 0		0 0					

Figura 7.57_ Valores obtenidos tras introducir las mejoras definitivas.

El aislamiento a ruido aéreo cumple ahora, pero el valor L'_{nTW} ha pasado de 58 a 61 dB., siendo el límite un valor máximo de 60 dB.

En la comprobación inicial, vimos que la herramienta para este caso de cálculo infravaloraba el aislamiento a ruido de impacto en 1 dB, ya que in situ se obtuvo un valor de $L'_{nTW}=57\text{ dB}$ y la herramienta estimó un $L'_{nTW}=58\text{ dB}$ (ver *tabla 7.1*) con lo que dada la limitación espacial existente se evita la colocación de una lámina anti impacto.

La ficha justificativa se adjunta como la *ficha justificativa 11 en el Anexo 4*.

f) Solución real y justificación.

En la propuesta real la hoja de ladrillo hueco sencillo de espesor 50 mm se cambia por una hoja de ladrillo rústico de igual espesor. La masa del ladrillo hueco sencillo es de $33,4\text{ kg/m}^2$, mientras que la del ladrillo rústico es de 70 kg/m^2 , con lo que los datos de aislamiento podrían verse mejorados o permanecer iguales, pero nunca serán peores que los obtenidos con la herramienta.



7.4.3.3_ Diferencia de niveles y nivel de presión a ruido de impactos con recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras)

Sobre el caso de cálculo modelado en el punto 7.2.3 (ver en *figuras 7.24 y 7.25* la geometría original y el conjunto de recintos seleccionado en la herramienta) se introdujeron las mejoras definitivas.

a) Planteamiento de mejoras:

Nuevamente nos encontramos con el mismo problema, no existen datos acústicos de la solución que se pretende emplear. El procedimiento es el mismo que en el caso anterior: buscar una solución semejante, introducir sus valores en el programa y posteriormente justificar que la solución propuesta para el diseño tiene un comportamiento acústico igual o mejor que la introducida en el programa.

En la misma página web utilizada en el caso anterior, (29) se encontró el ensayo de aislamiento acústico en laboratorio (se adjunta la ficha en la *figura 7.59*) para una solución compuesta por:

- Elemento base de tabicón ladrillo hueco doble cerámico (espesor 90 mm) enlucido por una cara.
- Lana de roca espesor 60 mm y densidad 70 kg/m³.
- Ladrillo hueco doble sobre bandas elásticas (espesor 90 mm) enlucido por una cara.

Su R_A es de 62,9 dB(A). El R_A de la capa soporte, según el catálogo de elementos constructivos, es aproximadamente de 37 dB(A). En concreto, en la tabla 4.4.1.1 del catálogo, mostrada en la *figura 7.58*, se muestra la solución ladrillo hueco doble de 70 mm de espesor revestido por ambas caras (37 dB(A)). Podemos asemejar esta solución a nuestro elemento base (la de la ficha utilizada es de 90 mm de espesor revestido por una cara) con lo que la mejora del trasdosado es de:

$$\Delta D_{nTA} = 62,9 - 37 = 25,9 \text{ dB(A)}$$

Código	Sección	Hoja de fábrica HF	HE ⁽⁷⁾	HR ⁽⁸⁾	
			R (m ² K/W)	R _A (dBA)	m (kg/m ²)
P1.1 ⁽⁹⁾		LH PF	0,21	36 [37]	89 [97]
P1.2 ⁽⁹⁾		LH GF	0,38	33 [34]	70 [80]
P1.3		LH	0,28	40 [42]	127 [160]

Figura 7. 58_ Elemento base en el catálogo de elementos constructivos.

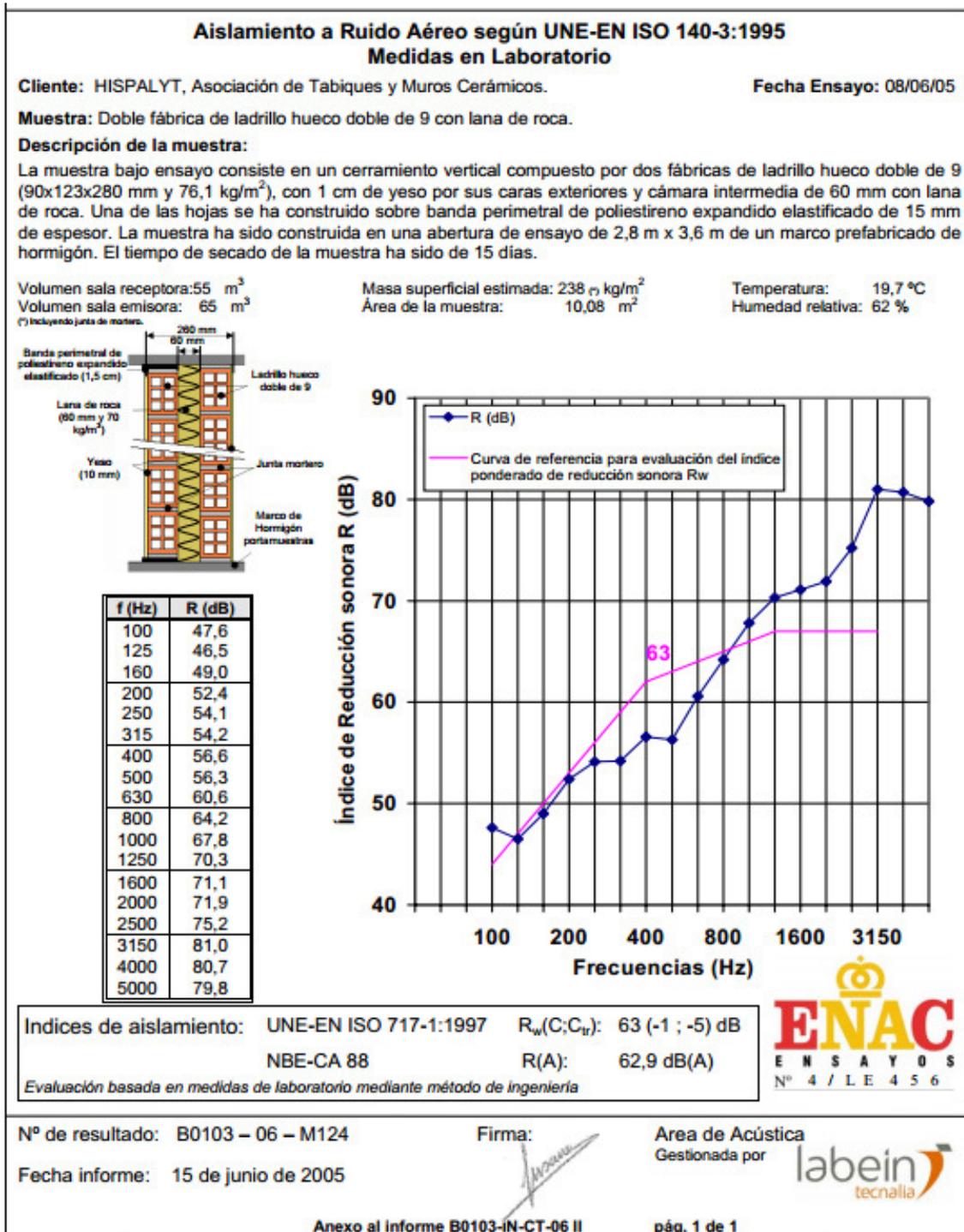


Figura 7. 59_ Ficha del informe de ensayo.

b) Elementos introducidos en el programa:**Elemento soporte:** Tabique hueco doble de 700 mm de espesor, revestido por ambas caras.**Trasdosado de elemento separador:** Se introdujo en la base de datos el trasdosado definido en la ficha con $\Delta D_{rTA} = 25,9$ dB(A)**Trasdosado de fachada:** trasdosado formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 70 mm de ancho, dejando entre la estructura y el muro un espacio de mínimo 10 mm. En el lado externo de esta estructura se atornillan dos placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm de espesor, dando un ancho total mínimo de trasdosado terminado de 110 mm (100+10). Alma rellena con lana mineral de 60 a 70 mm de espesor.

Falso techo en recinto emisor: Falso techo Chova mostrado en *la figura 7.31*.

c) Selección de uniones.

Se seleccionan las uniones adaptadas a las nuevas soluciones constructivas:

- Arista 1a: Elemento-Suelo → Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos.
- Arista 1b: Elemento-Suelo → Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos.
- Arista 2a: Elemento-Techo → Unión en + de doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico en suelo y techo.
- Arista 2b: Elemento-Techo → Unión en + de doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico en suelo y techo.
- Arista 3*: Elemento-Pared → Unión en T de doble hoja con interior discontinua.
- Arista 4**: Esquina → Esquina inferior izquierda.

*Esta arista en realidad no existe, puesto que es la unión del elemento con la pared ficticia que hemos creado para poder modelar el caso. Por ello se ha escogido esta unión que minimiza unas transmisiones indirectas que no existirían en la realidad.

**Predefinida por el programa, no se puede modificar

Se adjunta una captura de pantalla, *figura 7.60*, de la selección de uniones en el programa.



Figura 7. 60_ Conjunto de juntas seleccionadas.

d) Valores obtenidos.

Una vez introducidos los datos, la herramienta estima un $D_{nTA}=54$ dB(A) y un $L'_{nTW}=57$ dB(A), como puede verse en la *figura 7.61*.



Figura 7. 61_ Valores obtenidos tras introducir las mejoras definitivas.

La ficha justificativa se adjunta como la *ficha justificativa 12 en el Anexo 4*.

e) Solución real y justificación.

La solución está a 1 dB(A) de cumplir con las exigencias de la norma. Sin embargo, como se explicó en el apartado a) de este mismo punto, la solución introducida en la herramienta de cálculo no es exactamente la solución propuesta.

En la propuesta real la hoja de ladrillo base es, lógicamente, la preexistente: tabique cítara de ladrillo hueco doble de 115 mm de espesor, en lugar del ladrillo hueco doble de 90 mm de espesor de la solución utilizada en la *figura 7.60*, o los 70 mm de la solución introducida en el programa. Esto implica un beneficioso cambio en la masa del elemento soporte, que pasa de los 97 kg/m² de la solución introducida en la herramienta a los 127 kg/m² de la propuesta real.

Para asegurar la mejora del decibelio que resta hasta alcanzar un $D_{nTA}=55$ dB(A), se propone la sustitución del enlucido de la hoja interior del elemento base (el ladrillo cítara hueco doble de 115 mm de espesor) por el producto Fonac Barrier, una lámina acústica de vinilo de alta densidad de unos 3 mm de espesor que posee un elevado índice aislamiento acústico para un amplio rango de frecuencias. La información acerca de este producto está disponible en la página web de la casa comercial Sonoflex (30). De esta página web se ha obtenido el valor de la mejora de aislamiento en bandas de octavas, representadas en la *figura 7.62*.

Diferencias de nivel sonoro en dB

Material	Bandas de Frecuencias (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
FONAC Barrier	18	23	28	33	39
FONAC Barrier + chapa Nº 20	25	31	36	41	47

Figura 7. 62_ Valores de la mejora de aislamiento del producto Fonac Barrier.

Fuente: Página web oficial de la casa comercial Sonoflex.

Estos datos son incompletos, puesto que parece lógico pensar que esta mejora se ha obtenido en un ensayo sobre un elemento base concreto. Aun así podemos suponer que con el uso de este producto más el ya mencionado cambio de masa del elemento base, se obtiene la mejora del decibelio necesario para pasar de los 54 dB(A) estimados por la herramienta a los 55 dB(A) exigidos por la norma.

7.4.4_ Modelado final Herramienta CTE: parejas de recintos.

Como ya se ha dicho, una reducción de la superficie del recinto emisor puede provocar un incremento del índice L'_{nTW} , haciendo necesaria la incorporación de una lámina anti impacto. En las *figuras 7.49, 7.50 y 7.51* se muestra el diseño final del local, con su compartimentación. En las *figuras 7.63 y 7.64* se representa de manera esquemática los distintos recintos susceptibles de entrar en el análisis por parejas, tanto emisores (en azul) como receptores (en rojo). En verde se ha representado recintos del local emisor cuyo estudio no resulta relevante, por tratarse de vestíbulos para casos de incendio o recintos reducidos de acceso restringido en los que no se prevé el desarrollo de actividad ruidosa. También se considera fuera de objeto de estudio el almacén de la entreplanta, representado por ello en verde en la *figura 7.64*, puesto que en el proceso de diseño se estimó prudente instalar una lámina anti impacto.



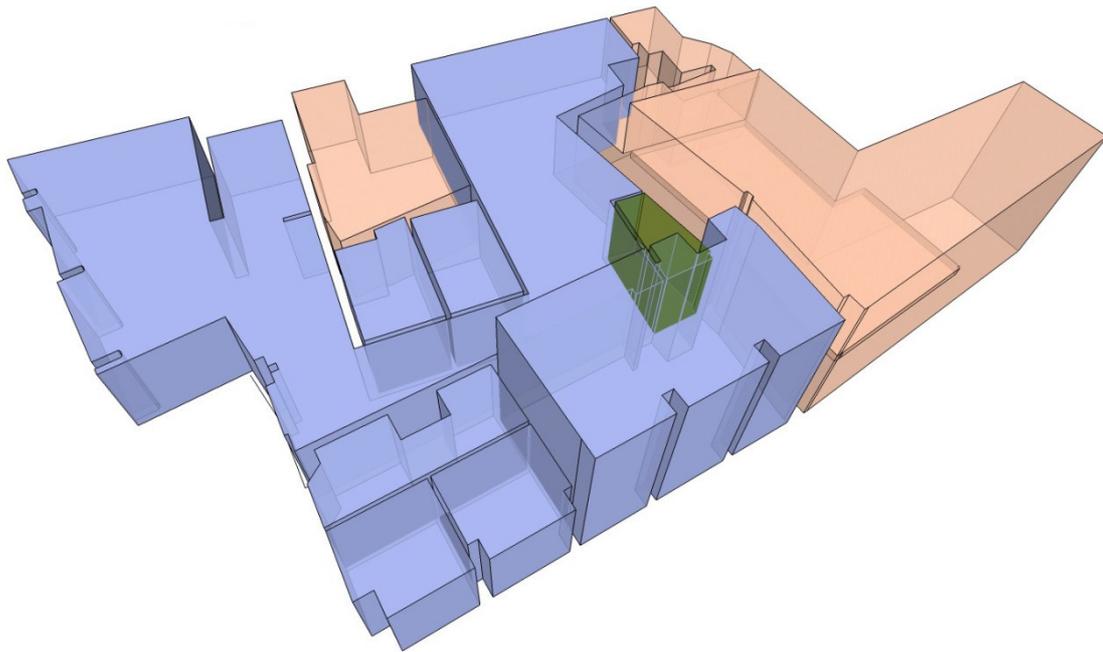


Figura 7. 63_ Planta baja. Recintos emisores (azul) y receptores (rojo). En verde se representan los recintos del local emisor que no son susceptibles de ser objeto de estudio.

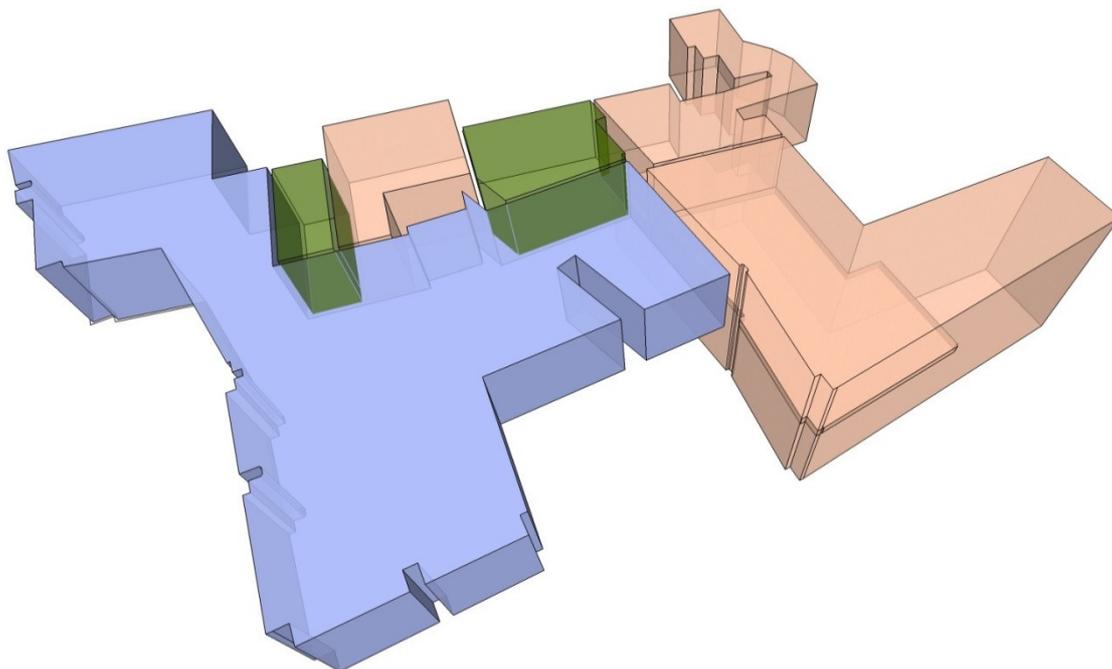


Figura 7. 64_ Entreplanta. Recintos emisores (azul) y receptores (rojo). En verde se representan los recintos del local emisor que no son susceptibles de ser objeto de estudio.

Nota: aunque los recintos de comedor en planta baja y entreplanta están conectados por el hueco de la escalera y el hueco sobre el vestíbulo de acceso (*figura 7.65*), se consideran para el estudio como dos recintos separados.

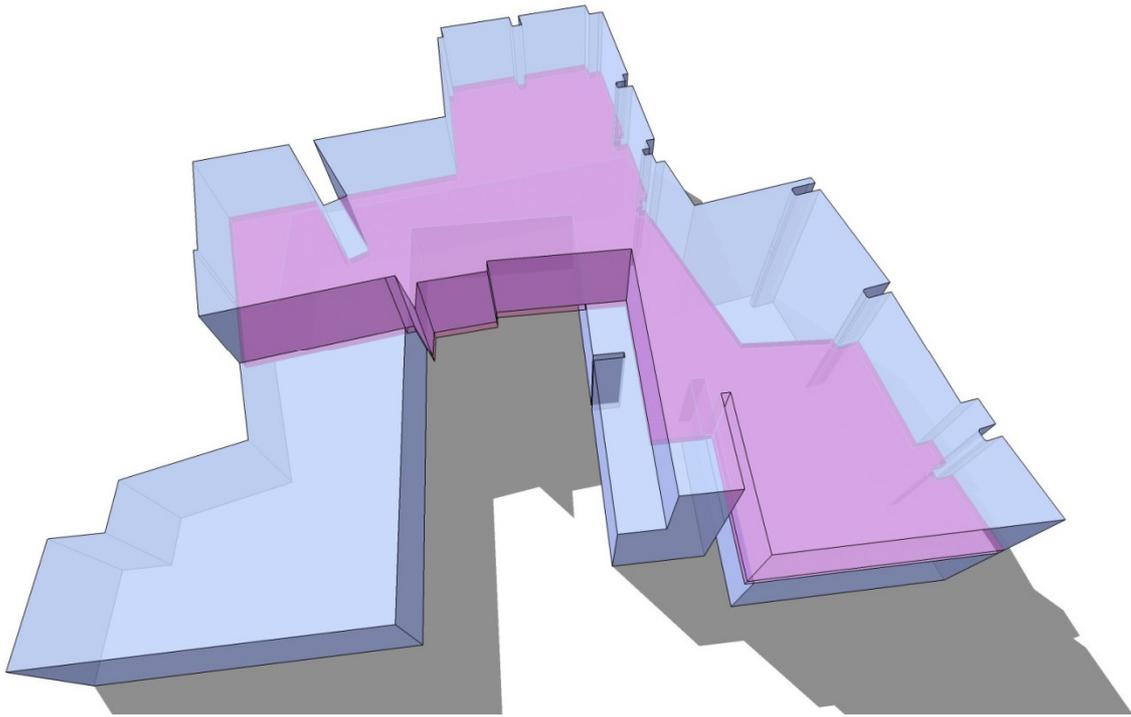


Figura 7. 65_ Volumen total del recinto del comedor (azul), en rojo se muestra el suelo de la entreplanta. A la derecha se ven los dos huecos que comunican la planta baja con la entreplanta.

El modelado de cada uno de los casos se realizó bajo los mismos criterios y de manera análoga a como se hizo en los casos anteriores. A continuación se presentan las parejas de recintos, se hace una breve descripción de los puntos más particulares en el modelado de cada caso y se aportan los resultados.

1. Las parejas de recintos que se estudiaron son:

- Planta baja:
 - Cocina – Recinto de actividad colindante (figura 7.66).
 - Comedor – Recinto de actividad colindante (figura 7.67).
 - Comedor – Caja de escaleras (figura 6.68).
 - No se estudió el caso de los aseos – caja de escaleras, puesto que no hay continuidad de forjado, al limitar los aseos con el hueco de la escalera.
- Entreplanta:
 - Comedor – Recinto de actividad colindante (figura 6.69).
 - Dada la escasa superficie de contacto del comedor con las cajas de escaleras, se desestimó su estudio

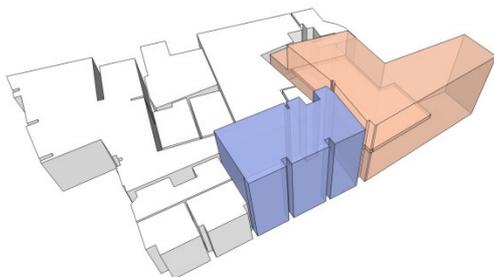


Figura 7. 66_ Cocina-recinto de actividad colindante (Planta baja).

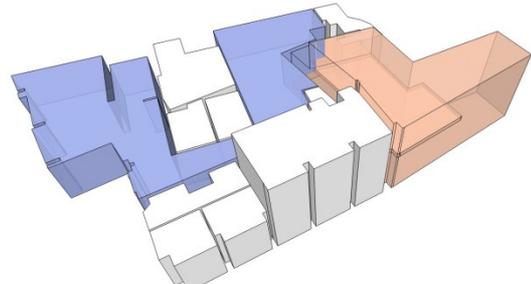


Figura 7. 67_ Comedor-recinto de actividad colindante (Planta baja).



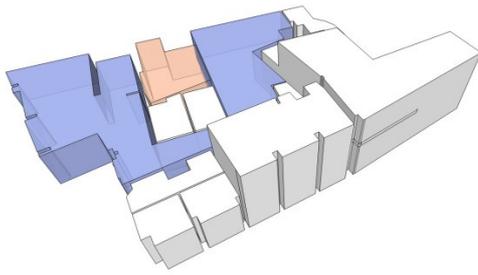


Figura 7. 68_ Comedor-caja de escaleras (Planta baja).

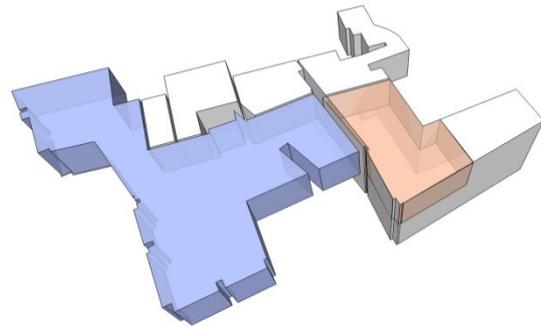


Figura 7. 69_ Comedor-Recinto de actividad colindante (Entreplanta).

2. Particularidades de cada caso:

- Planta baja: Cocina – Recinto de actividad colindante.
 - Se introdujo la altura total (5,5 m), tanto en recinto emisor como receptor.
- Planta baja: Comedor – Recinto de actividad colindante.
 - Se introdujo como altura total la de la planta baja (3,0 m), tanto en recinto emisor como receptor.
 - La superficie de ambos recintos que se introdujo en la herramienta es la de la planta baja.
 - Se seleccionó la pareja de recintos representada en la *figura 7.70*, por ser el que mejor representa las superficies delimitadoras.
 - Se introdujeron las dimensiones reales de superficies y longitudes de las aristas, y se amoldaron al conjunto de recintos seleccionado.

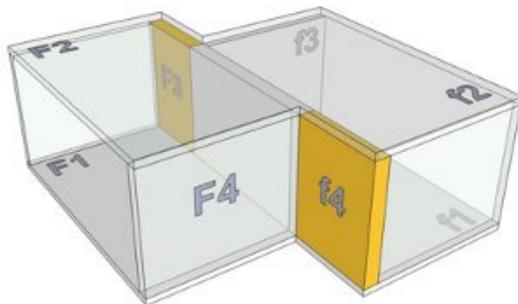


Figura 7. 70_ Pareja de recintos: Caso “planta baja: comedor- recinto de actividades colindante” y Caso “entreplanta: comedor-recinto de actividades colindante”

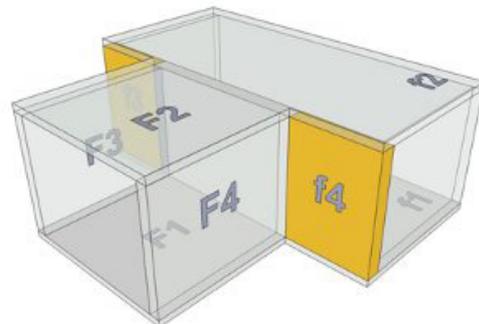


Figura 7. 71 Pareja de recintos: Caso planta baja: comedor- caja de escaleras

- Planta baja: Comedor – Caja de escaleras.
 - La pareja de recintos seleccionada se representa en la *figura 7.71*, por ser el que mejor representa las superficies delimitadoras.
 - Se introdujeron las dimensiones reales de superficies y longitudes de las aristas, y se amoldaron al conjunto de recintos seleccionado.
- Entreplanta: Comedor – Recinto de actividad colindante.
 - Se introdujo como altura total la de la entreplanta (2,5 m), tanto en recinto emisor como receptor.
 - La superficie de ambos recintos que se introdujo en la herramienta es la de la entreplanta.
 - Se seleccionó la pareja de recintos representada en la *figura 7.71*, por ser el que mejor representa las superficies delimitadoras.

- Se introdujeron las dimensiones reales de superficies y longitudes de las aristas, y se amoldaron al conjunto de recintos seleccionado.
- La hoja base del elemento delimitador utilizada es una hoja de medio pie de ladrillo perforado, si bien en esa zona existe una pared de doble hoja de ladrillo perforado forrando una cercha en su interior (resulta más fácil de modelar, y se trata de un cálculo del lado de la seguridad).

3. Resultados:

- Planta baja: Cocina – Recinto de actividad colindante.

$D_{nTA} = 56 \text{ dB(A)}$ $L'_{nTW} = 54 \text{ dB}$ Ver figura 7.72.

Elemento separador									
Superficie S_s (m ²)		Elemento constructivo base			Revestimiento recinto 1		Revestimiento recinto 2		
46.8		m_1 (kg/m ²)	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$					
Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)		161	44	TRASDOS CERCHA PARA LDH (90)	19.9	Sin Trasdosados			
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea $D_{n,a,i,A}$		D_{nTA}		Requisito CTE		L'_{nTW}	
S (m ²)		Directa		Directa		55		54	
$R_{f,A}$		Indirecta		Indirecta		CUMPLE		60	
0		0		0		-		-	

Figura 7. 72_ Resultados de aislamiento. Planta baja: Cocina-Recinto de actividad colindante.

- Planta baja: Comedor – Recinto de actividad colindante.

$D_{nTA} = 63 \text{ dB(A)}$ $L'_{nTW} = 52 \text{ dB}$ Ver figura 7.73.

Elemento separador									
Superficie S_s (m ²)		Elemento constructivo base			Revestimiento recinto 1		Revestimiento recinto 2		
13.07		m_1 (kg/m ²)	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$					
Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)		161	44	TRASDOS CERCHA PARA LDH (90)	19.9	Sin Trasdosados			
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea $D_{n,a,i,A}$		D_{nTA}		Requisito CTE		L'_{nTW}	
S (m ²)		Directa		Directa		55		52	
$R_{f,A}$		Indirecta		Indirecta		CUMPLE		60	
0		0		0		-		-	

Figura 7. 73_ Resultados de aislamiento. Planta baja: Comedor-Recinto de actividad colindante.

- Planta baja: Comedor – Caja de escaleras.

$D_{nTA} = 64 \text{ dB(A)}$ $L'_{nTW} = 51 \text{ dB}$ Ver figura 7.74.

Elemento separador									
Superficie S_s (m ²)		Elemento constructivo base			Revestimiento recinto 1		Revestimiento recinto 2		
10		m_1 (kg/m ²)	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$					
Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)		161	44	Sin Trasdosados	-	trasdosado para ladrillo HD		19.9	
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea $D_{n,a,i,A}$		D_{nTA}		Requisito CTE		L'_{nTW}	
S (m ²)		Directa		Directa		- <th colspan="2">49</th>		49	
$R_{f,A}$		Indirecta		Indirecta		45		60	
0		0		0		CUMPLE <td colspan="2">51 </td>		51	
								-	
								CUMPLE	

Figura 7. 74_ Resultados de aislamiento. Planta baja: Comedor-Caja de escaleras.

- Entreplanta: Comedor – Recinto de actividad colindante.

$D_{nTA} = 59 \text{ dB(A)}$ $L'_{nTW} = 56 \text{ dB}$ Ver figura 7.75.

Elemento separador									
Superficie S_s (m ²)		Elemento constructivo base			Revestimiento recinto 1		Revestimiento recinto 2		
13.07		m_1 (kg/m ²)	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$					
Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)		97	37	TRASDOS CERCHA PARA LDH (90)	19.9	Sin Trasdosados			
Ventanas, puertas y lucernarios		Transmisión aérea $D_{n,a,i,A}$		D_{nTA}		Requisito CTE		L'_{nTW}	
S (m ²)		Directa		Directa		55		56	
$R_{f,A}$		Indirecta		Indirecta		CUMPLE		60	
0		0		0		-		-	
								53	
								-	

Figura 7. 75_ Resultados de aislamiento. Entreplanta: Comedor – Recinto de actividad colindante.



8_ESTUDIO Y PROPUESTA DE FACHADAS Y MEDIANERÍA.

El local a tratar cuenta con dos fachadas, a Plaza Mayor y a calle Correos, y una medianera que lo separa del edificio colindante.

Las soluciones constructivas iniciales de estos elementos y las propuestas de mejora son las siguientes:

- **Fachada Este**, a Plaza Mayor: fachada pesada de una sola hoja de piedra caliza tipo sillar de 300 mm de espesor. Asignándole una densidad de 1600 kg/m^3 (aproximadamente un valor medio) se estima una masa superficial de 480 kg/m^2 .
Trasdosado propuesto: trasdosado formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 70 mm de ancho, dejando entre la estructura y el muro un espacio de mínimo 10 mm. En el lado externo de esta estructura se atornillan dos placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm de espesor, dando un ancho total mínimo de trasdosado terminado de 110 mm (100+10). Se rellena el alma con lana mineral de 60 a 70 mm de espesor.
- **Fachada Oeste**, a calle Correos: Se puede ver una hoja exterior de ladrillo macizo de medio pie (240 mm), y una hoja interior de ladrillo revestido de mortero, pero se desconoce su composición interior hasta alcanzar los 650 mm que tiene de espesor (según plano del documento básico del proyecto de reforma, incluido en el presente documento como los *planos 03 y 04 del Anexo 1*)
Trasdosado propuesto: no se propone ningún tipo de trasdosado. Se desestimó su necesidad ya que una fachada de 650 mm de espesor construida en ladrillo tiene una masa y una solidez suficientes para cumplir los requisitos acústicos de la norma. Es más conveniente centrarse en vidrios y carpinterías.
- **Medianera:** Sin datos disponibles de una memoria de cerramientos del proyecto original, se dedujo su composición por inspección visual, ver *figuras 8.1 y 8.2*.



Figura 8. 2 Fotografía de medianera



Figura 8. 1 Fotografía de medianera

La hoja exterior es un muro cítara de ladrillo perforado (115 mm y 131 kg/m^2), y la hoja interior parece ser un muro hueco simple (50 mm y 69 kg/m^2). Entre ellas hay una cámara de aire sin ventilar, con una plancha de poliestireno expandido de 20 mm . No obstante parece observarse que detrás de la segunda hoja de cerámica hay una proyección de espuma de poliuretano, presumiblemente proyectada sobre la cara expuesta de la medianera del edificio contiguo.

Trasdosado propuesto: Lana de roca 40 mm y 70 kg/m^3 de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 kg/m^2 . Ladrillo rústico modelo marrón ($220 \times 50 \times 37$

mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elastificado (15 mm).

8.1. Exigencias de normativa.

Las exigencias para este tipo de cerramientos son las siguientes:

Fachadas:

- *Art 23, punto 2 de la Ordenanza sobre ruido y vibraciones de Valladolid (2013) (13)*
Las fachadas de los recintos de actividad tipo I (noche) tendrán un $D_A \geq 45$ dB(A)
- *Anexo I, punto 2 de la Ley del Ruido de Castilla y León (2009) (12)*
No se emitirá al exterior niveles sonoros superiores a $L_{Aeq5s} \geq 45$ dB(A) área un área receptora exterior Tipo 2.

Medianeras:

- *Punto 2.1.1, apartado c) del CTE DB HR (11)*
El aislamiento acústico a ruido aéreo ($D_{2m,nT,Atr}$) de cada uno de los cerramientos de una medianería entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el aislamiento acústico a ruido aéreo ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

8.2. Cumplimiento de la norma.

La herramienta de cálculo del HR analiza las características acústicas de la fachada desde el punto de vista de la protección de los recintos interiores con respecto al exterior. Sin embargo, debemos analizar la fachada para proteger el ambiente exterior del ruido producido en el desarrollo de la actividad que se va a llevar a cabo en el local, siguiendo el enfoque de la ley del Ruido de Castilla y León. Es necesario analizar el cumplimiento de la fachada de otra manera.

Dado que la parte opaca de la fachada a calle Correos cuenta con suficiente masa, y que el conjunto “hoja principal de piedra + trasdosado ligero” propuesto para la fachada a la Plaza Mayor cuenta con altas prestaciones acústicas, se pone el foco de las mejoras en los vidrios. Se propone para las fachadas la sustitución de todos los acristalamientos por vidrio monolítico SGG Stadip Silence 25.5, que con sigue en sus 26 mm de espesor un $R_W=45$ dB con un coeficiente de adaptación espectral $C=-1$ dB. Esta información puede consultarse en la página web (versión británica) de la casa comercial Saint-Gobain (31)

En cuanto a la **medianera**, se ha trasdosado con Lana de roca 40 mm y 70 kg/m^3 de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 kg/m^2 sobre base perimetral. Si vemos la solución planteada en la *figura 7.56*, este mismo trasdosado sobre una hoja portante de medio pie de ladrillo perforado consigue un $R_A=61,9$ dB(A). Puesto que este mismo trasdosado se monta sobre el cerramiento de doble hoja descrito en el apartado anterior, El coeficiente R_A no debería descender de este valor. Es difícil pensar que el D_{nTA} del conjunto de las dos medianeras descienda por debajo de los 50 dB(A), valor límite marcado por el CTE. Además la transmisión por flancos debería ser inexistente, al tratarse de dos edificios separados sin continuidad estructural.



9_TIEMPO DE REVERBERACIÓN.

Es necesario controlar el correcto acondicionamiento del local, para lograr un adecuado confort acústico en el interior. El recinto se ha compartimentado en varias zonas, evitando una distribución tipo loft. Esta es una primera manera de afrontar un tiempo de reverberación demasiado elevado, evitando grandes volúmenes con grandes alturas que alberguen espacios poco amueblados. Las lamas de madera diseñadas para las zonas de bar y restaurante (*figuras 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4*) funcionan como elementos difusores, evitando la presencia de modos propios en el local.

Es recomendable en este punto observar los planos de la situación reformada, incluidos en el *Anexo 1*, si bien las *figuras 9.7, 9.8 y 9.9*, pueden ser suficientes para ubicar las explicaciones que aparecerán en lo sucesivo.

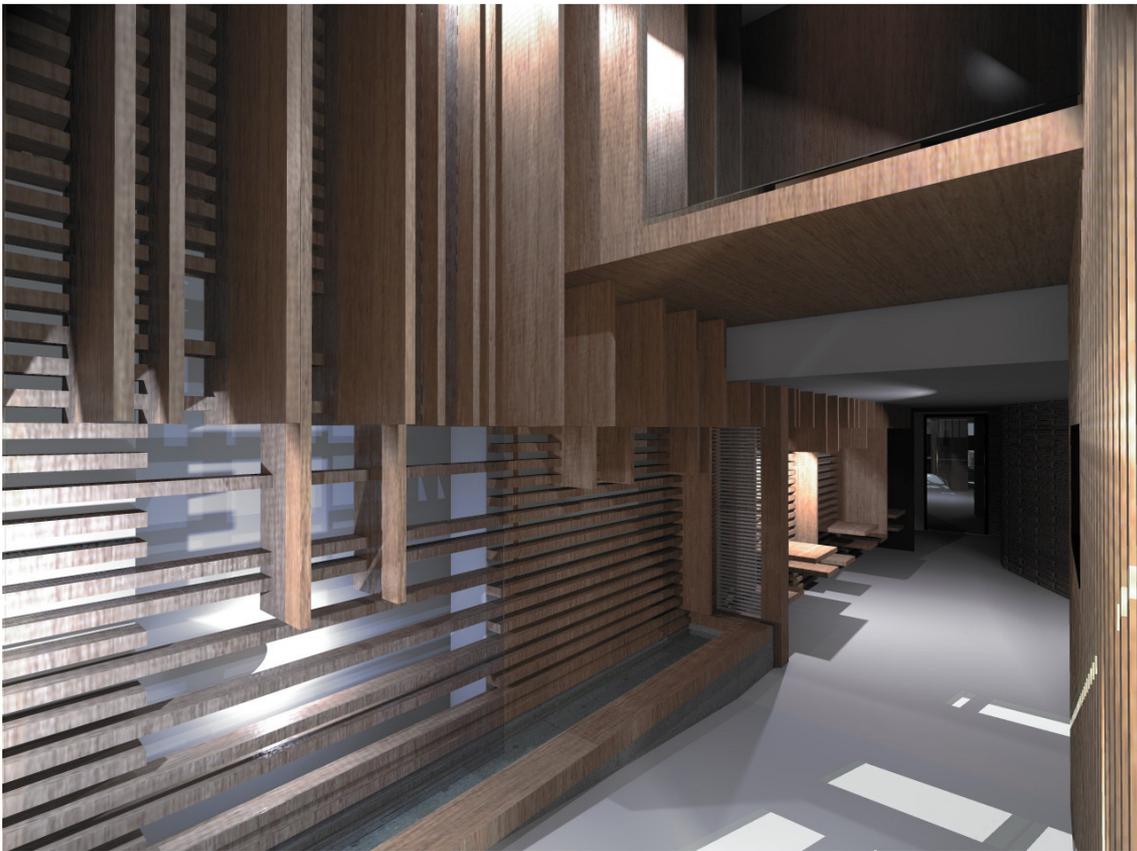


Figura 9.1_Lamas de madera en vestíbulo de restaurante, tras acceso. Planta baja.



Figura 9.2_Sección longitudinal por acceso al restaurante; destacado lamas de madera en zona del restaurante planta baja.



Figura 9. 3 _Lamas de madera en entreplanta, vista tras el acceso por escaleras. Zona de comedor.

En la zona de restaurante en planta baja (*figura 9.4*) y en la zona inmediatamente adyacente a la barra del bar (*figura 9.5*), se ha substituido gran parte de la placa de yeso laminada del techo por un panel resonador Deweton tipo A (*figura 9.6*), que mejora sensiblemente el acondicionamiento acústico de la sala. En la *figura 9.7* se presenta la información del coeficiente de absorción acústica por frecuencias, obtenida del catálogo de productos de la casa comercial BD (32)

Se ha calculado un coeficiente de absorción medio $\alpha_m=0,60$ realizando la media aritmética de los valores α correspondientes a las frecuencias 250, 500, 1000 y 2000 Hz de la solución más desfavorable representada en el *gráfico 9.1*. Se tomó esta decisión en previsión de la reducción de las dimensiones de la cámara de aire del falso techo, debido a vigas, correas o instalaciones.





Figura 9. 4_ Resonador Deweton tipo A en techo sobre zona de restaurante en planta baja.



Figura 9. 5_ Lamas en pared y resonador Deweton tipo A en techo sobre taburetes en zona de bar.

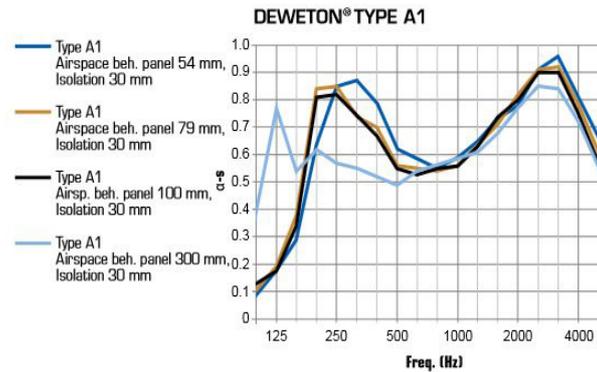


Figura 9.6 Resonador Deweton tipo A.
Fuente: catálogo de productos de la empresa BD.

Gráfico 9.1 Resonador Deweton tipo A, coeficiente α por frecuencias. Fuente: catálogo de productos de la empresa BD.

9.1. Exigencias de normativa.

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HR (11), establece en el punto 2.2 que el **tiempo de reverberación** en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que **0,9 s**. Este valor límite se comprobará en las tres zonas de pública concurrencia principales del local:

- Zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja). Incluye la doble altura del vestíbulo del bar (figura 9.7).
- Zona de restaurante en planta baja* (figura 9.8).
- Zona de restaurante en entreplanta* (figura 9.9).

*Estas dos últimas zonas, las de restaurante en planta baja y planta alta, están comunicadas por una pequeña doble altura en el vestíbulo, además del hueco de las escaleras. No obstante se ha analizado como dos zonas separadas.

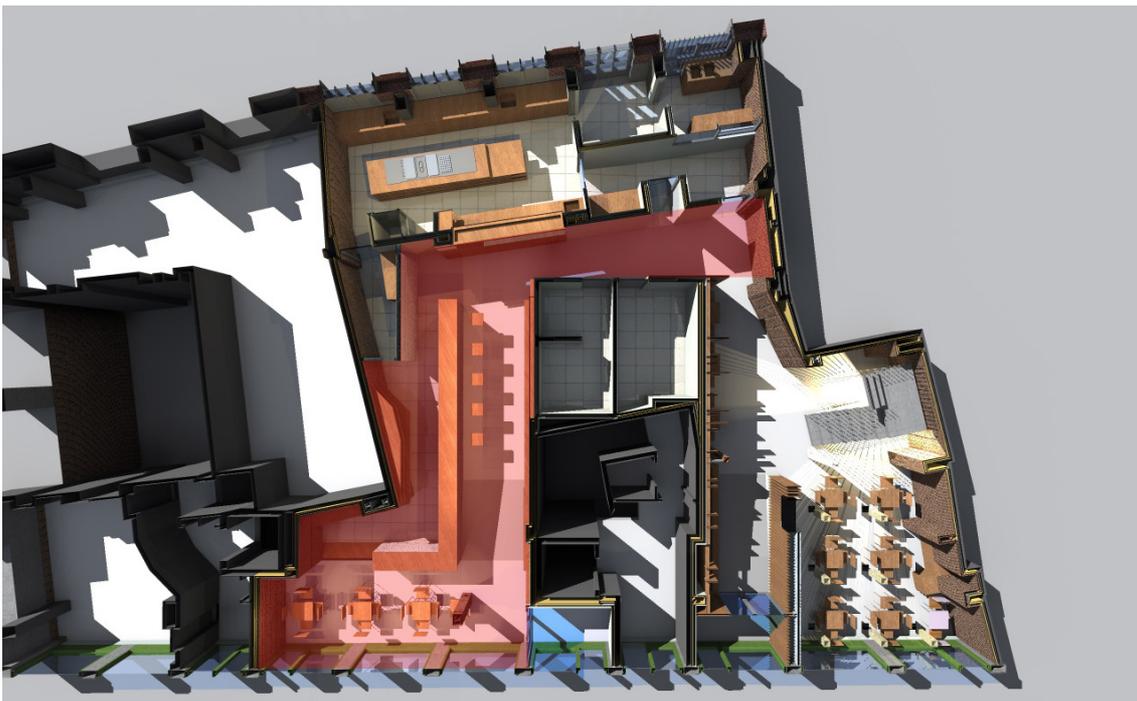


Figura 9.7 Tiempo de reverberación: Zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja).



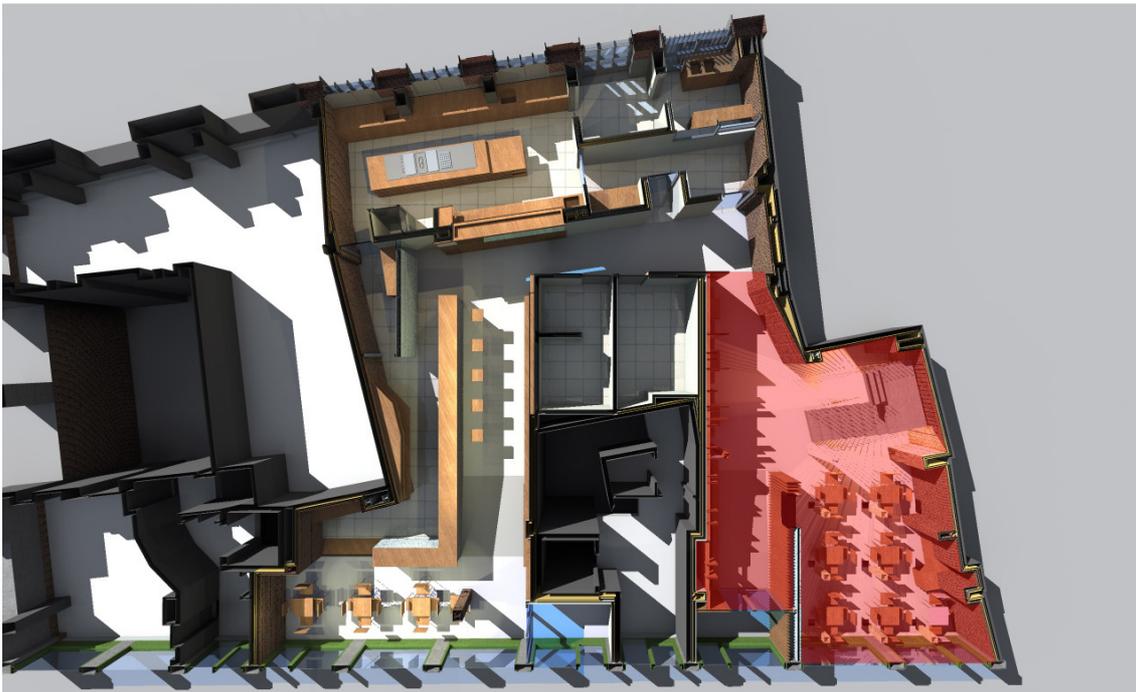


Figura 9. 8_ Tiempo de reverberación: Zona de restaurante en planta baja

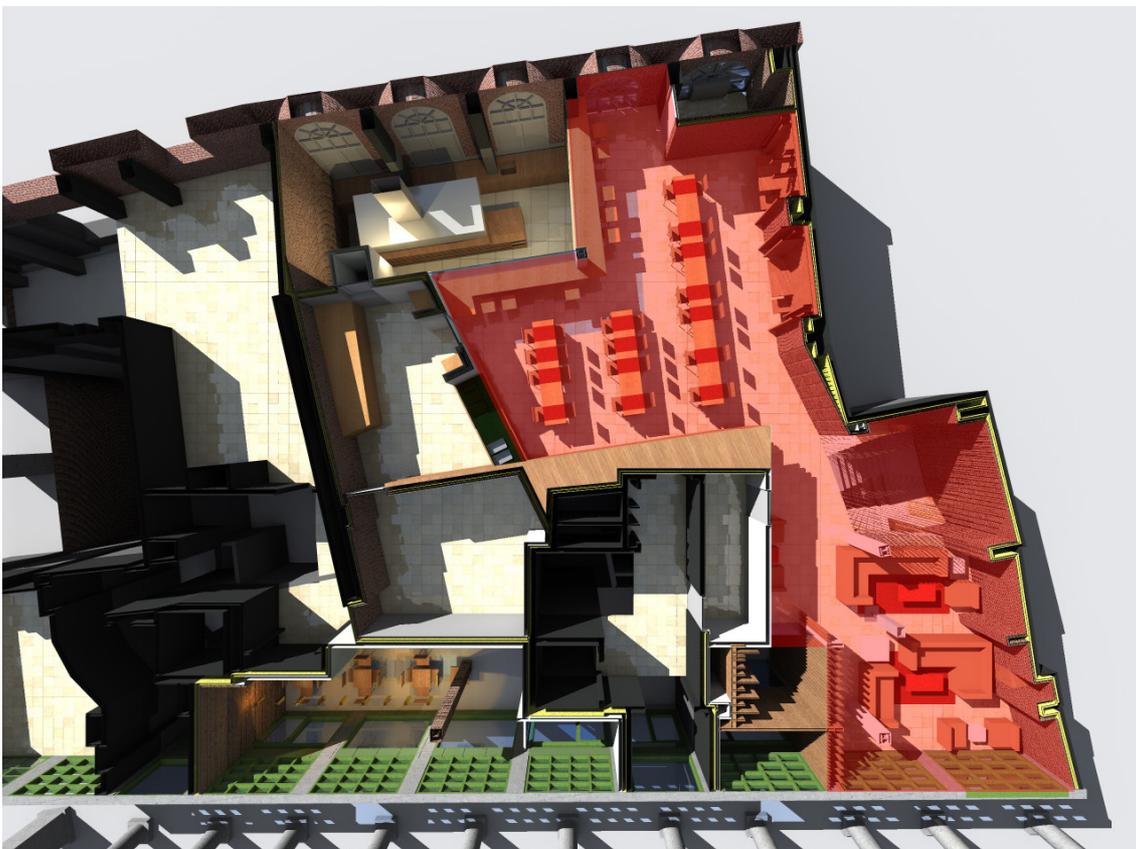


Figura 9. 9_ Tiempo de reverberación: Zona de restaurante en entreplanta

9.2. Análisis de los casos con la herramienta del CTE.

La herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE presenta una aplicación para calcular el tiempo de reverberación de un determinado recinto. Se introdujeron los tres recintos definidos en el apartado anterior con los siguientes resultados:

- Zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja):
(Figura 9.10) TR = 1,25 s
- Zona de restaurante en planta baja):
(Figura 9.11) TR = 1,01 s
- Zona de restaurante en entreplanta):
(Figura 9.12) TR = 1,24 s

Volumen del recinto

Volumen V_r (m³)

Tipo de recinto **Aulas y salas de conferencia incluyendo las butacas**

Resultado

Área equivalente A (m²) 34.9186

Resultado Cálculo T_{60} (s) **1.25** Requisito CTE T_{60} (s) 0,9 **NO CUMPLE**

Tiempo de reverberación T (s) 1.25

Paramentos

Paramentos	$\alpha_{m,i}$	S_i (m ²)	$\alpha_{m,i} \cdot S_i$
1 Hormigón pintado	0.07	82.35	5.7645
2 Madera y paneles de madera	0.08	66.51	5.3208
3 Placa de yeso laminado (PYL)	0.06	44	2.64
4 Piedra	0.02	29.81	0.5962
5 Placa de yeso laminado (PYL)	0.06	36.16	2.1696
6 Vidrio	0.04	24.54	0.9816
7 Ladrillo cerámico vistos	0.04	43.73	1.7492
8 PA	0.55	12.5	6.875
9 Placa de yeso laminado (PYL)	0.06	38.28	2.2968
10 -	-	0	0

Muebles fijos absorbentes

Muebles	$A_{0,m,i}$
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

Figura 9. 10_ Tiempo de reverberación: zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja)

Volumen del recinto

Volumen V_r (m³)

Tipo de recinto **Aulas y salas de conferencia incluyendo las butacas**

Resultado

Área equivalente A (m²) 28.8462

Resultado Cálculo T_{60} (s) **1.01** Requisito CTE T_{60} (s) 0,9 **NO CUMPLE**

Tiempo de reverberación T (s) 1.01

Paramentos

Paramentos	$\alpha_{m,i}$	S_i (m ²)	$\alpha_{m,i} \cdot S_i$
1 Hormigón pintado	0.07	72.3	5.061
2 panel madera falso techo resonador	0,6	11.46	6.876
3 Placa de yeso laminado (PYL)	0.06	38.43	2.3058
4 Piedra	0.02	11.5	0.23
5 Placa de yeso laminado (PYL)	0.06	36.16	2.1696
6 Vidrio	0.04	7.1	0.284
7 Ladrillo cerámico vistos	0.04	34.3	1.372
8 Madera y paneles de madera	0.08	60.17	4.8136
9 Placa de yeso laminado (PYL)	0.06	22.41	1.3446
10 -	-	0	0

Muebles fijos absorbentes

Muebles	$A_{0,m,i}$
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

Figura 9. 11_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en planta baja





Figura 9. 12_Tiempo de reverberación: zona restaurante en entreplanta

9.3. Modificaciones.

Como puede verse los resultados obtenidos están muy por encima de del valor deseable para lograr una situación acústicamente confortable. Incluso se encuentra por encima del 0,9 s exigido por el CTE DB HR.

Para reducir drásticamente este valor, se propone sustituir la placa yeso laminado continua del falso techo por una con perforaciones en un porcentaje de hasta el 10% de la superficie total. De esta manera se pasa de un coeficiente $\alpha=0,05$ a un $\alpha=0,52$ (datos propios de la base de datos de la herramienta oficial de cálculo del DB HR CTE).

Esto es posible en la planta baja, ya que las exigencias de aislamiento con el nivel superior (entreplanta que pertenece al propio restaurante) son mínimas.

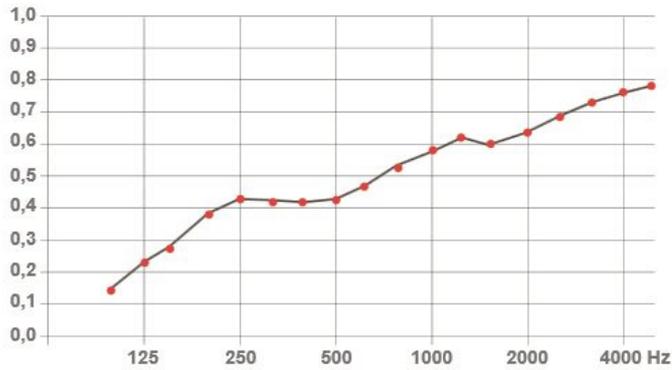
En concreto se coloca esta placa de yeso laminado perforada en:

- Zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja): el techo sobre el vestíbulo del bar y la zona de estancia de público al lado de la barra,
- Zona de restaurante en planta baja: zona de comedor.

Sin embargo la necesidad de un falso techo de elevado aislamiento acústico en el techo de la entreplanta (separa nuestro recinto con viviendas) hace más difícil colocar esta solución. Por ello se mantiene la solución elegida en el estudio del aislamiento, pero se realiza una proyección del mortero Vermacustic sobre el falso techo de la zona de comedor.

Este producto, según el catálogo correspondiente a este producto, disponible en la página web de la casa comercial Grupo PV (33) , presenta los coeficientes de absorción por frecuencias representados en la figura 9.13.

Coefficiente de absorción acústica, a_s



Coefficiente de absorción acústica, a_s

Frecuencia [Hz]	a_s	Incertidumbre $\pm U$
100	0.15	0.02
125	0.22	0.02
160	0.27	0.02
200	0.38	0.02
250	0.44	0.02
315	0.41	0.03
400	0.41	0.03
500	0.41	0.03
630	0.46	0.03
800	0.53	0.03
1000	0.58	0.03
1250	0.61	0.03
1600	0.60	0.03
2000	0.64	0.03
2500	0.69	0.03
3150	0.74	0.04
4000	0.76	0.04
5000	0.78	0.04

Figura 9. 13_ Coeficientes a (en la figura se denomina a_s) del producto Vermacastic. Representación en gráfica (izq.) y en valores numéricos (der.). Fuente: Catálogo del producto disponible en la casa comercial Grupo PV.

Los resultados obtenidos tras estas modificaciones son las siguientes:

- Zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja):
(Figura 9.14) **TR = 0,79 s**
- Zona de restaurante en planta baja):
(Figura 9.15) **TR = 0,63 s**
- Zona de restaurante en entreplanta):
(Figura 9.16) **TR = 0,79 s**

Estos valores aseguran un confort acústico de gran calidad en el interior del local, que sumado al estudio del aislamiento acústico aseguran que el local diseñado tendrá un comportamiento acústico de alta calidad.

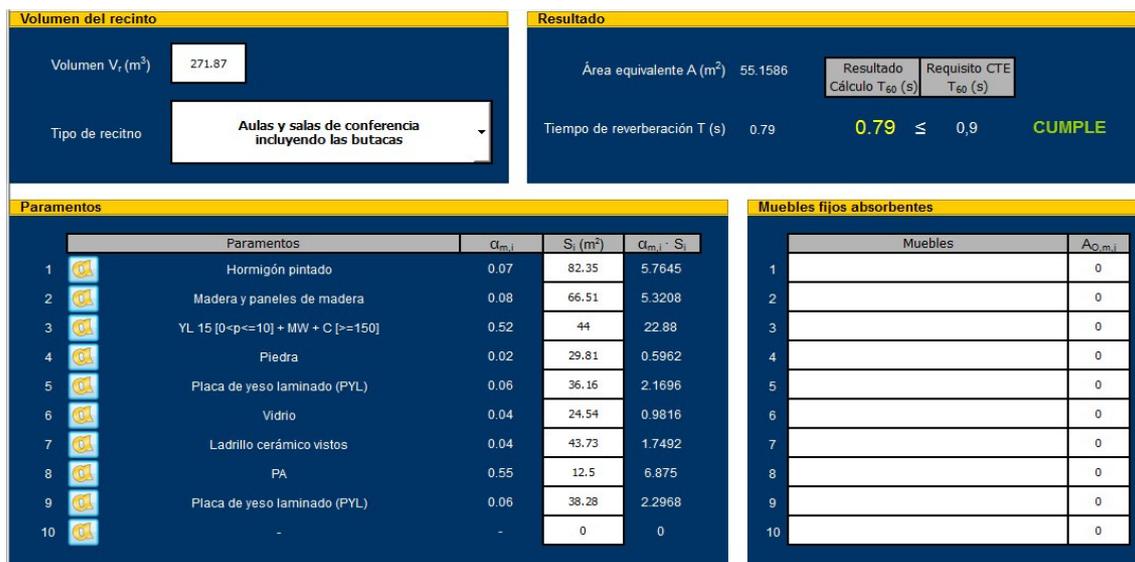


Figura 9. 14_ Tiempo de reverberación: zona de bar y pasillo de acceso a aseos (Planta baja) modificado





Figura 9. 15_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en planta baja modificado



Figura 9. 16_ Tiempo de reverberación: zona restaurante en entreplanta modificado.

10_ JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA: ACÚSTICA, FUNCIONALIDAD Y DISEÑO.

Tras el análisis de las características acústicas de la situación de partida, mediante medición in situ, se obtuvo una base sólida y fiable de las necesidades de aislamiento de la situación actual. El aislamiento se logró a base de una selección de trasdosados y falsos techos, a la par que se analizaba la estética y la adaptación de estos trasdosados a la idea original de diseño, con distintos acabados buscando una solución unificadora que generase unos espacios sobrios de materiales nobles.

Además del aislamiento acústico, hay otras cuestiones primordiales en el diseño de un restaurante, como son el confort acústico (acondicionamiento) y la funcionalidad.

Es difícil establecer un guión pautado con el que definir de qué manera se conjugaron estas cuestiones con un diseño de calidad en el proceso creativo, pero sí puede establecerse un conjunto de prioridades que marcaron las necesidades desde el comienzo, acotando las posibilidades de intervención:

- **Espacio de trabajo:** A lo largo de los muchos años de vida útil previstos para el local, las paredes y trasdosados pueden soportar golpes y cargas puntuales importantes, tanto las paredes que delimitan el recinto de la cocina, como las que delimitan las zonas de restaurante y bar.

Por ello, las **paredes y trasdosados del local deben ser de ladrillo cerámico**, y las paredes que delimiten el recinto de la cocina tendrán su hoja principal (medio pie de ladrillo perforado) expuesta a dicho espacio. Los trasdosados que delimitan la zona de bar y restaurante son de ladrillo, para evitar las antiestéticas discontinuidades y marcas de impacto que aparecerían en una placa de yeso laminado. Esto es así puesto que independientemente de la separación entre los montantes del entramado, un golpe puntual provocado por el movimiento de un carro o cualquier elemento de mobiliario causaría una “abolladura” en la placa.

- **Altura libre limitada:** La altura libre en planta baja desde la cara superior del forjado del suelo a la cara inferior del forjado del techo es de 2750 mm. De estos 2750 mm hay que descontar en zonas puntuales el canto de las vigas, que en la mayoría de los casos son de IPE-240 (altura total 240 mm), con lo que en estas zonas la altura libre se ve reducida a 2500 mm aproximadamente. Esto es más apurado en la entreplanta, donde la altura libre medida de igual manera tiene un valor de 2500 mm, reduciéndose a 2260 mm (también predominan las vigas IPE-240) en las zonas de paso de las vigas.

La altura libre mínima es de 2200 mm, exigida por la Modificación puntual del PECH el 8-05-2007 en su artículo 7.2.18) (34). Las puertas deberán dejar un paso de 2 m (CTE DB SUA 2 Artículo. 1.1) (11).

Dada la limitación de espacio en el falso techo, se tomaron las siguientes decisiones:

- Los conductos de climatización irán en el perímetro, descolgados del techo, pero junto a las paredes. Para disimular su presencia, se diseñó un conjunto de lamas de madera que funcionan como difusores acústicos y como superficie absorbente. El conducto de climatización va protegido y oculto tras estas lamas. Puede verse en las *Figuras 10.1 y 10.2*. Además se diseñó una mesa para dos comensales bajo estas lamas, en un espacio con una altura libre de 2100 mm. Se ha previsto la disposición de la mesa y las sillas, de forma que sea imposible que nadie permanezca bajo estas lamas sin estar sentado, con lo que resulta una altura libre más que suficiente. Este conjunto es inamovible, y conforma uno de los espacios más característicos y novedosos del restaurante. De esta manera uno de los elementos de distribución más llamativos y atractivos del restaurante, nace como respuesta a las necesidades acústicas, además de solucionar la



delicada distribución de los conductos de climatización. Este espacio se muestra en la *Figura 10.3 y 10.2.*

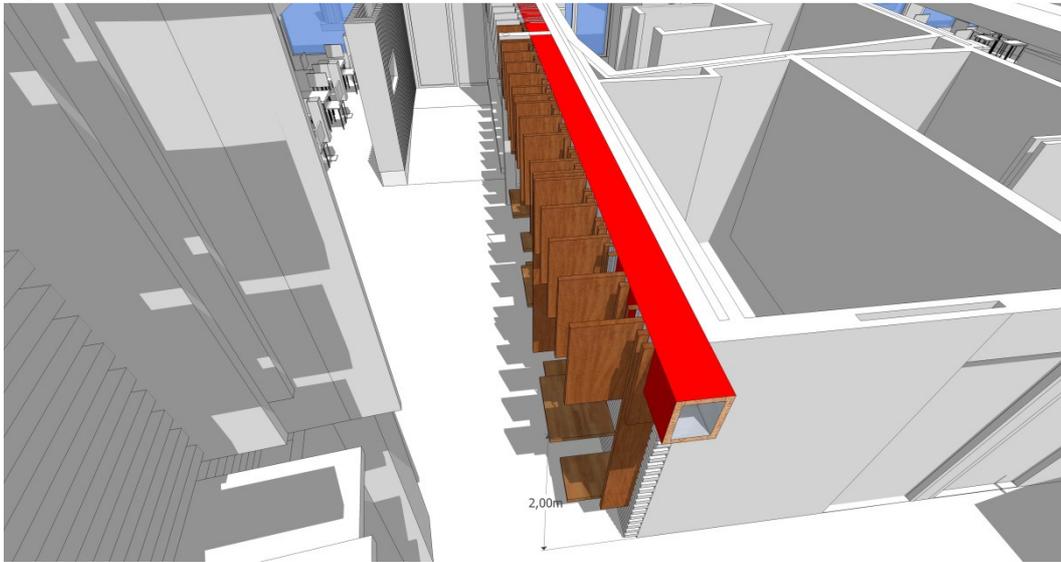


Figura 10. 1_ Conducto de climatización recogido en las lamas de madera.

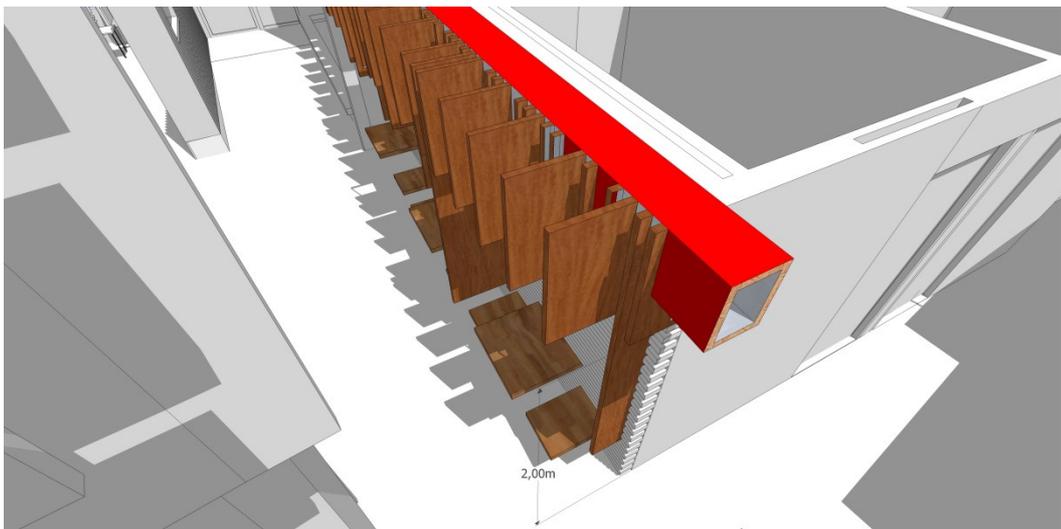


Figura 10. 2_ Conducto de climatización recogido en las lamas de madera

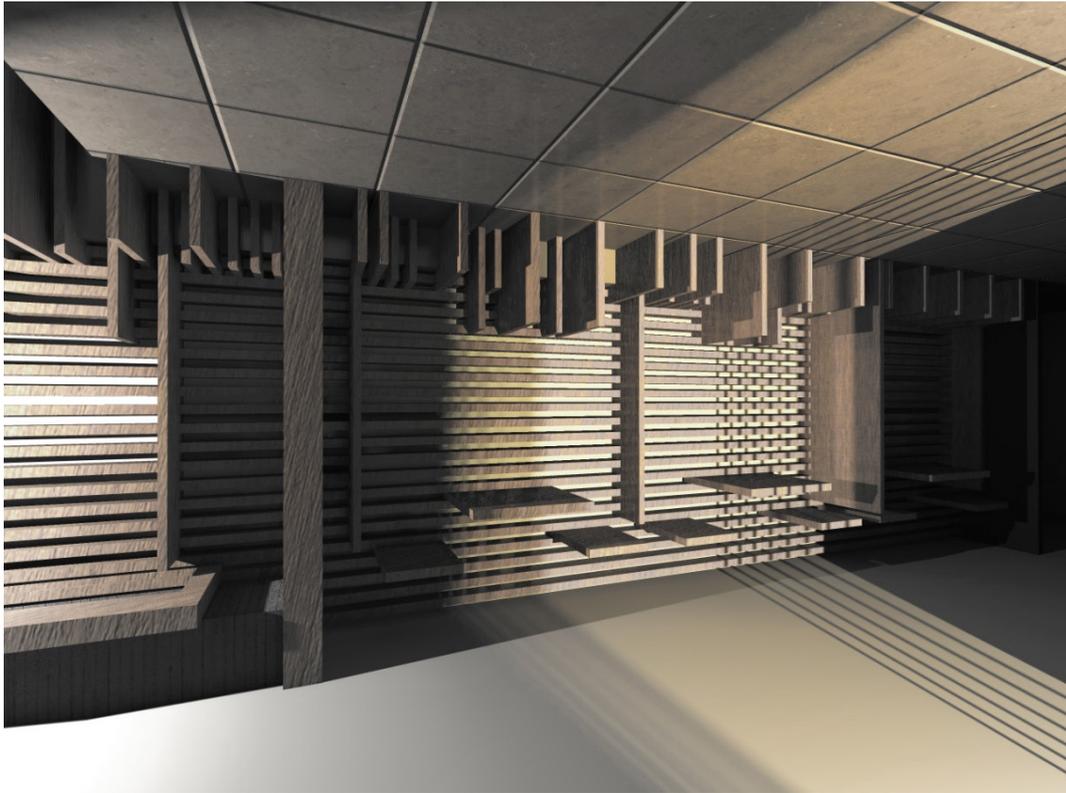


Figura 10. 3_ Espacio bajo las lamas

- Para el conducto de extracción de humos de la cocina, se ha creado un muro doble de 600 mm de espesor. Es en la parte alta de este muro donde se cobija el conducto. De esta manera el conducto puede situarse a 2000 mm sobre el suelo, y lo único que tiene que cumplir es respetar esos 2000 mm de paso libre para las puertas que se encuentren en ese muro. Se muestra en la *figura 10.4*.

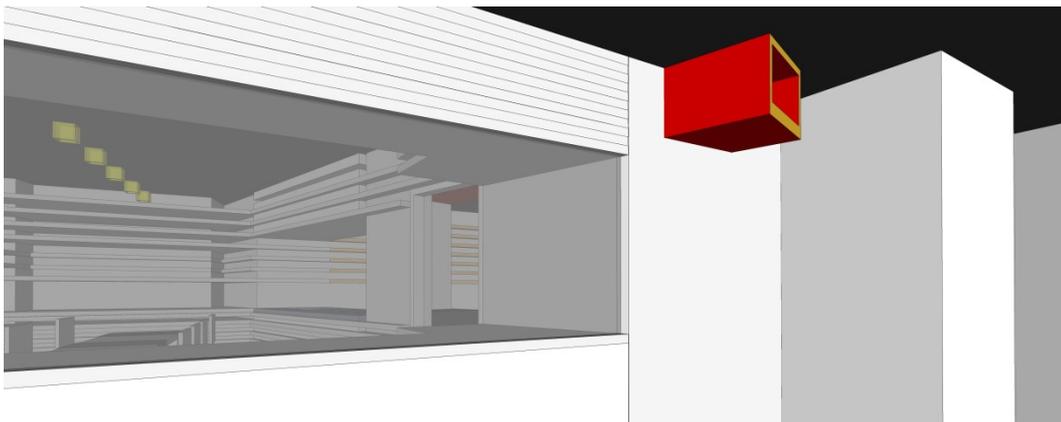


Figura 10. 4_ Conducto de extracción de humos de la cocina, recogido en muro de 600 mm de espesor (se muestra tras el vidrio)

- De forma semejante se ha formado un dintel que separa en la entreplanta la zona de acceso tras la escalera de la zona comedor. Aprovechando la existencia de una viga IPE 400 en esa zona (deja una altura libre inferior a los 2200 mm), se colocó un conducto de climatización paralelo a esta viga, formando el conjunto (tras forrarlo con aislante y placas de yeso laminado) un dintel de 600 mm de ancho que deja una altura libre de



2000 mm. Se considera una opción válida, puesto que la solución habitual, una puerta que separase ambos ambientes, deja esta altura libre. Ver la *figura 10.5*.

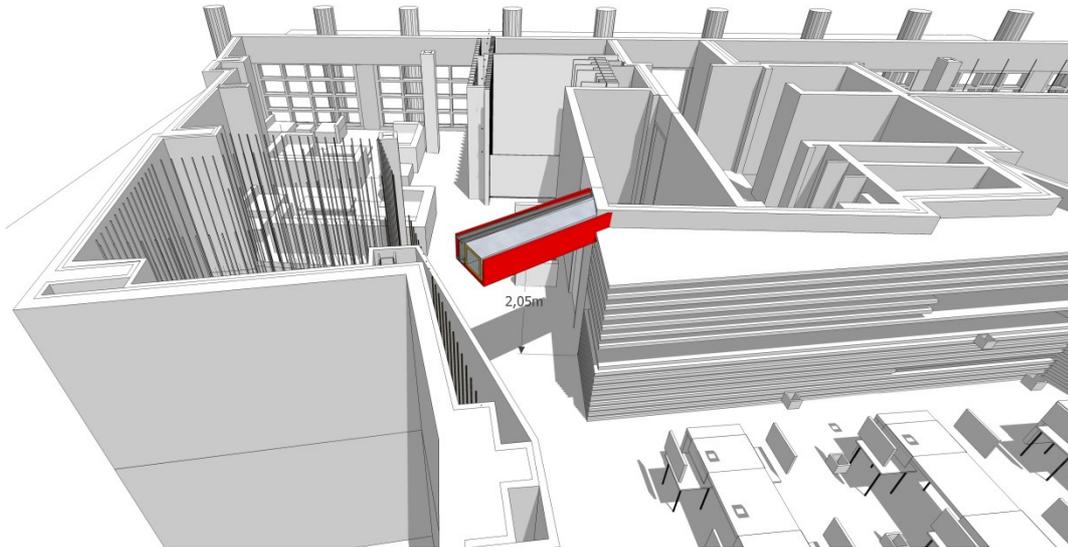


Figura 10.5_ Conducto de climatización recogido en falso dintel, junto con viga IPE-300.

- Para evitar complicaciones con las instalaciones descolgadas del falso techo sobre el forjado de la entreplanta (reduciendo el espesor real de la cámara de aire), no se diseñó ningún baño ni cocina en la entreplanta. Únicamente se colocó un office de cocina ligado a la pared que separa nuestro local con el adyacente, con lo que las instalaciones pueden discurrir pegadas a esta pared, sin afectar al espesor real de la cámara de aire.
 - Todos los conductos de climatización y extracción de humos deben llevar dispositivos antivibratorios y estar forrados con aislante.
 - El pavimento es una solución de pavimento continuo de resina autonivelante espesor 2 mm, instalado directamente sobre forjado previa preparación mecánica para obtener un grado de desbaste apto para su aplicación. Esta solución de pavimento tiene un espesor despreciable, con lo que no resta altura libre.
- **Necesidades de la cocina:**
 - La cocina precisa una conexión con el exterior, para facilitar las labores de abastecimiento, extracción rápida de residuos, etc.
 - Además la campana de extracción requiere una altura libre mínima de 3050 mm (35). Por ello la solución propuesta ubica la cocina en el gran espacio a doble altura de la planta baja, con acceso directo desde el exterior por la calle Correos, que será la calle de servicio del bar (calle con más facilidades para labores de abastecimiento que la Plaza Mayor).
 - La zona de recogida de platos y residuos no debe cruzarse con la zona de preparación y salida de platos preparados, además se han tenido en cuenta las necesidades de equipamiento y zonificación de una cocina propia de un restaurante como el diseñado (36)
 - **Mínima alteración de la estructura:** se aprovecharon los huecos existentes para colocar la escalera y el montaplatos, asegurando la viabilidad de la propuesta y evitando sobrecostes excesivos.

- **Relaciones entre elementos del programa:**
 - **Cocina-barra de bar:** se consideró desde el principio indispensable que estos dos espacios tuviesen relación directa. En el proyecto se consigue esta relación generando una zona de acceso restringido en forma de L adosado a la pared.
 - **Aseos-restaurante-bar:** Los aseos han de servir tanto al restaurante como al bar, y debe estar ubicado de tal manera que los clientes del bar no se vean obligados a atravesar el restaurante para acceder a ellos, como tampoco los clientes del restaurante deben acceder al aseos atravesando bar.
 - **Restaurante-bar:** deben estar conectados y relacionados, pero han de poder funcionar de manera independiente. En cualquier caso, los ruidos propios de un bar no deben interferir en el confort acústico del restaurante.
En el proyecto se ha colocado una puerta corredera de acero cortén que separa el comedor del bar, cuando el comedor esté desocupado y fuera de servicio.

- **Diferentes ambientes:** la existencia de dos plantas favorece y motiva la fragmentación del espacio en diferentes ámbitos. En la propuesta se generan dos zonas, bar (*figuras 10.6 y 10.7*) y restaurante, y dentro del restaurante otros cuatro ámbitos. Estos espacios se representan en las *figuras 10.8 y 10.9*.

Los cuatro ambientes en los que se divide el restaurante son:

- Espacio recogido y de dimensiones más controladas en planta baja, representado en azul en la *figura 10.8*. Las *figuras 10.10 y 10.11* muestran perspectivas de este ambiente.
- Espacio de tres mesas para dos comensales bajo las lamas de madera en planta baja, representado en granate en la *figura 10.8*. Las *figuras 10.12 y 10.13* muestran perspectivas de este ambiente.
- Comedor amplio en entreplanta, con vistas a la preparación de los platos a través de la doble altura sobre la cocina, y la barra abierta de preparación de sushi y platos fríos situada en la propia entreplanta. Se representa este espacio en naranja en la *figura 10.9*. Las *figuras 10.14, 10.15 y 10.16* muestran perspectivas de este ambiente.
- Zona de descanso en entreplanta con sofás y butacas, con vistas a la Plaza Mayor, para sobremesas. Se representa este espacio en amarillo en la *figura 10.9*. La *figura 10.17* muestra una perspectiva de este ambiente.





Figura 10. 6_Vista del interior de la zona de bar.

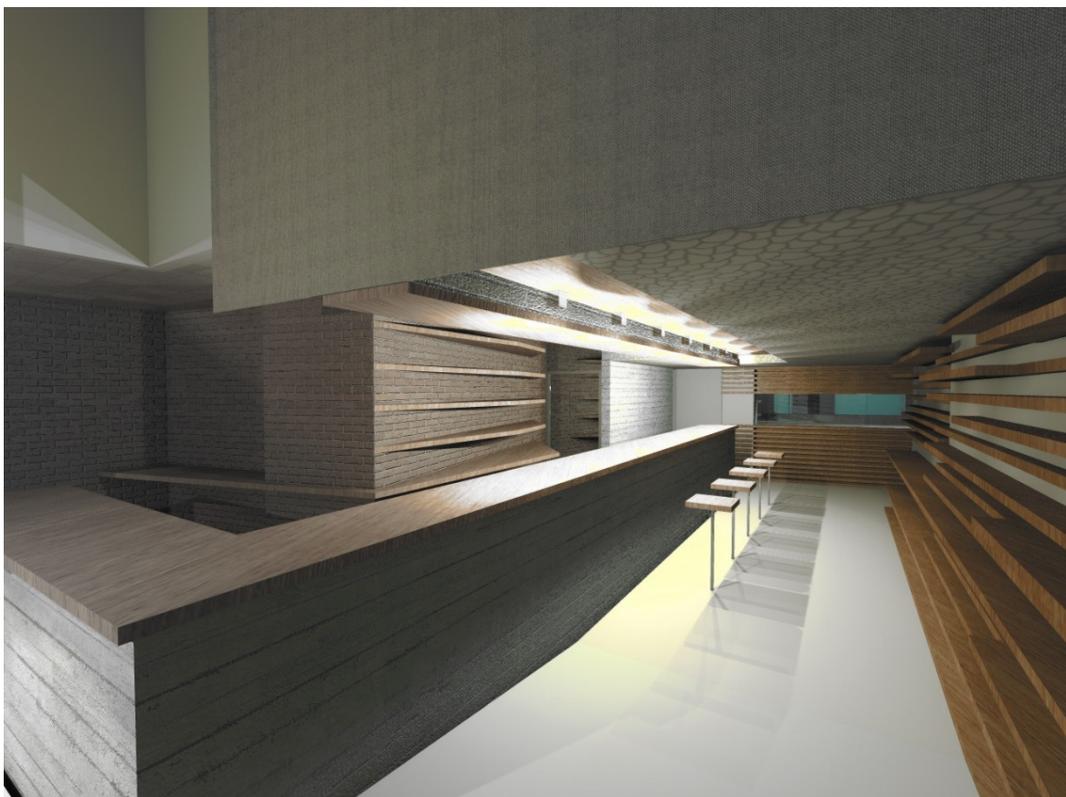


Figura 10. 7_Vista del interior de la zona de bar.

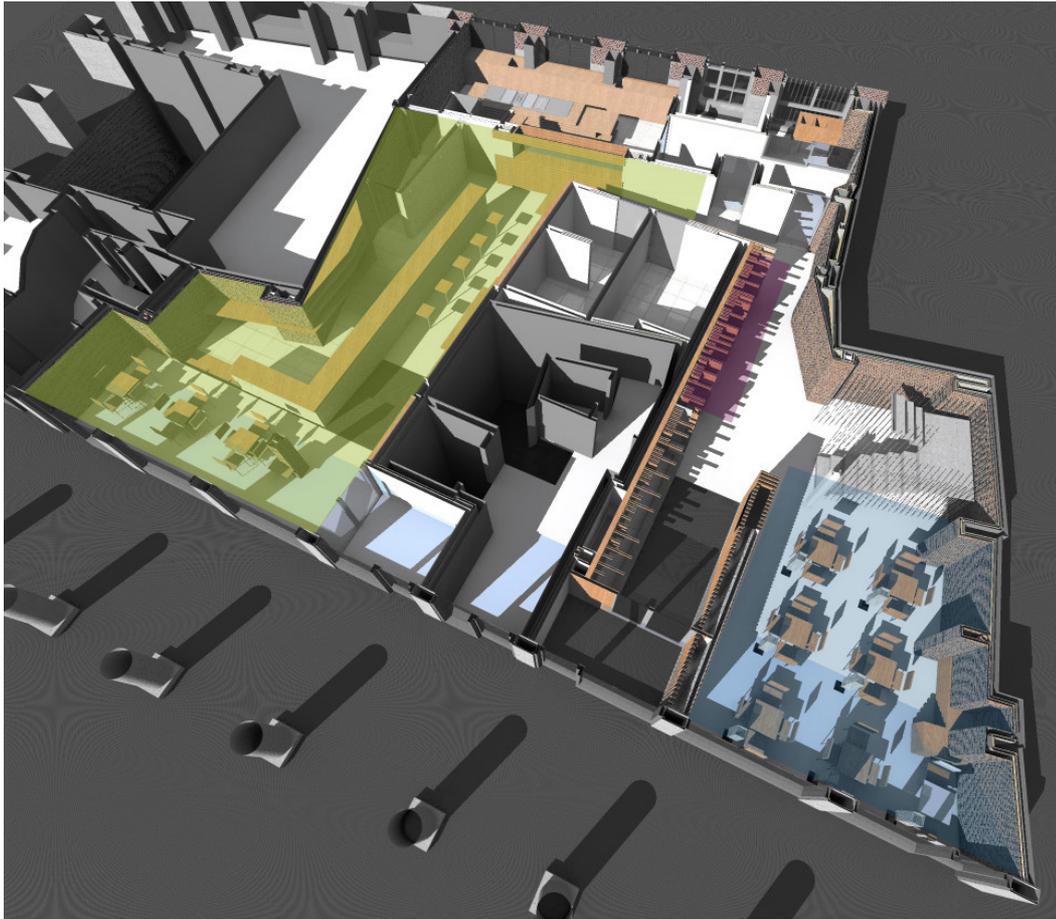


Figura 10. 8_Planta baja, diferentes ambientes: bar (verde), comedor del restaurante (azul), zona bajo lamas con tres mesas para parejas (granate).

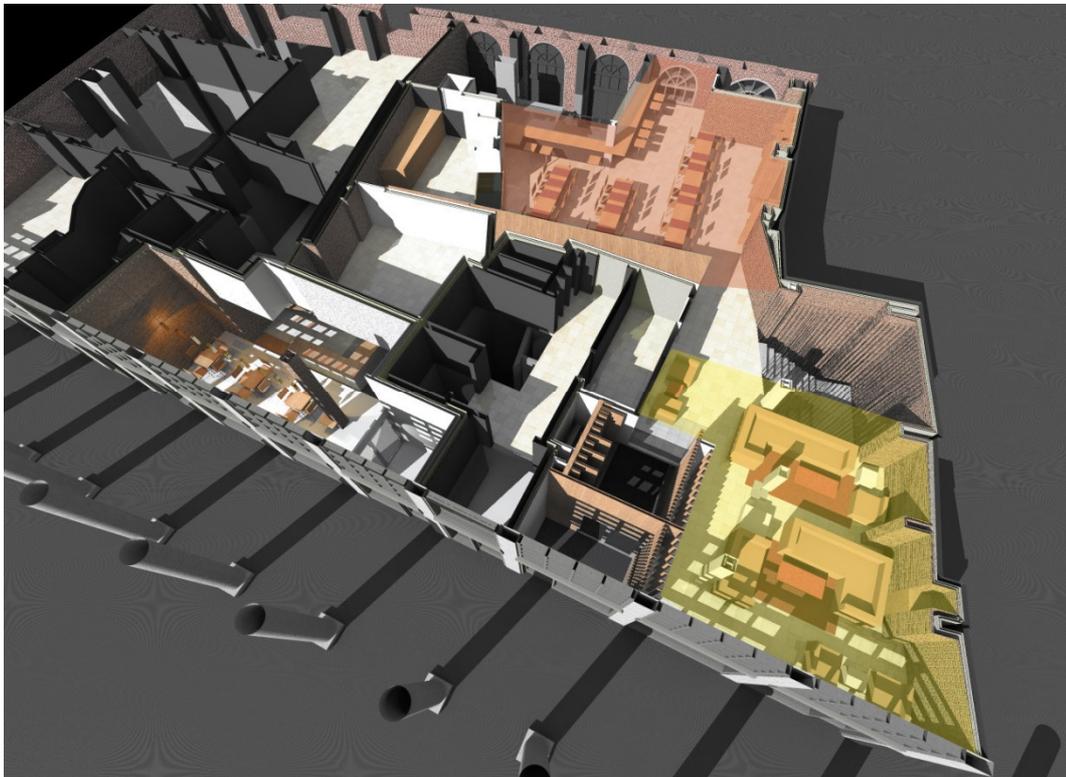


Figura 10. 9_Entreplanta, diferentes ambientes: comedor (naranja), zona de descanso (amarillo).





Figura 10. 10_Vista del interior de la zona de comedor del restaurante en planta baja.



Figura 10. 11_Vista del interior de la zona de comedor del restaurante en planta baja.



Figura 10. 12_Vista comedor en planta baja: al fondo la zona de tres mesas para parejas bajo las lamas de madera.

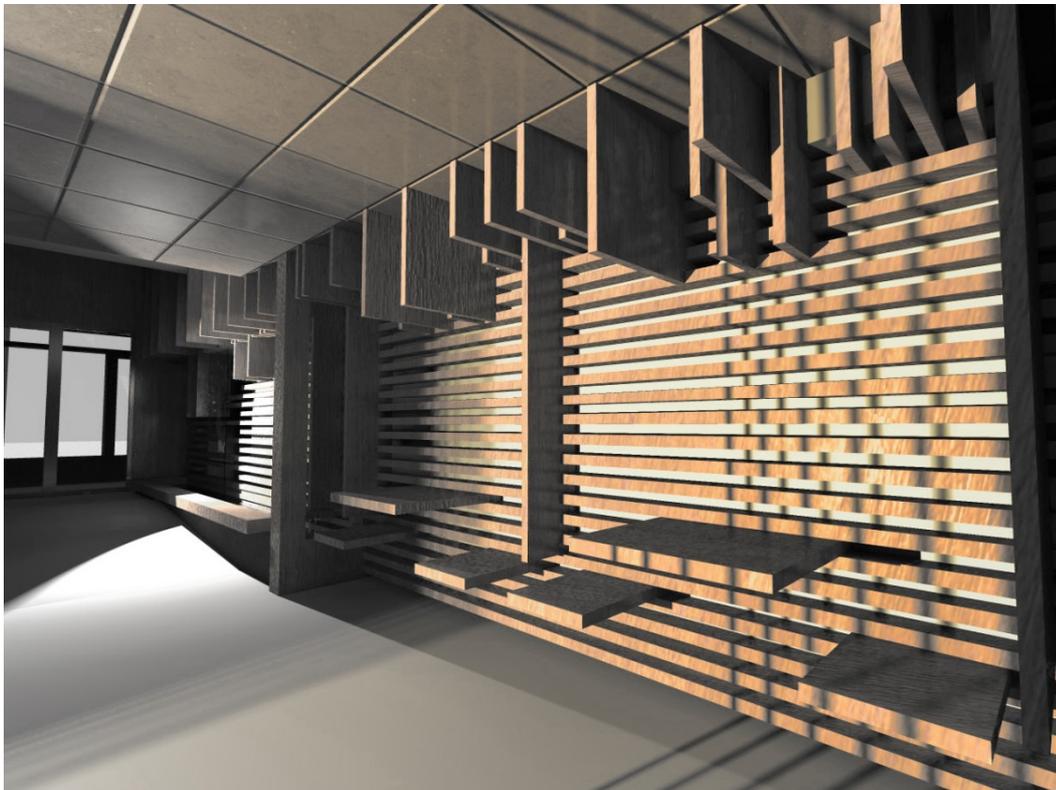


Figura 10. 13_Vista comedor en planta baja: zona de tres mesas para parejas bajo las lamas de madera.



Figura 10. 14_ Vista comedor del restaurante en entreplanta.



Figura 10. 15__ Vista comedor del restaurante en entreplanta. Perspectiva de la zona con vistas a la cocina en doble altura.



Figura 10. 16_ Vista comedor del restaurante en entreplanta. Perspectiva de la zona con vistas a la cocina en doble altura.



Figura 10. 17_ Vista de la zona de descanso en entreplanta.

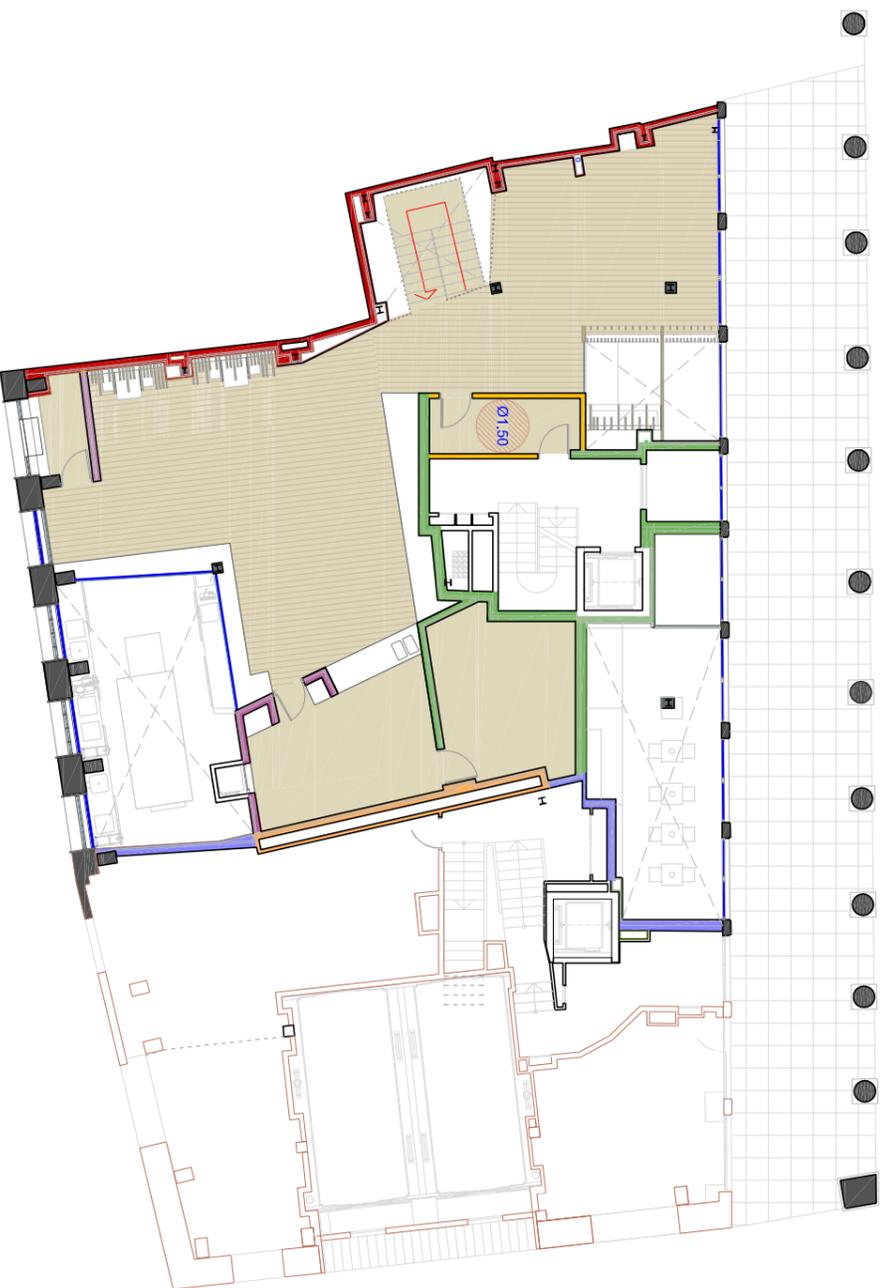


11. MEMORIA CONSTRUCTIVA: RELACIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EMPLEADAS EN LA PROPUESTA FINAL.

Las diferentes soluciones constructivas propuestas, así como las soluciones constructivas preexistentes ya han sido expuestas en diferentes puntos del presente documento.

Se adjunta a continuación el plano 01, que lleva por título Memoria constructiva, en el que se compila definitivamente toda esta información y se muestra de manera ordenada.

Además se ubican las soluciones constructivas sobre plano mediante un código de colores.



Elemento de separación vertical: Medianera

ELEMENTO SOPORTE: hoja exterior muro cistara de ladrillo perforado (115 mm y 131 Kg/m²), hoja interior muro hueco simple (50 mm y 69 Kg/m²). Entre ellas hay una cámara de aire sin ventilar, con plancha de poliestireno expandido de 20 mm. Detrás de la segunda hoja de ladrillo hay una proyección de espuma de poliuretano, presuntamente proyectada sobre la cara expuesta de la medianera del edificio contiguo.

TRASDOSADO: Lana de roca 40 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 Kg/m². Ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm).

Elemento de separación vertical: Separación con local adyacente

ELEMENTO SOPORTE: medio pie de ladrillo perforado. Densidad superficial=250 Kg/m², sin revestir.
TRASDOSADO: Lana de roca 40 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 Kg/m². Ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm).

Elemento de separación vertical: Separación con local adyacente entrepantalla

ELEMENTO SOPORTE: Doble hoja de ladrillo perforado con cámara de aire de 290 mm en el interior, en la que se encuentra una cercha de perfiles HEB-180 forrada con manita de lana de roca de 40 mm de espesor.

TRASDOSADO: Lana de roca 40 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 Kg/m². Ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm).

Elemento de separación vertical: Caja de escaleras

ELEMENTO SOPORTE: muro cistara de ladrillo hueco doble. Densidad superficial=131 Kg/m² y 115 mm de espesor, revestido en la cara exterior.

TRASDOSADO: Lana de roca 60 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior ladrillo hueco doble espesor 90 mm y peso 104 Kg/m². La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm). En foscado final con yeso de 10 mm.

Elemento de separación vertical

ELEMENTO SOPORTE: Muro de hormigón armado de la caja de escaleras.

TRASDOSADO: Lana de roca 60 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior ladrillo hueco doble espesor 90 mm y peso 104 Kg/m². La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm). En foscado final con yeso de 10 mm.

Elemento de separación vertical interior: Tabiquería simple

ELEMENTO SOPORTE: medio pie de ladrillo perforado. Densidad superficial=250 Kg/m², sin revestir.

REVESTIMIENTOS: Distintos revestimientos, azulejo cerámico en aseos, aplacado de piedra en la pared tras la barra, y enfoscado final 10 mm en el resto de los casos.

Elemento de separación vertical: Tabiquería muro doble

ELEMENTO SOPORTE: medio pie de ladrillo perforado. Densidad superficial=250 Kg/m², sin revestir.

TRASDOSADO: Lana de roca 50 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior ladrillo hueco simple espesor 50 mm y peso 69 Kg/m². La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm). En foscado final con yeso de 10 mm.

Elemento de separación vertical

ELEMENTO SOPORTE: muro ladrillo hueco doble sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm). Densidad superficial=104 Kg/m², enfoscado en la cara exterior con yeso de 10 mm.

TRASDOSADO: Lana de roca 50 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior ladrillo hueco simple espesor 50 mm y peso 69 Kg/m². La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm). En foscado final con yeso de 10 mm.

Vidrio alto rendimiento acústico

Vidrio monolítico SGG Stadio Silence 25.5. Consegue en 28 mm de espesor un RW=45 dB con un coeficiente de adaptación espectral C=-1 dB.

Elemento de separación horizontal: Techo entrepantalla

ELEMENTO SOPORTE: Forjado chapa colaborante horizontal formado por chapa de acero galvanizado tipo TZ-60, capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparo 20x20x8x8, espesor total de 120 mm.

FALSO TECHO: Cámara de aire de 150 mm, doble placa ChovanaPA 40 (material aislante 80 mm en total) y doble placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con lámina viscolám 65 entre ellas.

PAVIMENTO: El de las viviendas, es el preexistente.

Elemento de separación horizontal: Techo planta baja

ELEMENTO SOPORTE: Forjado chapa colaborante horizontal formado por chapa de acero galvanizado tipo TZ-60 y capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparo 20x20x8x8, espesor total de 120 mm.

FALSO TECHO: Cámara de aire de espesor ≥ 150 mm, placa ChovanaPA 40 (material aislante 40 mm) y placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con un índice de perforaciones del 10% de la superficie total de la placa.

En la zona puntuada en rojo en el plano se sustituye la placa de yeso por un panel absorbente de madera Dewelon tipo A.

PAVIMENTO: Pavimento continuo de resina autonivelante espesor 2 mm, instalado directamente sobre forjado previa preparación mecánica para obtener un grado de desbaste apto para su aplicación.

Elemento de separación horizontal: Suelo planta baja

SUPERFICIE BASE: Forjado reticular 350 mm espesor capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparo 20x20x8x8.

FALSO TECHO: Sobre garajes, sin falso techo.

PAVIMENTO: Pavimento continuo de resina autonivelante espesor 2 mm, instalado directamente sobre forjado previa preparación mecánica para obtener un grado de desbaste apto para su aplicación.

Fachada: Plaza Mayor

SUPERFICIE BASE: fachada pesada de una sola hoja de piedra caliza tipo sillar de 300 mm de espesor. Asignándole una densidad de 1600 Kg/m³ (aproximadamente un valor medio) se estima una masa superficial de 480 Kg/m².

TRASDOSADO: estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 70 mm de ancho, dejando entre la estructura y el muro un espacio de mínimo 10 mm. En el lado externo de esta estructura se atomillan dos placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm de espesor, dando un ancho total mínimo de trasdosado terminado de 110 mm (100+10). Alma con Lana Mineral de 60 a 70 mm de espesor.

Fachada: calle Correos

SUPERFICIE BASE: una hoja exterior de ladrillo macizo de medio pie (240 mm), y una hoja interior de ladrillo revestido de mortero, pero se desconoce su composición interior hasta alcanzar los 650 mm que tiene de espesor (según plano del documento básico del proyecto de reforma)

TRASDOSADO: Se desestimó la necesidad de un trasdosado, se propone eliminar el enfoscado interior y dejar la hoja de ladrillo rústico vista.



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepantalla PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID

TABAJO FIN DE MASTER

ESTADO REFORMADO: Memoria constructiva

Plano: 1/200 Alumno: JAVIER PORTELA TALEGÓN plano nº

Escala: 1/200 Alumno: JAVIER PORTELA TALEGÓN

Fecha: SEPTIEMBRE - 2014

Firma:

12_CONCLUSIONES

1. Aunque el análisis de la normativa de obligado cumplimiento no ha podido ser todo lo profundo que un proyecto de estas características requiere, resulta sorprendente y reseñable la **enorme cantidad de normativa** a conocer, estudiar e interpretar. Existen puntos concretos que se tratan en diferentes normas, diferentes normas creadas desde diferentes disciplinas y lanzadas desde diferentes niveles administrativos (estatal, autonómico y municipal), cada una con su correspondiente indicación, además de modificaciones puntuales concebidas “ad hoc” a nivel municipal que pueden surgir para la parcela donde se desarrolla el proyecto. Esto **multiplica exponencialmente la complejidad** a la hora **de abordar un proyecto** con seguridad.

Se demuestra esto con el siguiente ejemplo: Para conocer la altura mínima en el interior hay que acudir al PGOU (norma municipal de ámbito urbano), que en su artículo 313 dice:

“La altura libre interior mínima de la zona destinada al público en locales comerciales es de 2,70 metros. En el resto, incluidos baños y aseos, será de 2,20 metros”

No obstante, es obvio que es un lugar de trabajo, por lo que también habrá que buscar este dato en el Real Decreto 486/1997, que en el anexo I punto 2 establece como altura mínima:

“3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros”

Como puede verse para el caso de locales comercial, servicios, oficinas y despachos la norma municipal es menos restrictiva que la estatal. En cualquier caso la altura libre en la entreplanta es de 2,50 m, reduciéndose a 2,25 m en las zonas de las vigas. No podría construirse nada en este local.

Sin embargo, en los acuerdos adoptados por la Junta de Gobierno de Valladolid en su reunión del 8-5-2007, se aprobó una modificación puntual del PECH que modifica la altura libre mínima hasta dejarla en 2,20 m. Esta modificación afecta únicamente a los locales comerciales de la Plaza Mayor, calle Platerías y Plaza Fuente Dorada.

Parece que además de haber más de una norma para hacer frente a un determinado punto, siempre es posible que una modificación a nivel municipal cambie las condiciones a cumplir.

2. La **versión 3.0 de la Herramienta oficial de cálculo del DB HR CTE**, utilizada en el presente trabajo, introduce varias mejoras con respecto a la versión anterior. No obstante aún presenta **algunos errores de programación** que ralentizan el trabajo. Un ejemplo de esto es que no guarda los datos introducidos (proyecto, autor, fecha y referencia) en el encabezado de las fichas justificativas de los distintos casos de cálculo, con lo que ha de introducirse cada vez que abrimos el archivo (en el caso de querer imprimir la ficha). Otro error de programación más desconcertante, se observó cuando al abrir un caso de cálculo la herramienta mostró un D_{nTA} inferior al calculado cuando se guardó por última vez. La solución es entrar en el selector de soluciones constructivas y volver a seleccionar las mejoras que ya estaban introducidas, es decir, que en realidad no se introduce ningún cambio, pero parece que así el programa actualiza el cálculo y vuelve a estimar el D_{nTA} correctamente.
3. Aunque el **programa de cálculo** se presenta como una herramienta aplicable para **casos de rehabilitación** en edificios preexistentes, **no está adaptado del todo** a esta



casuística. Es necesario ingeniar algún método para introducir los datos de las soluciones constructivas de una manera fiable. La realidad es que la herramienta no concibe soluciones tan frecuentes en estos casos como los de un pavimento no flotante, una fachada de una sola hoja de piedra o un forjado de madera.

4. Continuando con las conclusiones acerca de **la herramienta de cálculo, en algunos casos** el aislamiento del elemento separador calculado en laboratorio (R_A) se ve incrementado cuando se coloca in situ. Es decir, que **el D_{nTA} estimado es mayor que el R_A . Esto carece de sentido** y no debería ser así. Como se ha analizado en el *Anexo 5*, el programa realiza una estimación más favorable del aislamiento cuando el recinto emisor tiene una gran superficie (no afecta a D_{nTA} y mejora L'_{nTW} en 3 dB cada vez que se duplica) y el recinto receptor es de gran volumen (D_{nTA} y L'_{nTW} mejoran en 3 dB(A) y 3 dB respectivamente al duplicarlo). Sin embargo, tiene sentido pensar que en la realidad el aislamiento no va a ser mejor por estas circunstancias..
5. No siempre se tiene la oportunidad de realizar mediciones in situ de las condiciones de partida del local. Tras comparar los valores in situ con los estimados con la herramienta, se llega a la conclusión de que no hay diferencias destacables, con lo que **el programa de cálculo es una buena herramienta para el diseño** de la propuesta.
6. Resulta sorprendente comprobar cómo a pesar de tener un forjado de 120 mm de chapa colaborante sobre estructura metálica, no ha sido necesario instalar un pavimento flotante para reducir el L'_{nTW} a valores aceptables. También influye en este resultado la superficie del recinto emisor, como se ha explicado en el caso anterior. Obviamente esto es así porque el L'_{nTW} exigido para local de actividad con recinto habitable es $L'_{nTW} \leq 55$ dB (11) y no hay viviendas colindantes (en ese caso la exigencia es de $L'_{nTW} \leq 60$ dB (20)).
7. La **divulgación de las características acústicas** de los productos comerciales están muy por detrás de la que se hace con respecto a las de sus características térmicas. Es probable que esto se deba a que la irrupción del DB HR fue un año después del DB HE (parte del CTE donde se especifican las exigencias térmicas de los edificios). Se da el caso incluso, de que aislantes acústicos con buenas prestaciones de aislamiento térmico muestran varias tablas de sus prestaciones higrotérmicas (conductividad, resistividad, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua...) y proporcionan una **descripción muy genérica** de su comportamiento acústico, sin datos concretos. En otros casos la mejora del aislamiento a ruido aéreo de algunos productos se presenta de forma poco profesional. No se dice la solución soporte sobre la que se aplica su producto, presentando un generoso valor R_A que el constructor inexperto otorgará directamente a este material, mientras que el técnico acústico lo desestimaré por su inutilidad.
En cualquier caso hay una gran cantidad de empresas serias que incluyen un catálogo con los detalles del comportamiento acústico de sus productos en su página web. Incluso algunas incorporan los ensayos acústicos de laboratorio de sus soluciones, donde se puede ver el elemento soporte utilizado, los acabados, etc.
8. El uso de la madera para lograr un tiempo de reverberación adecuado en auditorios, salas de conferencias, restaurantes hace pensar en un elevado coeficiente de absorción α_s . La realidad es que esto no es así. El CTE estima el valor del **índice α_s en 0,08 para la madera** y paneles de madera, 0,05 en parquet y tarima sobre rastreles y 0,09 en tarima. La misma fuente considera un α_s de 0,05 para una placa de yeso

laminado, y como puede verse no hay mucha diferencia. Un revestimiento de elementos textiles o el corcho prácticamente duplican el coeficiente α_s de la madera (0,16 y 0,17 respectivamente). El uso de maderas en auditorios y salas de conferencias puede deberse a que no interesa un tiempo de reverberación demasiado bajo, además de la nobleza y la estética indudable de este material. Sin embargo, **cuando el tiempo de reverberación debe bajarse a valores aceptables, es necesario contemplar otros materiales**. En el caso del proyecto se mantuvo la decisión de usar madera por sus características estéticas, puesto que el restaurante pretende ser de alto nivel. No obstante si el proyecto continuase adelante, sería interesante buscar en el mercado materiales más absorbentes sin renunciar a la calidad estética. De esta manera se evitaría tener que aplicar la imprimación Vermacustic en el techo.

9. Cuando se piensa en las características acústicas de un **falso techo con placas de yeso laminado perforado**, tiende a relacionarse con una mejora del aislamiento. En realidad estos sistemas **están concebidos desde el acondicionamiento**. Su coeficiente de absorción pasa de ser 0,05 (para una placa de yeso laminado de 15 mmd espesor y una cámara de aire de 150 mm) a 0,52 (placa de yeso laminado de 15 mm de espesor con perforaciones entre el 0% y el 10 % de su superficie, una cámara de aire de 150 mm y un velo de fibras sintéticas tras la placa) (24). Es difícil encontrar datos del ΔR_A introducido al colocar estas placas perforadas en diferentes soluciones constructivas, pero tras la investigación llevada a cabo en el trabajo, se puede asegurar que cuando las **necesidades de aislamiento son muy exigentes**, las soluciones suelen introducir doble placa de yeso laminado, e incluso entre ellas se coloca una lámina de material elastómero. En estos casos, será **complicado compatibilizar estas soluciones con un falso techo con placa de yeso laminado perforado**.

10. La reforma de un local con el objeto de albergar un uso de hostelería cumpliendo con las exigencias acústicas de la normativa es un proyecto al que un arquitecto puede enfrentarse si tiene la adecuada formación. **La aproximación realizada en este trabajo aporta un importantísimo grado de confianza a la hora de afrontar un proyecto de este tipo en la vida profesional**. Se han realizado medidas in situ, investigado con la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE, analizado el efecto de los diversos condicionantes que entran en juego en un proyecto de restauración, se ha profundizado en las soluciones disponibles en el mercado.... La falta de experiencia es un hándicap a superar más abordable tras la elaboración de este trabajo.



14_BIBLIOGRAFÍA

1. *Ley 04/2008, de urbanismo de Castilla y León*. 2008. BOCyL 18 Septiembre 2008.
2. *DECRETO 45/2009, de 9 de julio, por el que se modifica el Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León*. 2009. BOCyL 17 julio 2009.
3. *Plan General de Ordenación Urbana (PGOU)*. 2003. Valladolid : BOP Valladolid de 27/02/2004.
4. *Plan Especial del Casco Histórico(PECH)*. 1997. Valladolid : BOP de Valladolid 3 de Junio de 1997.
5. *Real Decreto 314/2006, del 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*. BOE n. 74, DEL 28/3/2006.
6. MINISTERIO and VIVIENDA, Ministerio De. *RITE. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios*. [online]. Editorial Paraninfo, 2010. [Accessed 28 August 2014]. ISBN 8428332320. Available from: <http://books.google.com/books?id=LpAsI064i0QC&pgis=1>
7. *RBT: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias : (Real Decreto 842/2002, de 2-08-2002).. Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico : (Real Decreto 614/2001, de 8-06-2001)* [online]. Creaciones Copyright, 2003. [Accessed 28 August 2014]. ISBN 8493333611. Available from: <http://books.google.com/books?id=la5V7eJGmIEC&pgis=1>
8. *Decreto 217/2001, de 30 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras*. 2001. BOCyL de 4 de Septiembre de 2001.
9. *UNE 100165: Climatización. Extracción de humos y ventilación de cocinas*. 2004.
10. *UNE-EN 12101-3: Sistemas de control de humos y calor. Parte 3: Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos*. 2002.
11. *REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de I*. BOE 254 del 23/10/2007.
12. *Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León*. 2009. BOCyL de 09-06-2009.
13. *Ordenanza sobre ruido y vibraciones* . 2013. Valladolid : BOP Valladolid nº 122, de 31/05/2013.
14. *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. 1997. «BOE» núm. 97, de 23 de abril de 1997, páginas 12918 a 12926 (9 págs.).



15. *Ley 11/2003, de 8 abril de Prevención Ambiental de Castilla y León*. 2003. BOCyL 14 abril 2003, número 71/2003.
16. *Ordenanza sobre prevención del alcoholismo y otras medidas de control sobre establecimientos hosteleros*. 2013. Valladolid : BOP Valladolid nº 122, de 31/05/2013.
17. *Ordenanza de publicidad exterior*. Valladolid : BOP Valladolid nº 63, de 16/03/2013.
18. *Reglamento municipal para la protección del medio ambiente atmosférico*. 1997. Valladolid : BOP Valladolid de 22/07/1997.
19. *UNE-EN ISO 140-4:1999. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición "in situ" del aislamiento al ruido aéreo entre locales. (ISO 140-4:1998)*. 1999.
20. *UNE-EN ISO 140-5:1999. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (ISO 140-5:1998)*. 1998.
21. *UNE-EN ISO 140-7:1999. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos. (ISO 140-7:1998)*. 1999.
22. *UNE EN ISO 717-1. Acústica: Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos en la construcción. Parte 1:Aislamiento a ruido aéreo (ISO 717-1:1996)*. 1997.
23. *UNE EN ISO 717-2. Acústica: Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos en la construcción. Parte 2:Aislamiento a ruido de impactos(ISO 717-2:1996)*. 1997.
24. INSTITUTO EDUARDO TORROJA DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN CON LA COLABORACIÓN DE CEPCO Y AICIA. *Catálogo de elementos constructivos del CTE*. CAT-EC-v06. 2010.
25. Universidad de Granada > Inicio. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <http://www.ugr.es/>
26. CHOVA Impermeabilización y Aislamiento. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <http://chova.com/>
27. Pladur - Más que la mejor placa. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <https://www.pladur.com/es-es/Paginas/default.aspx>
28. Impermeabilización Aislamiento Acústico Drenajes Geotextiles - Claraboyas - Rehabilitación cubiertas - DANOSA. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <http://www.danosa.com/>
29. Cerámica Sampedro. [online]. [Accessed 23 August 2014]. Available from: <http://www.ceramicasampedro.com/>

30. SONOFLEX® Aislacion: Aislante de ruido, Aislación acústica. Acondicionamiento acústico, Control Acústico, Control de ruido. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <http://www.sonoflex.cl/>
31. Saint-gobain. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <http://www.saint-gobain.co.uk/>
32. BD Online Building Products Database. [online]. [Accessed 28 August 2014]. Available from: <http://productsearch.bdonline.co.uk/>
33. Aislamientos Ignifugos del norte. [online]. [Accessed 23 August 2014]. Available from: <http://www.aislamientosignifugos.com/17-absor-acustica.php> Empresa especializada en la aplicación de sistemas para la protección pasiva contra el fuego y aislamientos térmicos y acústicos según sistema de calidad de acuerdo con la Norma ISO 9001:2000 la pagina donde saqué el vermacustic
34. *Modificación puntual PECH "Zona Platerías, Plaza Mayor, Fuente Dorada."* 2007. Valladolid : CTU 95/07.
35. LEIKIS, M. *Diseño de espacios para gastronomía*. 1ª Edición. Buenos Aires, 2007. ISBN 978-987-584-080-5.
36. BLASCO, A i Peris. *Manual de gestión de producción de alojamiento y restauración*. Madrid, 2006. ISBN 84-9756-410-3.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA NO CITADA EN EL TEXTO

CLIFF, Stafford; and CASTÁN Y GÓMEZ SALVO, Santiago. *Restaurantes: Diseño E Imagen Corporativa*. Barcelona etc.: Gustavo Gili, 1992. ISBN 8425215722.

FRAMPTON, Kenneth. *Kengo Kuma*. New York, NY: Thames & Hudson, 2013. ISBN 9780500342831.

KÜHNE, Günter; DAHINDEN, Justus and BERAMENDI, Justo G. *Nuevos Restaurantes*. Barcelona etc.: Gustavo Gili, 1974. ISBN 8425207940.

KUMA, Kengo. *Kengo Kuma :Materials, Structures, Details*. Basel etc.: Birkhäuser-Publishers for Architecture, 2004. ISBN 3-7643-7122-6.

KUMA, Kengo. *Kengo Kuma :Complete Works 2006-2012*. Tokyo: A.D.A. Edita, 2012. ISBN 978-4-87140-433-4.

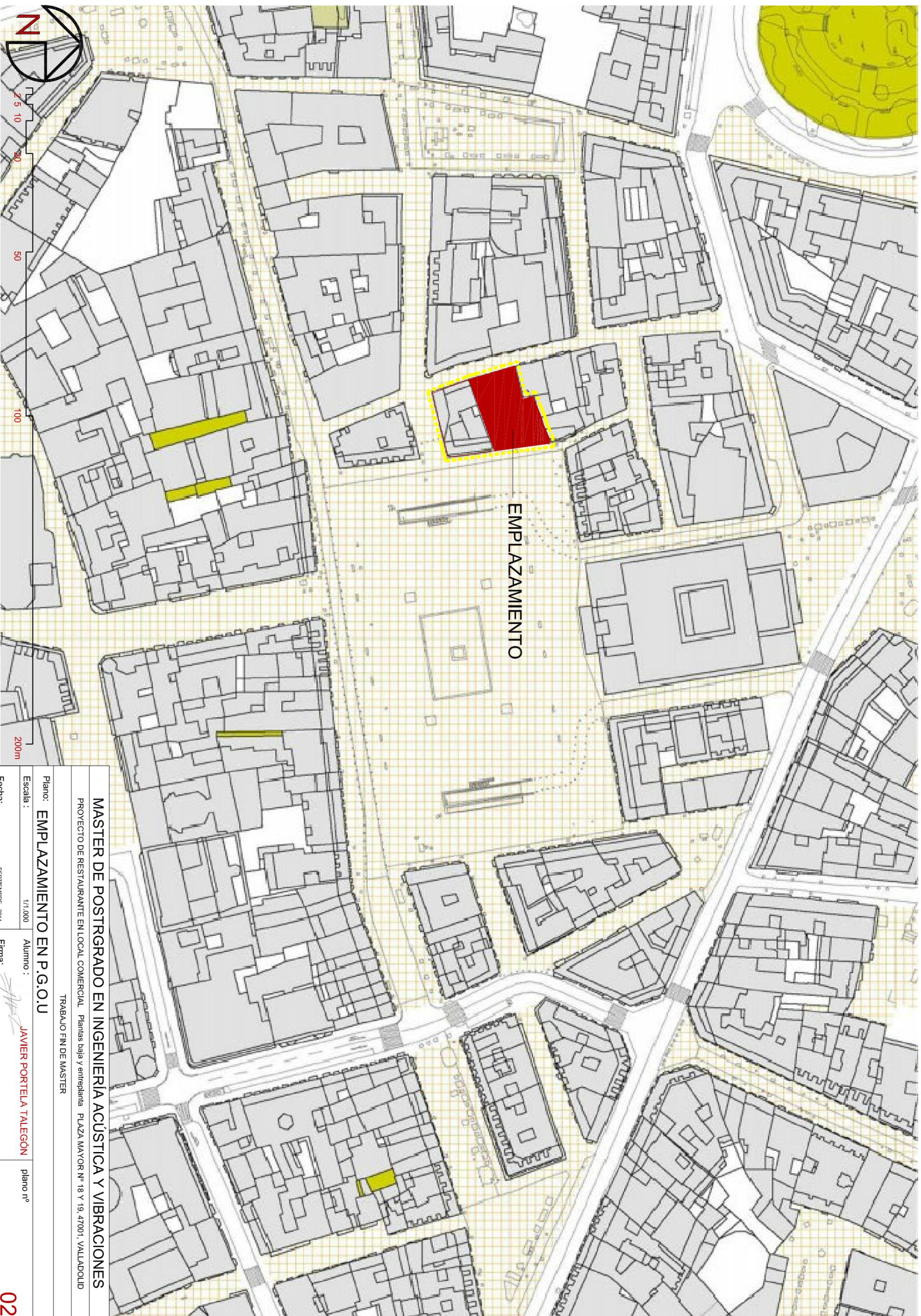
MINGUET, Josep M. *Bars! :Architectural Hightech Bars & Clubs*. Sant Adrià de Besòs: Monsa, 2012. ISBN 9788415223610.



ANEXO I: Planos.

02_ Emplazamiento en PGOU	E:1/1000
03_ Situación actual: Planta baja	E:1/100
04_ Situación actual: Enteplanta	E:1/100
05_ Situación actual: Estructura planta baja	E:1/100
06_ Situación actual: Estructura enteplanta	E:1/100
07_ Situación actual. Alzado Este: Plaza Mayor	E:1/100
08_ Situación actual: Alzado Oeste: Calle Correos	E:1/100
09_ Situación actual: sección	E:1/100
10_ Estado reformado: Planta baja acotada	E:1/100
11_ Estado reformado: Entreplanta acotada	E:1/100
12_ Estado reformado: Planta baja amueblada	E:1/100
13_ Estado reformado: Entreplanta amueblada	E:1/100
14_ Estado reformado: Alzado Este: Plaza Mayor	E:1/100
15_ Estado reformado: Alzado Oeste: Calle Correos	E:1/100
16_ Estado reformado: secciones	E:1/75
17_ Sección y detalles constructivos	E: Varias





EMPLAZAMIENTO

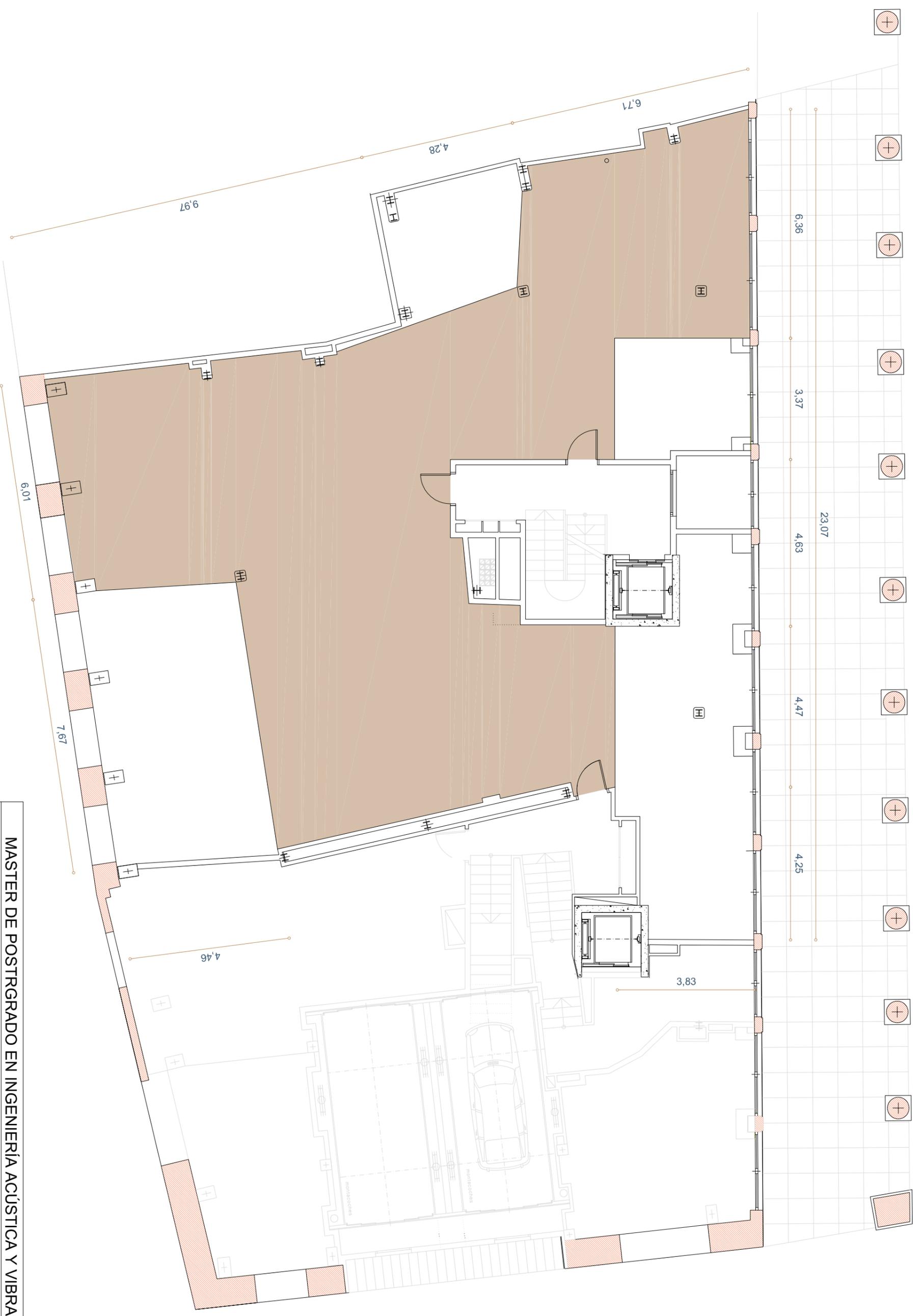
MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL. Plantas baja y entraplanta. PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano:	EMPLAZAMIENTO EN P.G.O.U
Escala:	1/1.000
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014
Alumno:	JAVIER PORTELA TALEGÓN
Firma:	<i>[Signature]</i>
plano nº	02



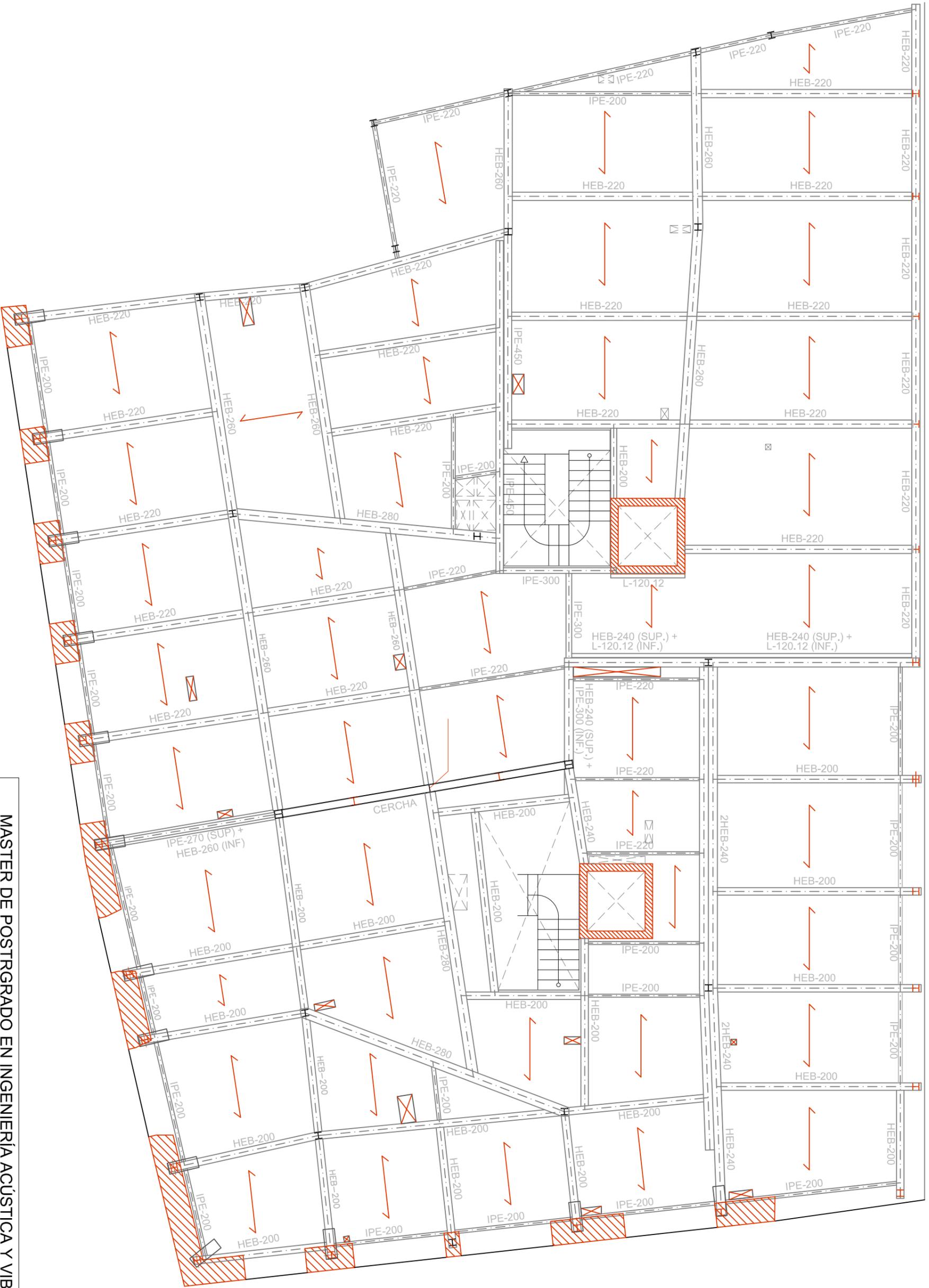
MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entraplanta PLAZA MAYOR Nº 18 y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano: SITUACIÓN ACTUAL: Planta baja	plano nº
Escala : 1/100	Alumno : JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha: SEPTIEMBRE - 2014	Firma:



0,5 1 2 5 10 20 m



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepantía PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano: SITUACIÓN ACTUAL: Entrepantía	
Escala: 1/100	Alumno: JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha: SEPTIEMBRE - 2014	Firma:
	plano nº



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entreplanta PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID

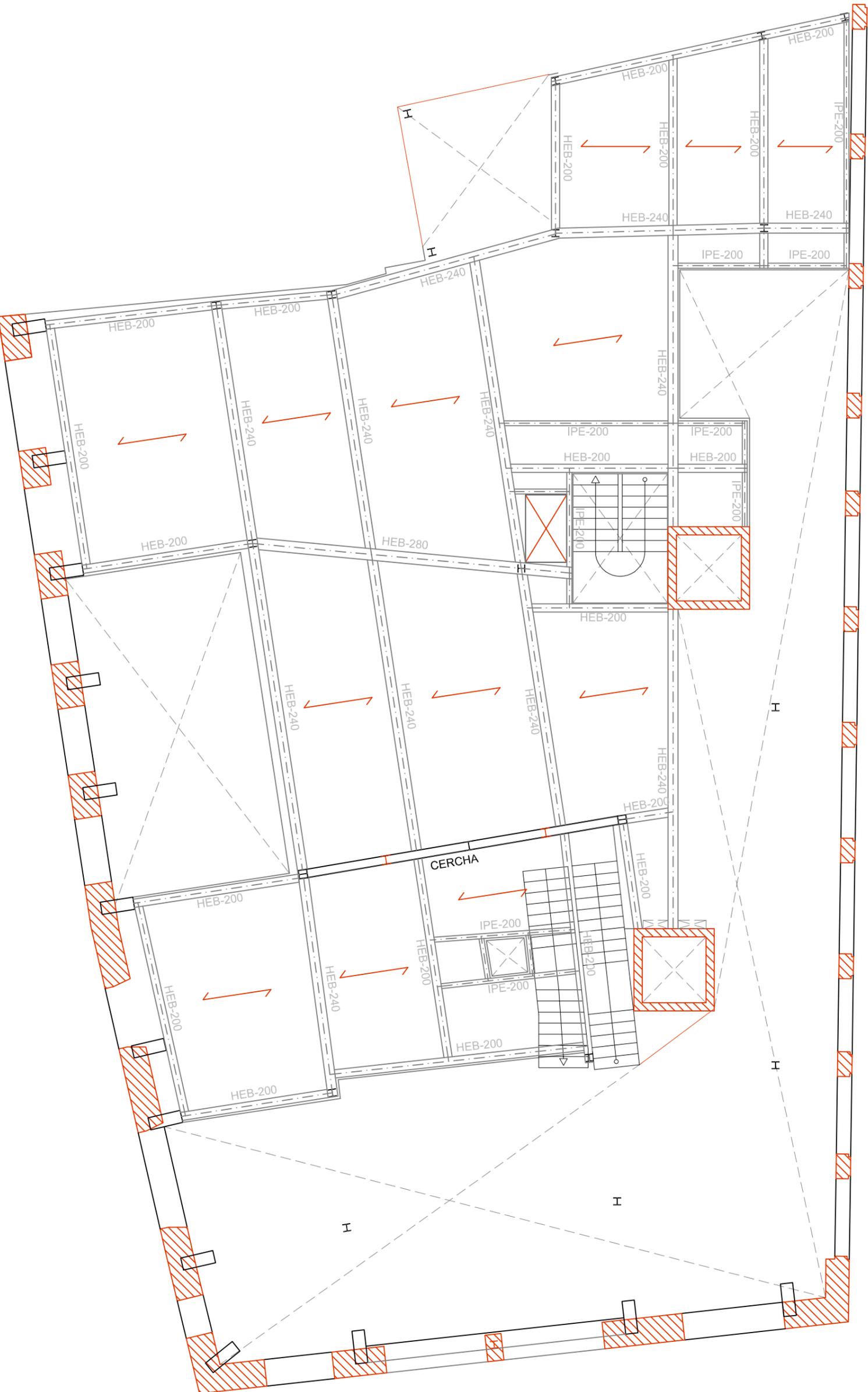
TRABAJO FIN DE MASTER

Plano: **SITUACIÓN ACTUAL: Estructura planta baja**

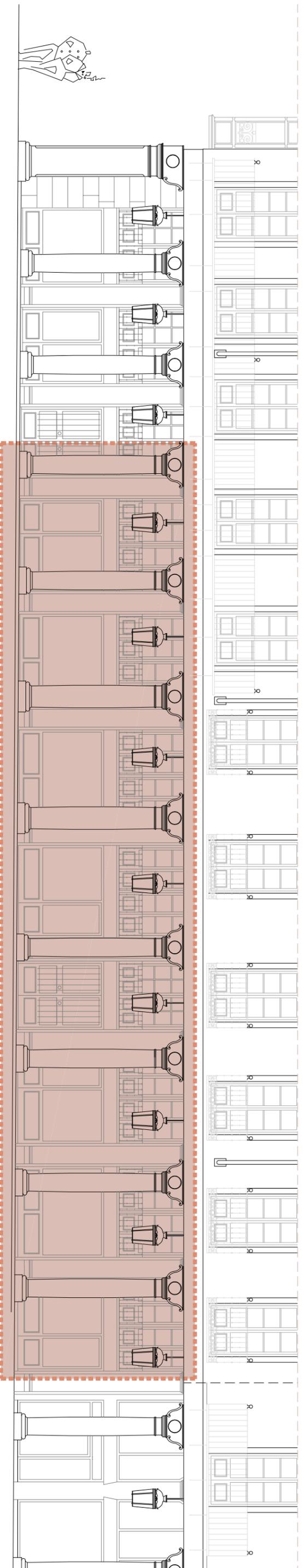
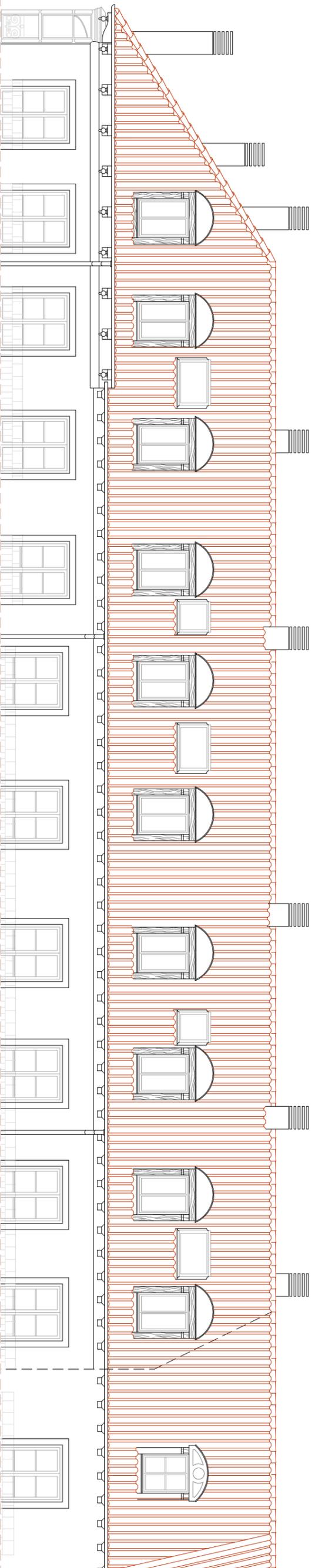
Escala: 1/100 Alumno: **JAVIER PORTELA TALEGÓN**

Fecha: SEPTIEMBRE - 2014 Firma:

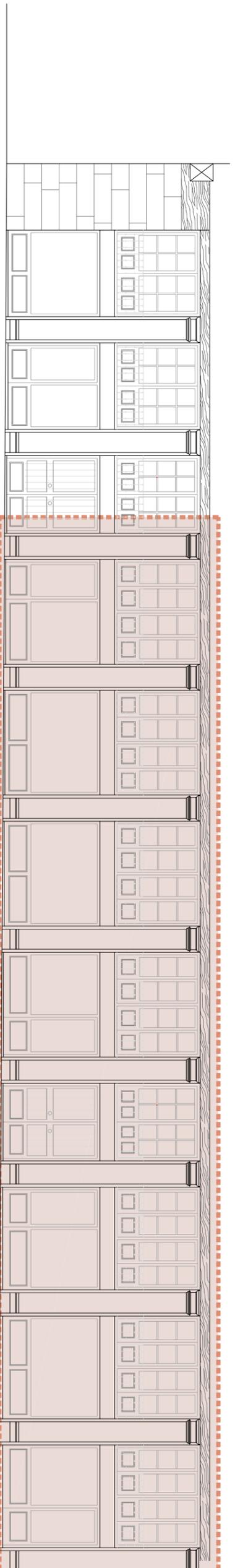
plano nº



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entreplanta PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano: SITUACIÓN ACTUAL: Estructura entreplanta	
Escala: 1/100	Alumno: JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha: SEPTIEMBRE - 2014	Firma:
	plano nº 06



SITUACIÓN ACTUAL: ALZADO ESTE, representación parcial



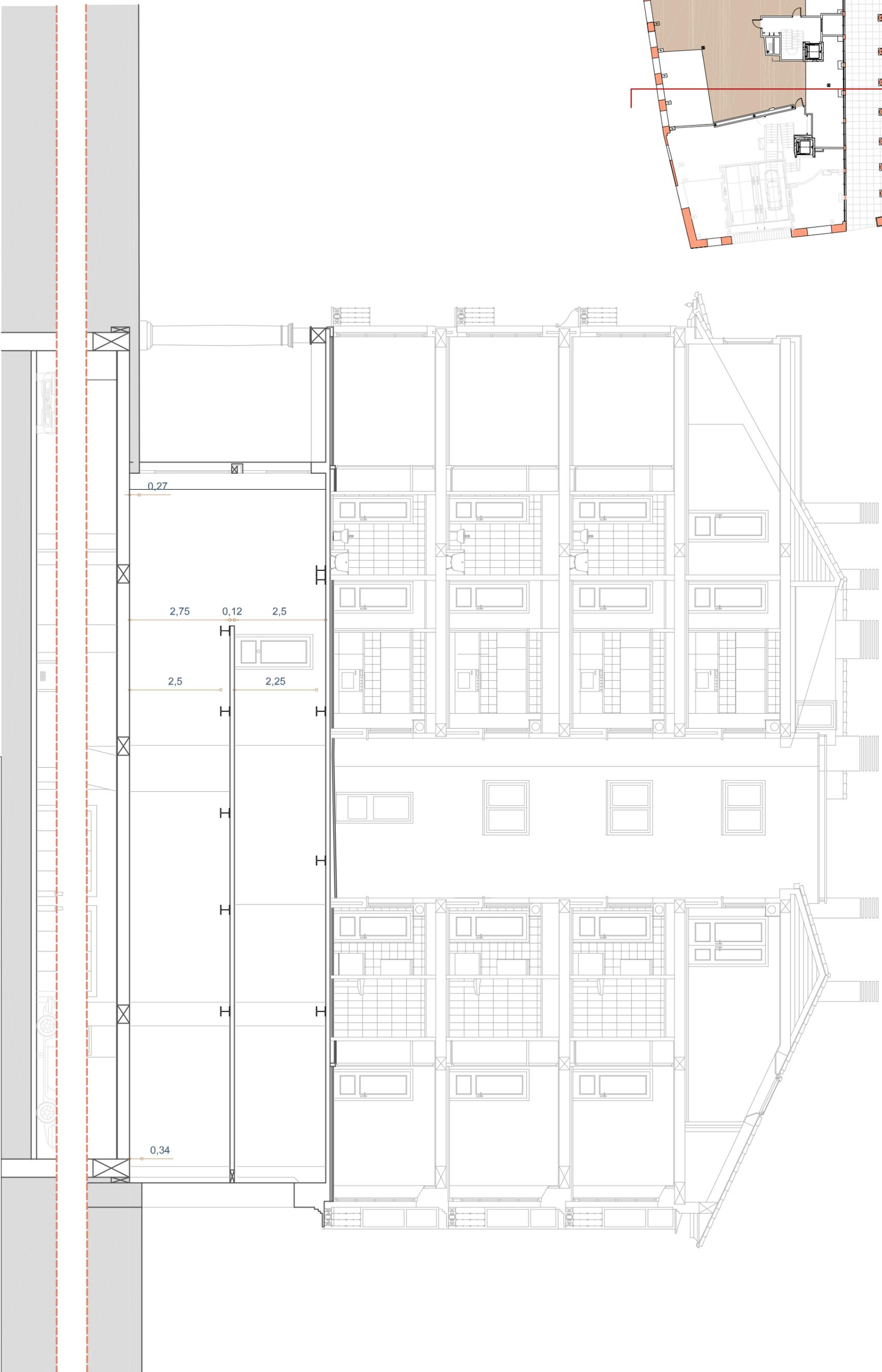
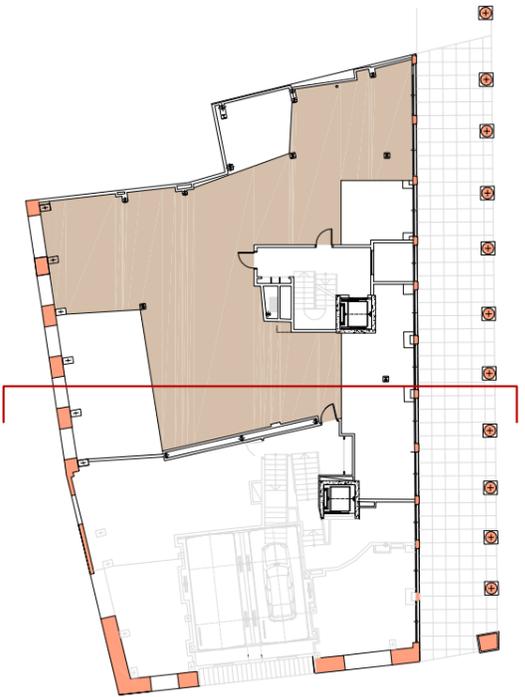
SITUACIÓN ACTUAL: ALZADO ESTE, representación fachada tras pórtico

0.5 1 2 5 10 20 m

MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES			
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entresuelo PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID			
TRABAJO FIN DE MASTER			
Plano:	SITUACIÓN ACTUAL: Alzado Este: Plaza Mayor		
Escala:	1/100	Alumno:	JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014	Firma:	<i>[Signature]</i>
			plano nº 07



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entresuelo PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano: SITUACIÓN ACTUAL: Alzado Oeste: Calle Correos	plano nº
Escala : 1/100	Alumno : JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha: SEPTIEMBRE - 2014	Firma:
08	



0,5 1 2 5 10

20 m

MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES		plano nº
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepantía PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID		
TRABAJO FIN DE MASTER		
SITUACIÓN ACTUAL: Sección		
Plano:	1/100	Alumno :
Escala :		JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014	Firma:



0,5 1 2 5 10 20 m

MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepiano PLAZA MAYOR Nº 18 y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano: ESTADO REFORMADO: Planta baja acotada	plano nº
Escala: 1/100	Alumno: JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha: SEPTIEMBRE - 2014	Firma:



0,5 1 2 5 10 20 m

MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepantia PLAZA MAYOR Nº 18 y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano: ESTADO REFORMADO: Entrepantia acotada	
Escala : 1/100	Alumno : JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha: SEPTIEMBRE - 2014	Firma:
	plano nº





MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entreplanta PLAZA MAYOR Nº 18 y 19, 47001, VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

Plano: **ESTADO REFORMADO: Planta baja amueblado**

Escala : 1/100

Alumno :

JAVIER PORTELA TALEGÓN

plano nº

Fecha:

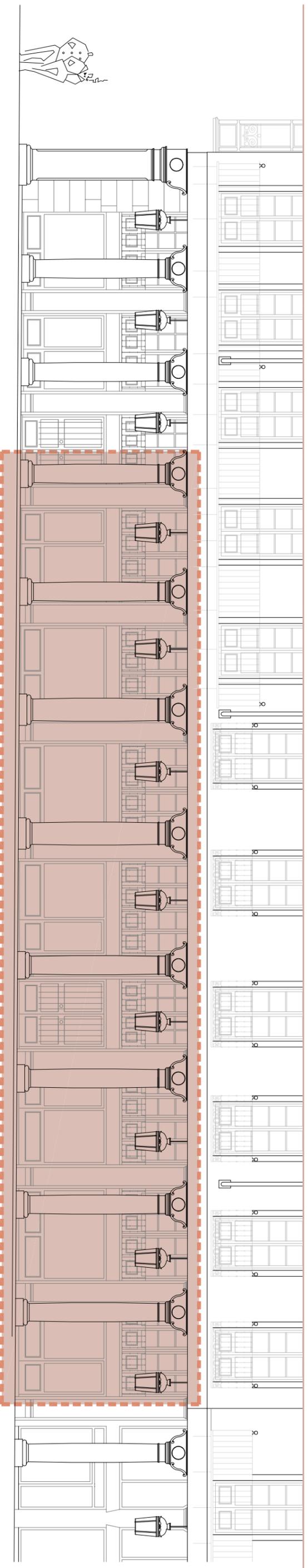
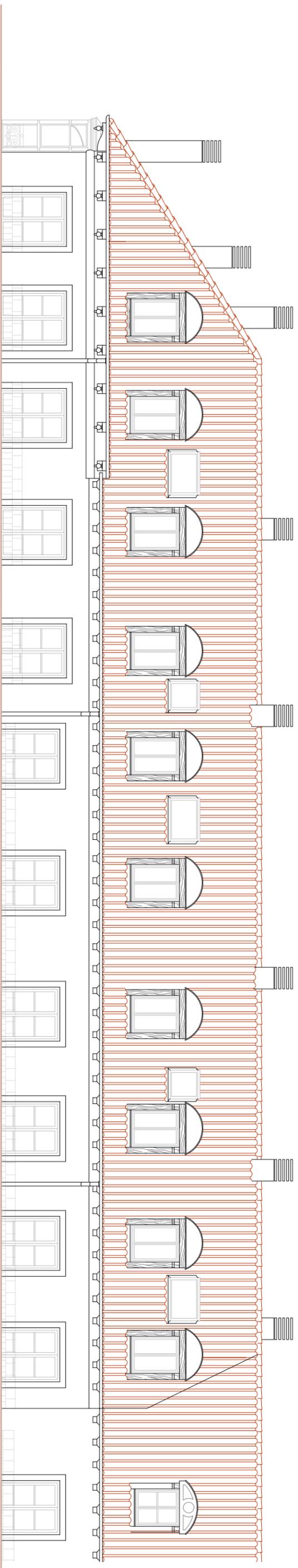
SEPTIEMBRE - 2014

Firma:

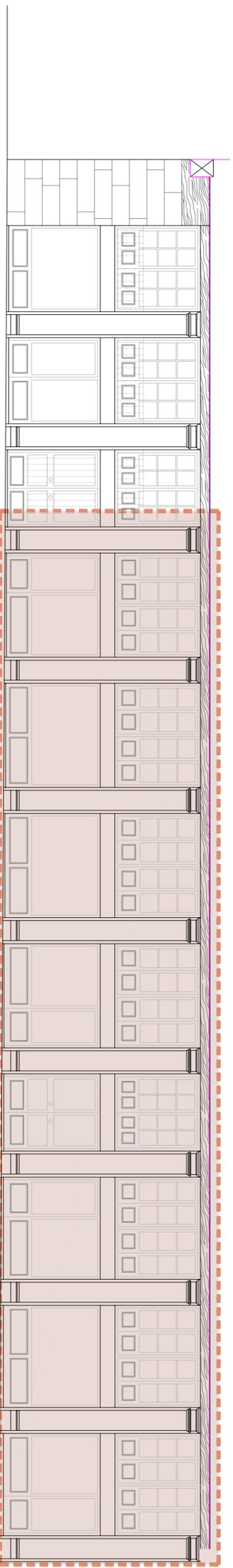
J. Portela



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES		
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepanta PLAZA MAYOR Nº 18 y 19, 47001, VALLADOLID		
TRABAJO FIN DE MASTER		
Plano:	ESTADO REFORMADO: Entrepanta amueblada	plano nº
Escala :	1/100	Alumno :
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014	Firma: JAVIER PORTELA TALEGÓN



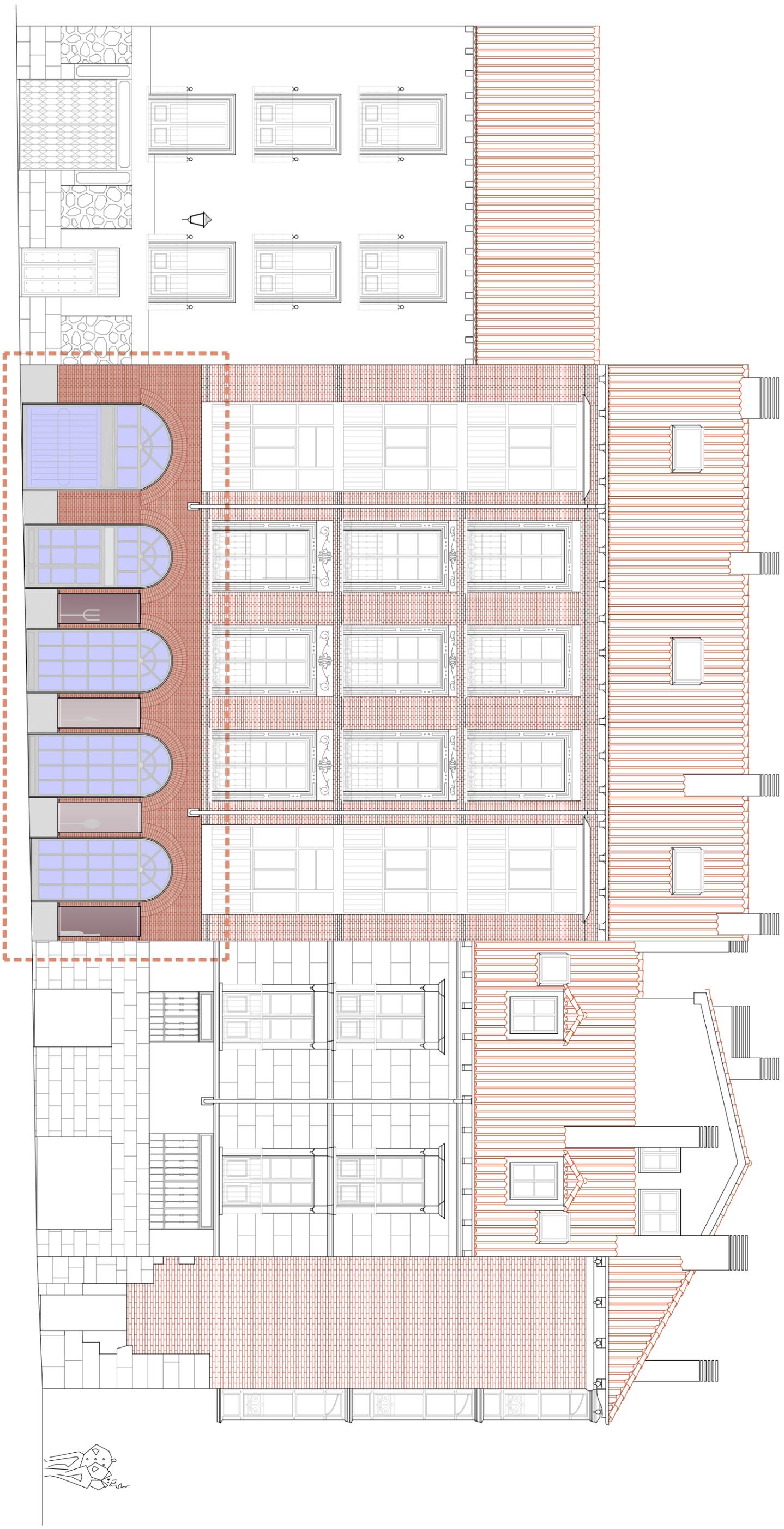
SITUACIÓN ACTUAL: ALZADO ESTE, representación parcial



SITUACIÓN ACTUAL: ALZADO ESTE, representación fachada tras pórtico



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES			
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entraplanta PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID			
TRABAJO FIN DE MASTER			
Plano:	ESTADO REFORMADO: Alzado Este: Plaza Mayor		
Escala :	1/100	Alumno :	JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014	Firma:	<i>[Signature]</i>
			plano nº



MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

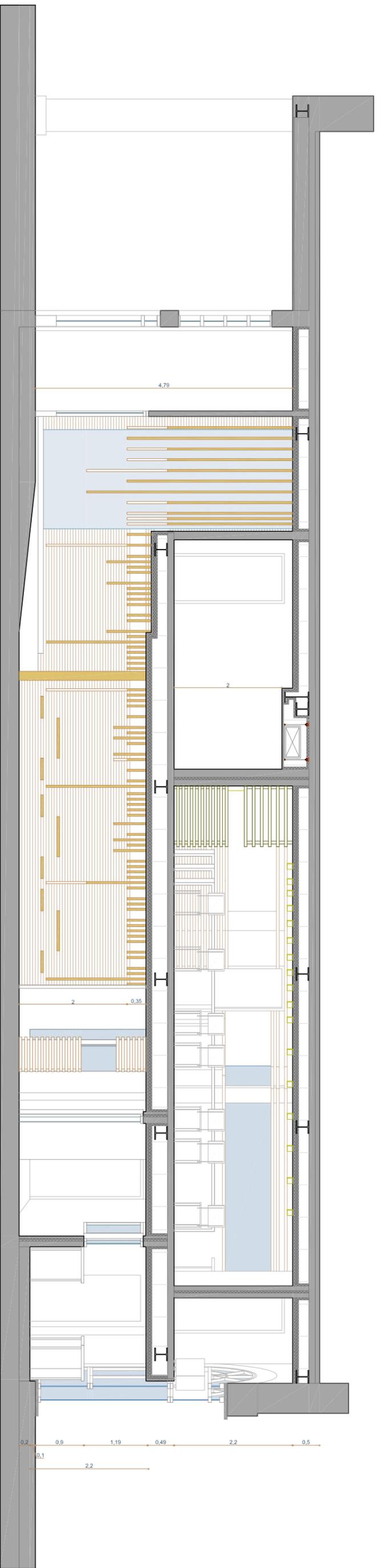
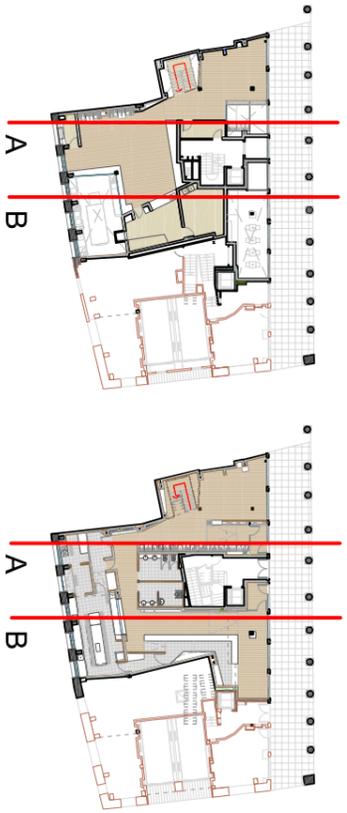
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepunta PLAZA MAYOR Nº 18 y 19, 47001, VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

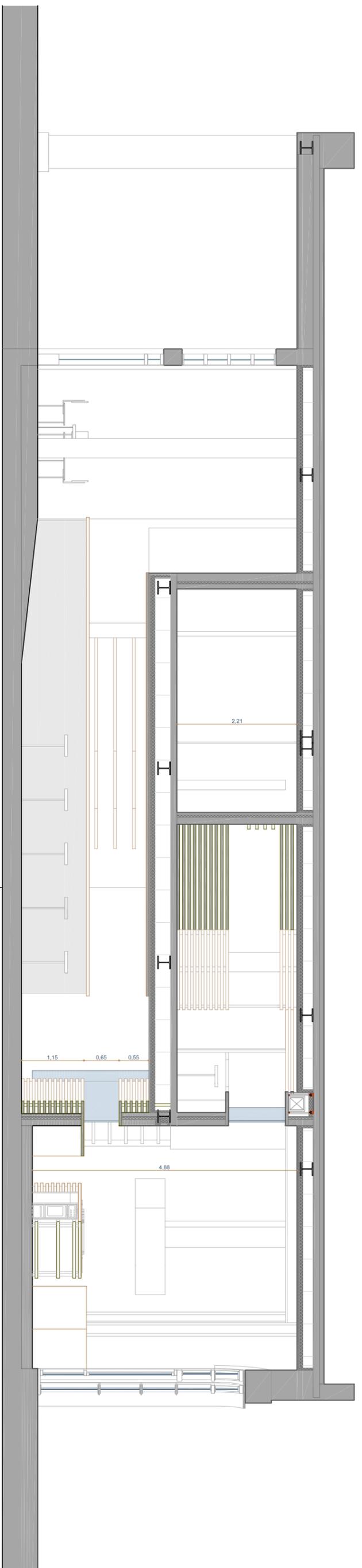
Plano: **ESTADO REFORMADO: Alzado Oeste: Calle Correos**

Escala : 1/100 Alumno : **JAVIER PORTELA TALEGÓN** plano nº

Fecha: SEPTIEMBRE - 2014 Firma:



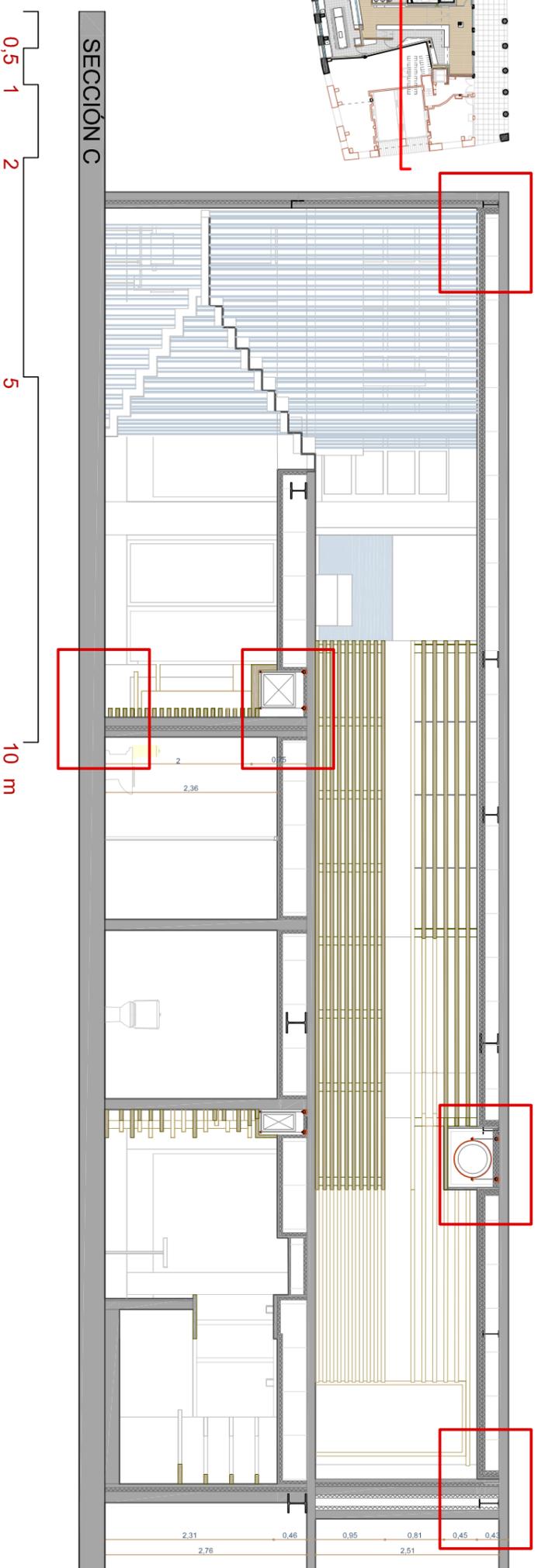
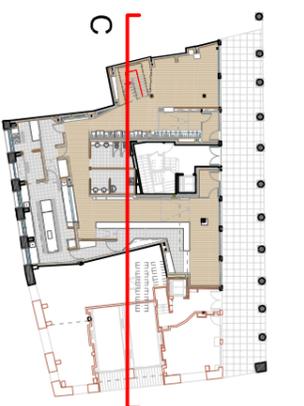
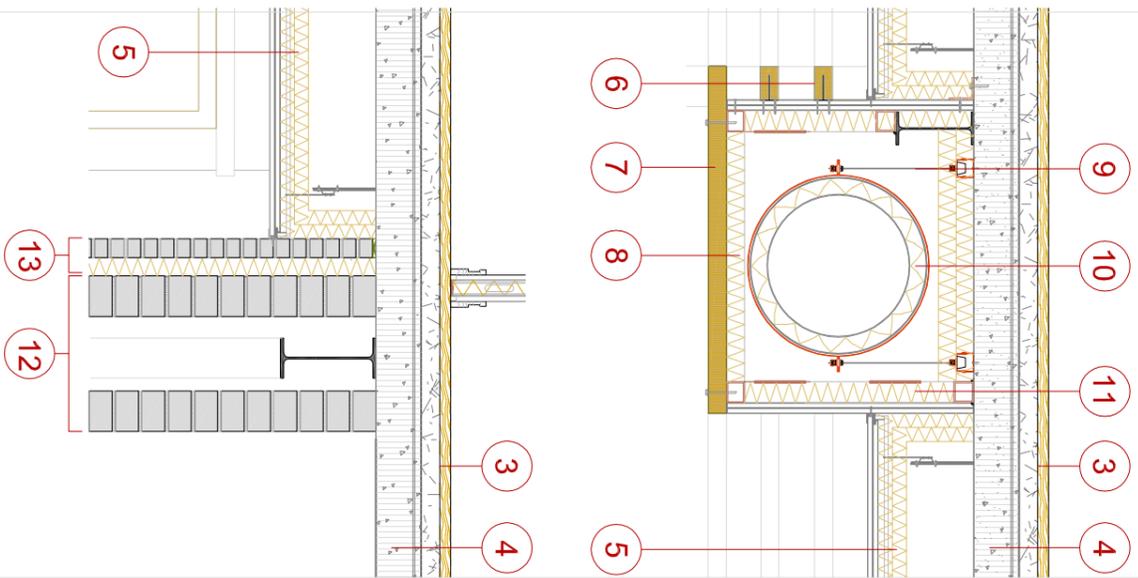
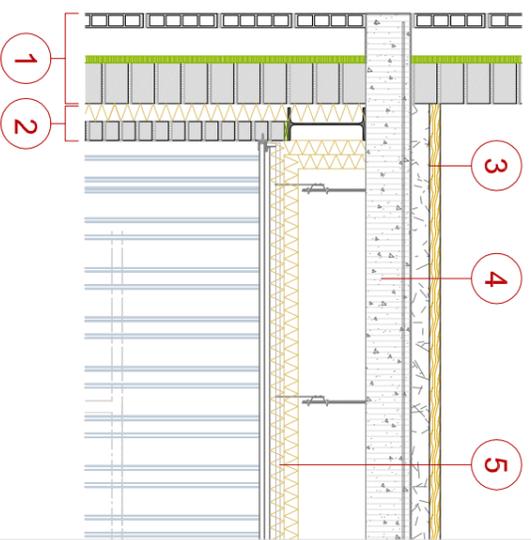
SECCIÓN A



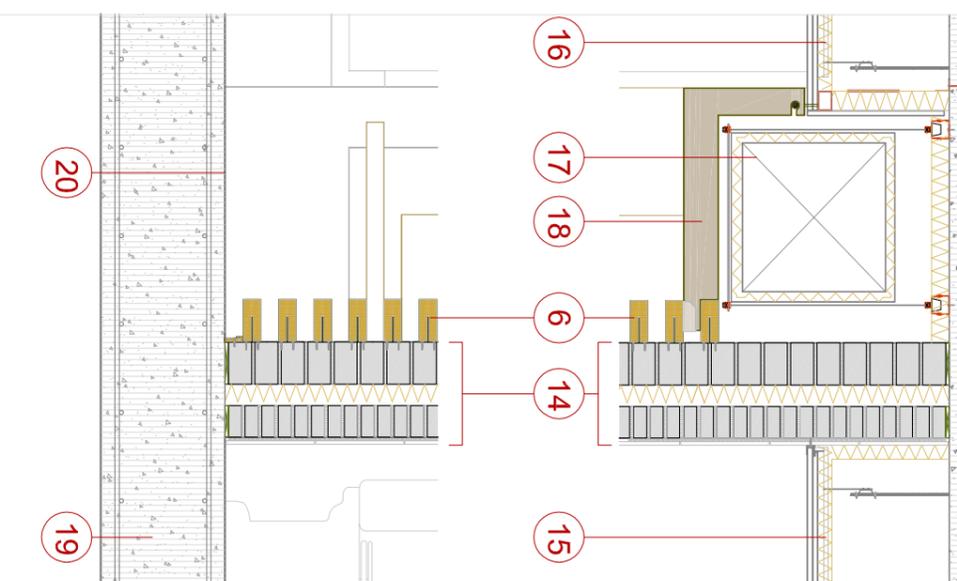
SECCIÓN B

0,5 1 2 5 10 m

MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES	
PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entrepanta PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID	
TRABAJO FIN DE MASTER	
Plano:	ESTADO REFORMADO: Secciones
Escala :	1/75
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014
Alumno :	JAVIER PORTELA TALEGÓN
Firma:	
plano nº	16



Detalles muro zona de lammas



Legenda

- 1- **Medianera, hoja soporte**.- Hoja exterior muro clara de ladrillo perforado (115 mm y 131 Kg/m²), hoja interior muro hueco simple (50 mm y 69 Kg/m²). Entre ellas hay una cámara de aire sin ventilar, con plancha de poliestireno expandido de 20 mm.
- 2-**Medianera trasdosado**:- Lana de roca 40 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 Kg/m². Ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm).
- 3- Pavimento flotante de parqué compacto 2000x120x20 mm, machihembrada en sus cuatro lados, colocadas con clips cada 70 cm sobre membrana antihumedad, sobre recricado de piso.
- 4- Forjado chapa colaborante horizontal formado por chapa de acero galvanizado tipo TZ-60, capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparo 20x20x8x8, e= 120 mm.
- 5- Cámara de aire de 150 mm, doble placa ChovanaPA 40 (material aislante 80 mm en total) y doble placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con lamina viscolam 65 entre ellas.
- 6- Lammas de madera de cedro de sección 50 x 100 mm, colocadas con una separación de 150 mm entre ellas.
- 7- Panel de madera de cedro de sección 1000 x 50 mm, anclado mecánicamente sobre subestructura auxiliar metálica.
- 8- Placa ChovanaPA 40: plancha de lana mineral de 40 mm de espesor dispuesta entre los montantes de la subestructura auxiliar
- 9- Suspensión elástica en caucho serie T'GOM-25, carga de compresión estática máxima 46 daN.
- 10- Conducción extracción de humos de la cocina, Ø interior 400 mm. Interior y exterior de acero inoxidable, aislamiento fibra de vidrio, 50 mm de espesor.
- 11- Subestructura auxiliar formada por perfiles tubulares de sección rectangular 60 x 40 x 3 mm. Cuenta con pletinas soldadas de acero inoxidable para la fijación de la plancha de lana mineral.
- 12- **Separación vertical con local colindante, hoja soporte**:- Doble hoja de ladrillo perforado con cámara de aire de 290 mm en el interior, en la que se encuentra una cercha de perfiles HEB-180 forrada con mantita de lana de roca de 40 mm de espesor.
- 13- **Separación vertical con local colindante, trasdosado**:- Lana de roca 40 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior tabique de espesor 50 mm y peso 70 Kg/m². Ladrillo rústico modelo marrón (220 x 50 x 37 mm). La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm).
- 14- **Tabique de separación interior, hoja principal**:- muro clara de ladrillo hueco doble. Densidad superficial=131 Kg/m² y 115 mm de espesor. revestido en la cara exterior.
- 15- **Tabique de separación interior, trasdosado**:- Lana de roca 60 mm y 70 Kg/m³ de densidad, y hoja exterior ladrillo hueco doble espesor 90 mm y peso 104 Kg/m². La hoja de ladrillo está construida sobre banda perimetral de poliestireno expandido elasticificado (15 mm). En forjado final con yeso de 10 mm.
- 16- **Falso techo**:- Cámara de aire de espesor ≥ 150 mm, placa ChovanaPA 40 (material aislante 40 mm) y placa de yeso laminado hidrófugo especial cuartos húmedos de 13 mm de espesor con un índice de perforaciones del 10% de la superficie total de la placa.
- 17- **Falso techo**:- Cámara de aire de espesor ≥ 150 mm, placa ChovanaPA 40 (material aislante 40 mm) y placa de yeso laminado de 13 mm de espesor con un índice de perforaciones del 10% de la superficie total de la placa. Imprimación final con el producto Vernacastic
- 17- Conducción de ventilación, sección interior 400 x 400 mm. Interior y exterior de acero inoxidable, aislamiento fibra de vidrio, 50 mm de espesor.
- 18- Lammas de madera de cedro de diferentes dimensiones, espesor 50 mm. Protegen el conducto de climatización.
- 19- Forjado reticular 350 mm espesor capa de compresión de hormigón HA 25 N /m² y mallazo de reparo 20x20x8x8.
- 20- Pavimento continuo de resina autonivelante espesor 2 mm, instalado directamente sobre forjado previa preparación mecánica para obtener un grado de desbaste apto para su aplicación.

MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entreplanta PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

Plano: **ESTADO REFORMADO: Secciones y detalles constructivos**

Escala :

1/75, 1/20

Alumno :

JAVIER PORTELA TALEGÓN

plano nº

Fecha:

SEPTIEMBRE - 2014

Firma:

COCINA

COCINA: ZONA COCCIÓN

EQUIPOS CONSIDERADOS COMO POSIBLE FUENTE DE RUIDO

- 15 Freidora:
 - Freidora ECONOMICA eléctrica FRIN.19, de 6 + 6L.
 - Capacidad aceite: 6+6 litros.
 - Medidas: 28,5 x 59 x 44 cm.
 - Potencia: 6 Kw Campana central.
- 16 Plancha lisa rectificada y plancha acanalada:
 - Plancha Eléctrica doble placa rectificada y acanalada IPPLEM730
 - Monofásica 230V
 - Medidas: 730x490x240mm.
 - Superficie: Mixta ranurada-Isa Acero Rectificado 10mm espesor.
 - Depósito recoge-grasa delantero.
 - Potencia: 4,4 Kw
- 17 Cocina de seis fogones:
 - Superficie de cocción eléctrica PC10SE60, con seis zonas de cocción de 180Ø mm.
 - Dimensiones: 105 x 60 x 30 cm.
 - Potencia: 12 Kw.
 - Potencia de los Quemadores: 6 x 2 Kw.
 - Peso: 29 Kg.
- 18 Cocedor de pastas de dos canastos:
 - Cuece pasta modular eléctrico ASCOC131, con cuba embutida. Trifásico.
 - Medidas: 66 x 60 x 29 cm.
 - Potencia: 6 Kw.
- 19 Horno convector de cuatro bandejas:
 - Balay Negro EAN: 4242006240240
 - Frecuencia 50 / 60 Hz
 - Voltaje: 220-230 V
 - Potencia: 3 Kw
- 20 Campana extractora central:
 - Dimensiones: 896 x 478 x 568 mm x 568 mm.
 - Sobresale 400 mm de la proyección horizontal de la zona de cocción.
 - Colocada a 1900 mm del suelo.
- 21 Mesa fría de refrigeración:
 - Dimensiones: 2000 x 760 metros y altura ,800 mm.
 - Capacidad 350 litros.
 - 340 w de potencia.
- 22 Utiles varios: pelapatatas, batidoras, Thermomix, Robots...
 - Montaplatos:
 - Velocidad nominal 0,3 m/s.
- 24 Tracción eléctrica mediante motor reductor de 1cv.
 - Alimentación trifásica 230 v.
- 25 Procesadora de verduras:
 - Dimensiones 412 x 216 x 347 mm.
 - Tipo de potencia 250W, 2,1 A, monofásico.
 - Velocidad 900rpm.
 - Voltaje 230V.
- 26 Picadora de carne Caterlife:
 - Dimensiones 430 x 420 x 170 mm.
 - Tipo de potencia 230W, 1,5 A, monofásico.
- 27 Cortadora de fiambre Bufalo:
 - Tipo de potencia 150W, 0,65A.
 - Voltaje 230 V.
- OTROS EQUIPOS
- 27 Fregadero de un seno.
- 28 Taco de grillón.
- 29 Carro para emplatar
 - Dimensiones: 1112 x 780 x 800 mm.
 - Capacidad para 320 platos.

COCINA: ZONA ACCESO EXTERIOR

EQUIPOS CONSIDERADOS COMO POSIBLE FUENTE DE RUIDO

- 30 Armario refrigerado serie 700 Edesa:
 - Medidas 693x728x2067 mm
 - Nº puertas: 2 x 1/2
 - Capacidad 600 litros
 - Potencia 484 W
- 31 Balanza para hostelería
 - Dimensiones totales: 400x350x890 mm.
- 32 Freezer de pozo
 - Volumen 279 l

COCINA: ZONA FRIEGAPLATOS Y RESIDUOS

EQUIPOS CONSIDERADOS COMO POSIBLE FUENTE DE RUIDO

- 33 Lavavajillas de capucha Edesa LD_800:
 - Producción: 800 platos/hora
 - Tensión: 400 V 3+N+T
- 34 Lavavajillas Industrial CL250,
 - Medidas: 680x680x1460
 - Medidas: 83,2 x 60,0 x 62,0 cm.
 - Potencia 5,7 Kw, Trifásico 380 v.
- 35 Lavavajillas INVI2035,
 - Dimensiones 40,0 x 47,5 x 59,0 cm
 - Potencia 3,45 Kw, monofásico 230 v
- 36 Fregadero de dos senos.
- 37 Carro para emplatar
 - Dimensiones: 1112 x 780 x 800 mm.
 - Capacidad para 320 platos.

OFFICE ENTREPLOANTA

EQUIPOS CONSIDERADOS COMO POSIBLE FUENTE DE RUIDO

- 39 Mesa fría de refrigeración:
 - Dimensiones: 2000 x 760 metros y altura ,800 mm.
 - Capacidad 350 litros.
 - 340 w de potencia.
- 40 Mesa caliente mural
 - 40 Bandejas 2/1,
 - Medidas: 1200 x 600 x 900 mm,
 - Potencia 2000 Kw, 230 v.
- 41 Vitrina para servir Gastronom refrigerada 6 Polar
 - Pantalla de vidrio
 - Dimensiones 435 x 1500 x 395 mm.
 - Refrigeración acabado Acero Inoxidable
 - Salida 150W, 1A.
- 42 Refrigerador 2 puertas 2 cajones 417L Polar
 - Dimensiones 850 x 1795 x 700 mm.
 - Refrigeración función Frigorífico
 - Salida 198W, 1,4A.
 - Rango de temperatura -2 a +8°C.
 - Voltaje 230V
- 43 Lavavajillas Industrial CL250,
 - Medidas: 83,2 x 60,0 x 62,0 cm.
 - Potencia 5,7 Kw, Trifásico 380 v.
- 44 Lavavajillas INVI2035,
 - Dimensiones 40,0 x 47,5 x 59,0 cm
 - Potencia 3,45 Kw, monofásico 230 v

OTROS EQUIPOS

- 45 Fregadero de dos senos.

BARRA DE BAR

EQUIPOS CONSIDERADOS COMO POSIBLE FUENTE DE RUIDO

- 1 Máquina de hielo (160 gr) 220v, una fase, 0,8 Kw.
- 2 Cafetera 1 Fase, 220 v, 4,3 Kw / 3 Fases, 380 v, 4,3 Kw.
- 3 Molino 1 Fase 220 v, 1Kw.
- 4 Molinillo 1 Fase 220v, 0,15 Kw.
- 5 Televisor 42"
- 6 Televisor 65"
- 7 Cámaras frigoríficas, 1 Fase, 220 v, 1Kw (x5).
- 8 Grifo de cerveza + enfriador: 1 Fase 220v, 0,35 Kw
- 9 Gratinador salamandra Astoin: 50, 1 Fase, 230 v, 2,2 Kw.
- 10 Lavavajillas Industrial CL250,
 - Medidas: 83,2 x 60,0 x 62,0 cm.
 - Potencia 5,7 Kw, Trifásico 380 v.
- 11 Lavavajillas INVI2035,
 - Dimensiones 40,0 x 47,5 x 59,0 cm.
 - Potencia 3,45 Kw, monofásico 230 v.
- 12 Mostrador Refrigerado. Con 4 Cajones extraibles, guías telescópicas y tirador Integrado.
 - Medidas: 1468 x 700 x 850.
 - Potencia: 600 W, 1 Fase 220v.
- OTROS EQUIPOS
- 13 Kit TPV completo incluyendo cajón, impresora de tickets y software para bares.
- 14 Termo de leche

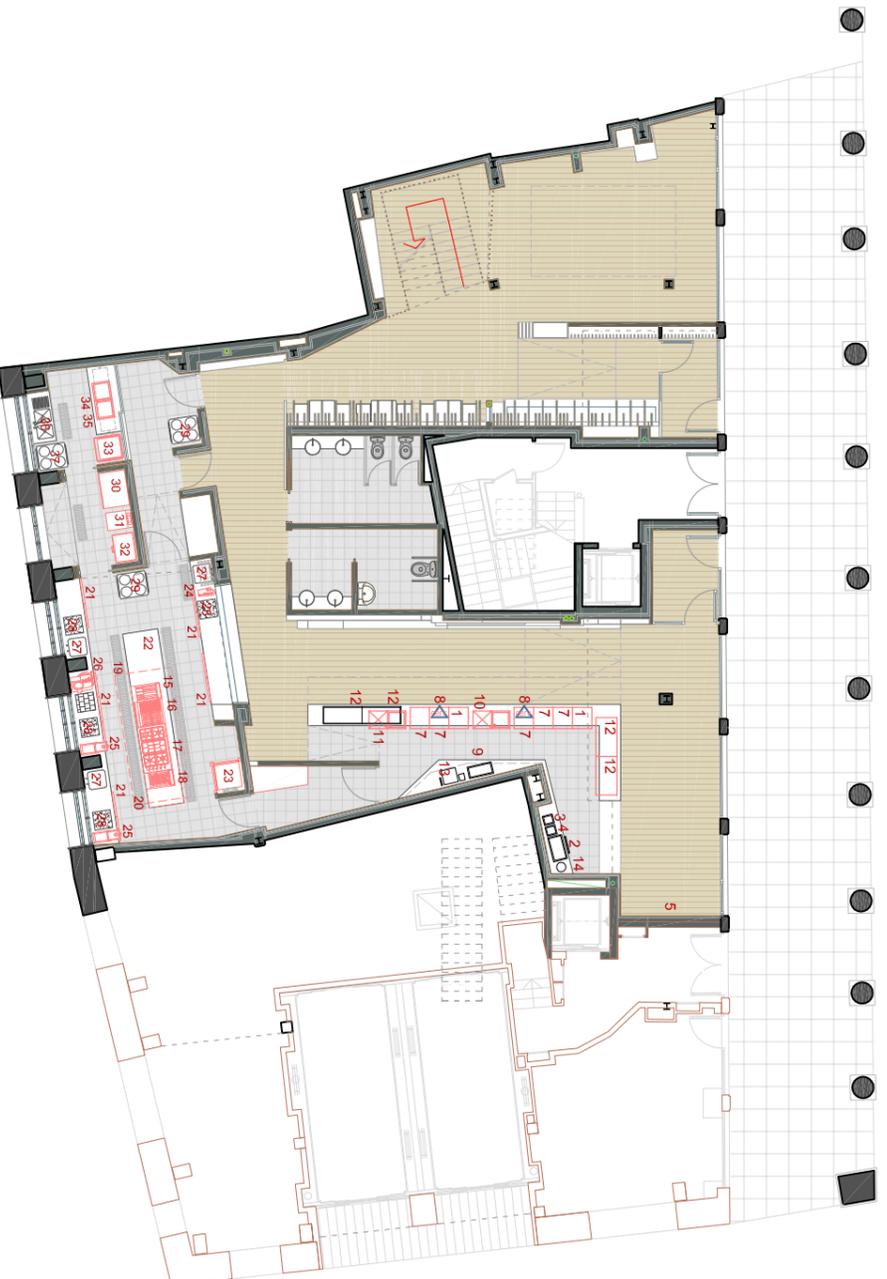
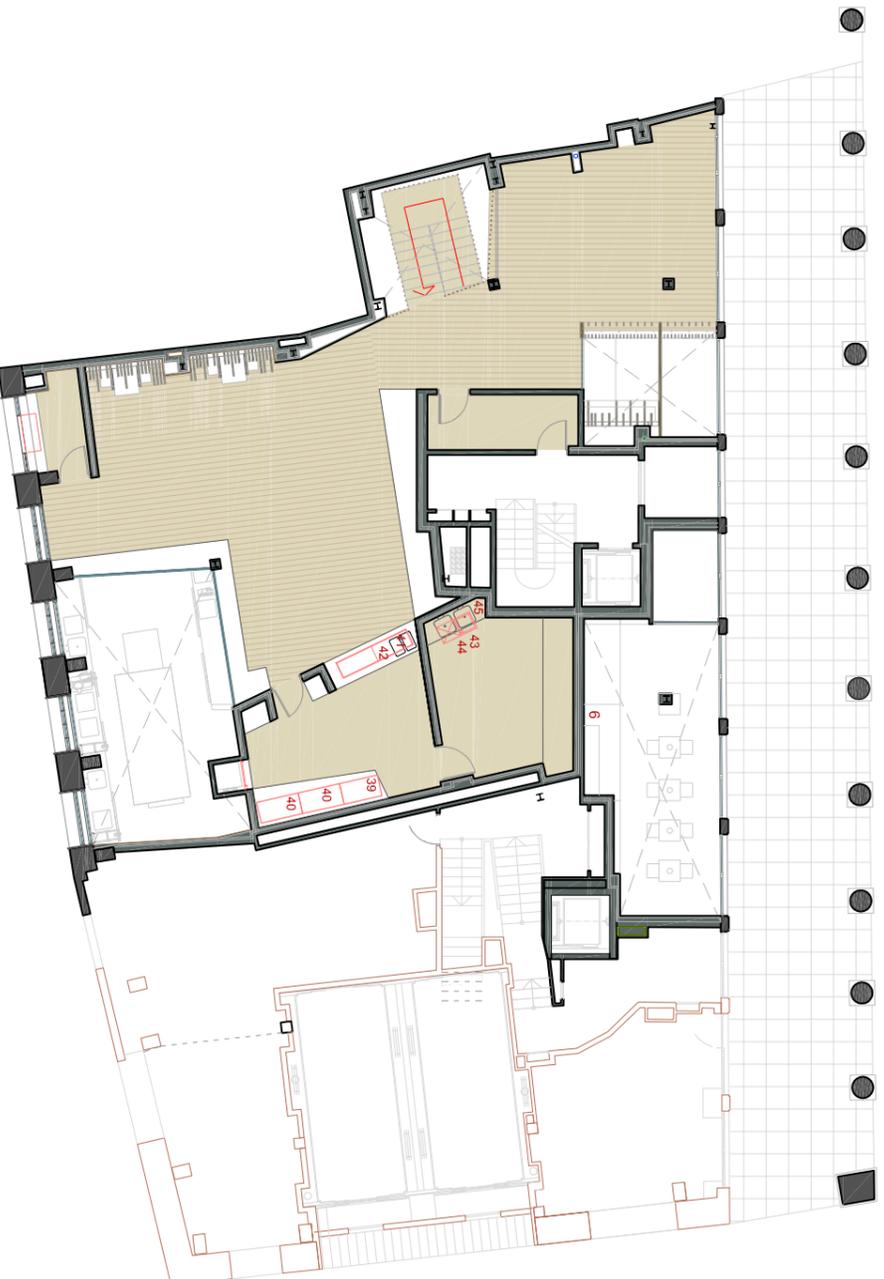
MASTER DE POSTGRADO EN INGENIERÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES

PROYECTO DE RESTAURANTE EN LOCAL COMERCIAL Plantas baja y entreplanta PLAZA MAYOR Nº 18 Y 19, 47001, VALLADOLID

TABAJO FIN DE MASTER

ESTADO REFORMADO: Equipamiento

Plano:	1/200	Alumno :	plano nºº
Escala :		Firma:	JAVIER PORTELA TALEGÓN
Fecha:	SEPTIEMBRE - 2014		



ANEXO 2: Acotación de posibilidades de intervención.

Con el objeto de asumir las restricciones más relevantes de la normativa, se realiza previamente un análisis de las normas vigentes que son de aplicación en el proyecto.

Se analiza a continuación hasta qué punto el hecho de asumir la muy diversa normativa de aplicación, limita las posibilidades de intervención en la fase de diseño.

Estas restricciones y exigencias se han clasificado por su influencia en:

1. Distribución interior
2. Instalaciones
3. Elementos de separación interior, tanto horizontales como verticales
4. Fachadas y elementos exteriores
5. Aseos
6. Puertas
7. Escaleras
8. Rampas
9. Otros

NOTA: Dada la importancia que tiene el **número previsto de usuarios**, puesto que varias exigencias de diferentes normas dependerán de este dato, se realiza una estimación aproximada siguiendo lo marcado en el **CTE DB-SI su sección S/3:**

- Ocupación total del restaurante:
Zona público en restaurante: 320 m^2 ($\approx 2/3$ de total sup. Útil) / $1,5 \text{ m}^2/\text{pers}$ ≈ 210 personas.
Zona servicio en restaurante: 160 m^2 ($\approx 1/3$ de total sup. Útil) / $10 \text{ m}^2/\text{pers}$ ≈ 16 personas.
Total: 226 personas, este dato se recalculará tras el diseño final.
- Ocupación en entreplanta:
Suponiendo un uso del 60% público y 40% servicio (reparto sobredimensionado, del lado de la seguridad)
Zona público en restaurante: 110 m^2 ($\approx 2/3$ de total sup. Útil) / $1,5 \text{ m}^2/\text{pers}$ ≈ 73 personas.
Zona servicio en restaurante: 75 m^2 ($\approx 1/3$ de total sup. Útil) / $10 \text{ m}^2/\text{pers}$ $\approx 7,5$ personas.
Total: 80 personas, este dato se recalculará tras el diseño final.

1. DISTRIBUCIÓN INTERIOR:

Modificación puntual del PECH el 8-05-2007*

Art 7.2.18

- **Altura libre:**
Uso público $\geq 2,20 \text{ m}$.
Uso sin estancia de personal: $2,20 \geq h \geq 1,80$

* Esta modificación marca la restricción definitiva, y se antepone a cualquier otra norma.

Reglamento autonómico de accesibilidad y supresión de barreras (Castilla y León), el 30-08-2001.

Art. 6

- Accesible como mínimo por una de sus entradas (en edificios de nueva planta deberá ser el acceso principal).
- Espacio tras la puerta de acceso: preferentemente horizontal, se podrá inscribir un círculo de 1,2 m (practicable) o 1,5 m (accesible) de diámetro libre del barrido de puertas. Si hay un peldaño tras él de menos de 20 cm, se podrá salvar con una pendiente del 12%. **Si el desnivel es mayor deberá hacerse mediante rampa.**



Art. 7

- Al menos uno de los itinerarios que comunique horizontalmente todas las áreas y dependencias de uso público del edificio entre sí y con el exterior deberá ser accesible. Cuando el edificio disponga de más de una planta, este itinerario incluirá el acceso a los elementos de comunicación vertical necesarios para poder acceder a las otras plantas*.
 - Distribuidores adaptados, se inscribirá un círculo de diámetro 1,5 m libre de obstáculos, si son practicables podrá reducirse a 1,20 m.
 - Pasillos: ancho = 1,20 m en accesibles y 1,10 m en practicables. Si superan los 10 metros de largo, es suficiente con que cada 10 m haya un área donde se pueda inscribir un círculo de 1,5 m. En el caso de un recinto practicable, la distancia será cada 7 m.
 - La anchura libre mínima no se entenderá reducida por la existencia de radiadores, pasamanos u otros elementos fijos necesarios que ocupen menos de 0,13 metros.
- * En anexo II aclara que el itinerario accesible se aplicará para al menos el 30% del aforo.*

Art. 8

- En establecimientos que cuenten con espacio abierto al público ubicado en planta distinta a la de acceso superior a 250 m², el mecanismo elevador será ascensor*.
- * En anexo II aclara que el itinerario accesible se aplicará para al menos el 30% del aforo.*

P.G.O.U:**Art 312**

- El local comercial ni sus almacenes podrán comunicar con la caja de escalera ni portal, si no es a través de una habitación intermedia, con puerta de salida de resistencia al fuego que exija la normativa contra incendios.
- La zona de contacto (huecos y escaleras que comuniquen planta baja y entreplanta) será superior al 50% de la superficie útil destinada a la estancia de personas (entendiendo que superficie de pública concurrencia, siguiendo la interpretación del CTE, se excluyen así cocinas o aseos) en la planta primera.
- Comunicación directa entre planta baja (la de acceso desde el exterior) y entreplanta.

Art 313.

- Escalera no accesible al público ancho ≥ 1 m.
- **Ordenanza sobre el ruido y vibraciones el 7-05-2013**

Art. 27.

- El acceso se realizará mediante vestíbulo de absorción acústico y dotado de doble puerta, y el sentido de apertura de las puertas deberá dar cumplimiento o lo normativo vigente en materia de seguridad de evacuación en caso de incendio, **sin invasión de vía público.**

Real Decreto 486/1997**Anexo I, punto 2**

- Superficie de zona de trabajo (podrían computar las zonas de descanso y aseo): 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León**Punto 3 Anexo III**

- Vestíbulo acústico con doble puerta.

CTE DB SUA 1**Art. 2**

- En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en zonas de uso restringido o en los accesos y en las salidas de los edificios. En el caso de accesos y salidas del edificio deberá haber un acceso para discapacitados alternativo que asegure su accesibilidad.



Art. 3.1

- Los desniveles $\leq 0,55$ m necesitarán una diferencia visual y táctil (para clientes con capacidad visual reducida) para evitar caídas. En el caso de superar los 0,55 m será necesario colocar barreras.

CTE DB SUA 2**Art. 1.1**

- La altura libre de paso en zonas de circulación de zonas de uso restringido será de 2,10 m y de 2,20 en el resto de casos, las puertas deberán dejar un paso de 2 m.

Art. 1.2

- Puertas en zonas de uso público que no pertenezcan a un recinto de ocupación nula: el barrido de la puerta no invadirá un pasillo de anchura $\leq 2,5$ m (ver Fig. 1.1).

CTE DB SUA 9**Art. 1.1.3**

- Dispondrá de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de uso público.

CTE DB SI**SI 1 Apartado 2, tabla 2.2**

- Dispondrán de vestíbulo de independencia las zonas de riesgo medio o alto: en este caso son susceptibles de ello:

Cocina: si la potencia de los aparatos instalados (exclusivamente los destinados a la preparación de alimentos que son susceptibles de provocar ignición) es mayor de 30 Kw ya se considera riesgo medio, si supera los 50 Kw se considera riesgo alto.

Almacén de residuos: superficie ≥ 15 m² riesgo medio, si su superficie pasa de los 30 m² se considerará de riesgo alto.

Sala de maquinaria frigorífica: si el refrigerante es amoníaco, o si es refrigerante halogenado y la potencia instalada es ≥ 400 Kw.

SI 1 Apartado 4, punto 4

- Elementos textiles suspendidos, como telones, cortinas, y cortinajes...serán Clase 1 conforme a la norma UNE-EN 13773: 2003

SI 3 Apartado 3, tabla 3.1

- Puede tener una única salida de planta si en dicha planta la ocupación ≤ 100 personas y el recorrido desde cualquier punto de la planta (teniendo en cuenta el mobiliario) hasta esta salida es ≤ 25 m.
- Ha de tener dos o más salidas de planta si en dicha planta la ocupación ≥ 100 personas o el recorrido desde cualquier punto de la planta (teniendo en cuenta el mobiliario) hasta esta salida es ≥ 25 m, no superándose los 50 m.
- ¡Ojo! Las escaleras no protegidas no se consideran salidas de planta.

2. Instalaciones**Modificación puntual del PECH el 8-05-2007****Art 7.2.18**

- Las instalaciones sobre cubiertas tales como antenas, aire acondicionado, etc. se colocarán de forma que no sean perceptibles desde la vía pública.



P.G.O.U:**Art. 3.2.6**

- Los **conductos de ventilación de evacuación de humos** no podrán servir ni servirse de los de otros locales o viviendas del edificio en el que esté situado el local.

Art. 407

- Se prohíbe la salida libre de humos por fachadas, patios comunes, balcones y ventanas, aunque dicha salida tenga carácter provisional.

Reglamento Municipal de Protección de Medio Ambiente Atmosférico.**Art. 21.**

- La evacuación de humos, gases... procedentes del desarrollo de diferentes tipos de actividades (cocina), deberá realizarse a través de una chimenea adecuada, cuya desembocadura sobrepasará en dos metros la mayor altura de las edificaciones existentes en un radio de 15 metros. La desembocadura de la chimenea estará a nivel no inferior al del borde superior del hueco más alto, visible desde la misma, de los edificios ubicados en un radio de 20 metros.

Art. 25

- La evacuación del aire caliente o enrarecido, producto de la climatización y ventilación forzada de locales y viviendas, se realizara de forma que cuando el volumen del aire evacuado sea inferior a $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ el punto de salida del aire diste, 1,5 metros de cualquier hueco de ventana situada en plano vertical.
- Si este volumen está comprendido entre $0,2$ y $1 \text{ m}^3/\text{s}$, distará como mínimo 3 m de cualquier ventana situada en plano vertical y 2 metros en plano horizontal situada en su mismo paramento. Asimismo, la distancia además mínima entre la salida y el punto más próximo de cualquier ventana situada en paramento, será de 3,5 metros.
- Si el sistema está en fachada, la altura mínima sobre la acera será de 2 metros y estará provista de una rejilla de 30° de inclinación que oriente el aire hacia arriba.
- Para volúmenes de aire superiores a $1 \text{ m}^3/\text{s}$ la evacuación tendrá que ser a través de chimenea cuya altura supere dos metros la del edificio más alto, próximo o colindante, en un radio de 15 metros.

Art. 26

- Todo aparato o sistema de climatización que produzca condensación tendrá necesariamente una recogida y conducción de agua eficaz que impida que se produzca goteo al exterior.

Ordenanza sobre el ruido y vibraciones el 7-05-2013**Art. 13**

- La conexión de equipos para el movimiento y aceleración de fluidos, como es el caso de instalaciones de calefacción, ventilación, climatización o aire comprimido, se realizará mediante dispositivos elásticos en los primeros tramos tubulares y conductos y, si es necesario, en la totalidad de la red.

Art. 14

- Todas las máquinas o motores se situarán de forma que su envolvente exterior quede a una distancia mínima de 1 m de los muros perimetrales y forjados, a no ser que se justifique la imposibilidad de cumplir esta norma.

CTE DB HR**Punto 3.2.2.**

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos.

Punto 3.3.3.

- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m^2 .
- En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.

CTE DB HS 4

Punto 5.1.1.3.5.

- Los soportes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Punto 3.3.1.2.

- Si usan bote sifónico (los aparatos sanitarios carecerán de sifón individual):
Derivaciones a bote sifónico: longitud $\leq 2,5 \text{ m}$ y pendiente entre el 2 y el 4%.
Distancia de bote sifónico a bajante: longitud $\leq 2,0 \text{ m}$.
- Si los aparatos sanitarios tienen sifón individual (no habrá bote sifónico):
Los ramales de los aparatos sanitarios se unirán en una derivación común que conectará con la bajante, y si no fuera posible en el manguetón.
Unión de desagüe a bajante, inclinación $\geq 45\%$. Si el desagüe es del inodoro (manguetón), y no puede darse esa inclinación, estará a una distancia de la bajante $\leq 1,0 \text{ m}$.
Distancia de bote sifónico a bajante: longitud $\leq 2,0 \text{ m}$.
En fregaderos, lavaderos, lavabos y bidés la distancia a la bajante debe ser $\geq 4,0 \text{ m}$, con pendientes entre el 2,5 y el 5 %.

Punto 3.3.3.4.

- Para lograr ventilar el sistema sanitario, se puede instalar un subsistema de ventilación con válvulas de aireación para no salir al de la cubierta y ahorrar el espacio ocupado por los elementos del sistema de ventilación secundaria. Debe instalarse una única válvula en edificios menores de 5 plantas.

3. Elementos de separación interior, tanto horizontales como verticales:

Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León

- Todos los valores para recinto tipo I, horario nocturno. Se aplicarán las correcciones por componentes tonales, impulsivas y bajas frecuencias.

Punto 3 Anexo I

- Límite de inmisión en viviendas, recintos protegida $L_{Aeq,5s} \leq 25 \text{ dB(A)}$.
- Límite de inmisión en viviendas, recintos habitables $L_{Aeq,5s} \leq 30 \text{ dB(A)}$.
- Límite de inmisión en zonas comunes $L_{Aeq,5s} \leq 35 \text{ dB(A)}$.
- Límite de inmisión en otros recintos de actividad $L_{Aeq,5s} \leq 55 \text{ dB(A)}$.

Punto 3 Anexo III

- Aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A} \geq 70 \text{ dB(A)}$. Si el cerramiento limita con vivienda.
- Aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A} \geq 55 \text{ dB(A)}$. Si limita con recinto interior colindante que no es vivienda.

Punto 5 Anexo I

- Límite de nivel global de presión a ruido de impactos transmitido a viviendas colindantes (improbable, puesto que el local está debajo de las viviendas) $L'_{nT} \leq 30 \text{ dB}$.

CTE DB HR

Punto 2.1.2.



- El nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w} \leq 60\text{dB}$, en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones.

Punto 3.1.2.3.1.

- Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan una unidad de uso de cualquier otro recinto del edificio... Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado, el suelo flotante... (Dentro de la opción simplificada).

Punto 2.1.2. apartado c)

- Medianerías: $R_A \geq 40\text{ dB}$.

Punto 5.1.2.2.

- En el caso de que los techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante.
- Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido...

4. Fachadas y elementos exteriores:

Modificación puntual del PECH el 8-05-2007

Art 7.2.18

- La composición y características de **los huecos** de los locales de planta baja y entreplanta **se ajustarán** en todo momento a los elementos estructurales, cerramientos y carpinterías originales.
- Aleros, **carpinterías** y cerrajería en madera.
- El sistema de oscurecimiento se realizará mediante **contraventana interior** de madera.
- El cierre de protección del local se realizará por el interior de la carpintería.
- Colores, inicialmente (se podrán proponer otros que deberán ser aprobados por los servicios técnicos municipales):
- Fachada: RAL 3027.
- Recercados de huecos e impostas: RAL 1015.
- Carpintería: RAL 6016/6017.
- Cerrajería: RAL 5000.

De la ordenanza sobre prevención del alcoholismo y otras medidas de control sobre establecimientos hostelero.

Art. 14.

- Sólo si se dispone de terraza, es posible el diseño de ventanas o huecos en fachada que hagan posible el despacho directo.

Ordenanza De Publicidad Exterior.

Art. 5.

- Se prohíbe toda publicidad que pueda alterar el volumen, la tipología, la morfología o el cromatismo de los inmuebles.

Ley 5:2009 Del ruido de Castilla y León

- Todos los valores para recinto tipo I, horario nocturno. Se aplicarán las correcciones por componentes tonales, impulsivas y bajas frecuencias.

Punto 3 Anexo I

- Límite de inmisión en ambiente exterior $L_{Aeq,5s} \leq 50\text{ dB(A)}$.

- **Ordenanza sobre el ruido y vibraciones el 7-05-2013**



Art. 23

- Aislamiento acústico mínimo de fachadas $D_A \geq 45$.

CTE DB HS**HS 1 Apartado 2.3**

- Grado de impermeabilidad 2 sin revestimiento exterior: B1+C1+J1+N1 -> es válido añadir a la hoja principal de piedra, una cámara de aire sin ventilar o aislante no hidrófilo, y un revestimiento en la cara interior de la hoja principal. Vigilando que las juntas de piedra tengan una resistencia media a la filtración.

CTE DB HE 1

- Se puede eludir su cumplimiento al ser un edificio rehabilitado y protegido si se afecta a su valor patrimonial.
- Zona climática D2, higrometría 4:
Permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá un valor $\leq 27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$.
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno:
 $U_{\text{MUM}}: 0,66 \text{ W/M}^2\text{K}$.

5. Aseos:**P.GO.U.****Art. 316.**

- **Servicios sanitarios de los locales.** Hasta 100 m^2 , un inodoro y un lavabo; por cada 200 m^2 más, o fracción, se aumentará un inodoro y un lavabo.
- A partir de los 100 m^2 se instalarán con absoluta independencia para señoras y caballeros.
- Se instalarán urinarios con independencia de los inodoros en número apropiado.
- Deberá instalarse un vestíbulo o zona de aislamiento previo a los servicios.

Reglamento autonómico de accesibilidad y supresión de barreras (Castilla y León), el 30-08-2001.**Art. 9**

- El itinerario desde acceso a aseos será accesible.
- Puertas con hueco de paso $\geq 0,80 \text{ m}$.
- Dentro del aseo habrá un espacio de zona común donde se pueda inscribir un círculo de $1,20 \text{ m}$ de diámetro (ahí podrá girar la silla para dirigirse hacia la puerta)
- Cabina de minusválido, podrá inscribirse un círculo de $1,5 \text{ m}$ de diámetro libre de abatimiento de puertas o de $1,2 \text{ m}$ si es practicable.
- Añade más especificaciones.

6. Puertas:**Reglamento autonómico de accesibilidad y supresión de barreras (Castilla y León), el 30-08-2001.****Art. 6**

- Espacio tras la puerta de acceso: preferentemente horizontal, se podrá inscribir un círculo de $1,2 \text{ m}$ (practicable) o $1,5 \text{ m}$ (accesible) de diámetro libre del barrido de puertas. Si hay un peldaño tras él de menos de 20 cm , se podrá salvar con una pendiente del 12%. Si el desnivel es mayor deberá hacerse mediante rampa.



- Las puertas tendrán un hueco libre de paso de, al menos, 0,80 metros. En puertas abatibles, cuando exista más de una hoja en un hueco de paso, al menos una, dejará un espacio libre no inferior a 0,80 metros.

Art. 7

- Puertas de emergencia: paso libre mínimo de 1 m.
- A ambos lados de las puertas, en el sentido del paso de las mismas, existirá un espacio libre horizontal donde se pueda inscribir un círculo de 1,20 metros de diámetro, sin ser barrido por la hoja de la puerta.

CTE DB SUA 1**Art. 2**

- Las discontinuidades en pavimento $\leq 0,05$ m se salvarán con una pendiente $\leq 25\%$.

CTE DB SI 3**Tabla 4.1**

- La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.

Apartado 6 punto 1

- Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical. Esto no es aplicable si son puertas automáticas

Apartado 6 punto 3

- Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:
 - a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
 - b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

7. Escaleras:**Reglamento autonómico de accesibilidad y supresión de barreras (Castilla y León), el 30-08-2001.****Art. 7**

- Huella: entre 0,28 m y 0,34 m.
- Contrahuella: entre 0,15 y 0,18 m. (CTE SUA, en 4.2.1 dice que $\leq 0,175$ m)
- Anchura: 1,20 m accesible y 1,10 m practicable.
- Escalones seguidos: entre 3 y 12.
- Mesetas: se podrá inscribir un círculo de 1,20 m de diámetro en las adaptadas y 1,10 m en las practicables.
- Área de desembarque: accesibles todo el ancho de la escalera y una profundidad de 0,50 m libre de obstáculos y abatimiento de puertas. En practicables no será necesario el área de desembarque.
- Cuando no exista un paramento que limite la escalera, el borde lateral se protegerá con un zócalo o elemento protector de un mínimo de 0,10 metros de altura, contrastado en color (se entiende que es para ayudar a personas con visibilidad reducida a que vean los límites laterales de la escalera, además tendrá barandilla para evitar caídas).
- Cuando la altura libre de paso bajo las escaleras sea inferior a 2,20 m se colocará algún elemento que impida el tránsito por esa zona.

CTE DB SUA 1**Art. 4.2.2**

- Una escalera podrá salvar, de un solo tramo, una altura $\leq 2,25$ m. Esto es así al no disponer de ascensor como alternativa a la escalera.



CTE DB SI***SI3 Apartado 4, punto 4.1***

- Flujo de la escalera: 160A siendo A el ancho de la escalera en metros. Se estima un total de 80 personas a evacuar en entreplanta, según lo expuesto con anterioridad y de acuerdo con el punto SI3, luego anchura mínima será $80 / 160 = 0,5$ m. Este cálculo se ha hecho suponiendo la evacuación total por la escalera, bloqueadas el resto de salidas.

8. Rampas:**Reglamento autonómico de accesibilidad y supresión de barreras (Castilla y León), el 30-08-2001.*****Art. 7***

- Espacio previo y posterior en el que se inscriba un círculo de 1,50 m de diámetro libre de obstáculos y abatimiento de puertas.
- Anchura: 1,20 m adaptados o 0,90 m practicables.
- Borde lateral libre: se protegerá con un zócalo de no menos de 0,10 m de altura.
- Pendientes posibles:
Hasta 8% y proyección horizontal ≤ 10 m. Se podrán encadenar varios tramos, separados por mesetas, hasta cubrir el desnivel a salvar
Hasta 12% y proyección horizontal ≤ 3 m. Un único tramo, podrá encadenarse con otros tramos tras meseta.
- Mesetas: se podrá inscribir un círculo de 1,20 m de diámetro libre de obstáculos, o de 1,50 m si hay un cambio de dirección.
- Protecciones laterales con pasamano: si salvan una altura ≥ 50 m.
- Cuando la altura libre de paso bajo la rampa sea inferior a 2,20 m se colocará algún elemento que impida el tránsito por esa zona.

CTE DB SUA 1***Art. 4.3.2***

- Pendientes: 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos (no puede exceder de 9 m si es accesible).

Art. 4.3.4

- Las rampas que superen un desnivel $\geq 0,18$ m y que tengan una pendiente $\geq 6\%$ deberán tener pasamanos en ambos lados. Si la longitud del tramo excede los 3 m el pasamanos se prolongará 0,30 m en horizontal.

CTE DB SI 3***Tabla 4.1***

- La anchura de toda rampa ha de ser \geq (personas/200) y no debe ser menor que 1 m. Dado que el aforo total calculado previamente es de 227 personas, en el caso más desfavorable la rampa tendrá una anchura $\geq 226/200=1,13$ m.

9. Otros:**Plan Especial Del Casco Histórico.*****Art 7.4.4.***

- Los toldos serán en lona de tonalidades hueso u ocres.
- Los tableros de las mesas serán preferentemente de mármol, o materiales plásticos de color blanco o tonalidades claras.



- Se prohíben explícitamente toldos, mesas o sillas de colores puros, o cercanos a los tonos puros.

Ordenanza sobre el ruido y vibraciones el 7-05-2013

Art. 13

- No se permitirá el anclaje directo de máquinas y soportes de las mismas en las paredes medianeras o pilares. En los suelos, techos o forjados de separación de recintos se autorizará su fijación si se realiza mediante los dispositivos antivibratorios adecuados.
- Los altavoces de equipos de música, en caso de suspenderse de techos, paredes o pilares, deberán anclarse con los dispositivos antivibratorios adecuados.
- Las persianas metálicas de las actividades comerciales, si se encuentran ubicadas en edificios habitables, deberán anclarse a la estructura del mismo mediante los dispositivos antivibratorios adecuados.

Art. 25

- En aquellas actividades que dispongan de instalaciones musicales deberá instalarse un limitador.

Reglamento autonómico de accesibilidad y supresión de barreras (Castilla y León), el 30-08-2001.

Art. 6

- Si el pavimento lo constituye una alfombra o similar, deberá estar colocada en el suelo de forma que no pueda deslizarse y enrasada con el pavimento adyacente.
- Si la superficie del vestíbulo es ≥ 50 m², el pavimento dispondrá de unas franjas guías, que cumplirán:
 - Anchura mínima de 0,10 metros.
 - Textura y color diferenciado con el pavimento circundante.

Art. 12

- Mostrador, barras...contarán con un tramo de longitud ≥ 1 m con una altura máxima de 0,85 m. Delante de él habrá un espacio libre donde pueda inscribirse un círculo de 1,20 m de diámetro.
- Los elementos salientes a una altura $\leq 2,20$ metros y que sobresalgan del paramento vertical más de 0,13 metros, tendrán un elemento fijo o zócalo detectable por personas con discapacidad visual.

CTE DB HR

Punto 2.1.2.

- $T_r \leq 0,9$ s (recinto vacío).

CTE DB SUA 1

Art. 2

- Las discontinuidades en pavimento $\leq 0,05$ m se salvarán con una pendiente $\leq 25\%$.

Art. 3.2.1

- Barandillas $h \geq 0,90$ m si protegen de una diferencia de alturas inferior a 6 m. La barandilla será de $h \geq 1,10$ m en el resto de los casos.



ANEXO 3: INFORME DE LAS MEDICIONES IN SITU

- Medición *in situ* del aislamiento a ruido aéreo entre locales:
UNE EN ISO 140-4
Recinto de actividad objeto de reforma y vivienda colindante vertical.

- Medición *in situ* del aislamiento a ruido aéreo entre locales:
UNE EN ISO 140-4
Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal.

- Medición *in situ* del aislamiento a ruido de impacto entre locales adyacentes:
UNE EN ISO 140-7
Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal.

- Medición *in situ* del aislamiento a ruido aéreo de fachada:
LEY 5/2009 DEL RUIDO DE CASTILLA Y LEÓN
Recinto de actividad objeto de reforma y Plaza Mayor.



INFORME DE ENSAYO:

Medidas de aislamiento acústico *in situ*:

Medición *in situ* del aislamiento a ruido aéreo entre locales:

Recinto de actividad objeto de reforma y vivienda colindante vertical

ÍNDICE

1_INTRODUCCIÓN.

- 1.1_CLIENTE
- 1.2_NOMBRE DEL INSTITUTO DEL ENSAYO
- 1.3_FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO
- 1.4_FECHA DE ELABORACIÓN DEL INFORME
- 1.5_NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.6_EQUIPO

2_DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

3_DESCRIPCIÓN DEL CONDICIONES DE ENSAYO POR NORMATIVA.

- 3.1_FUENTE DE RUIDO
- 3.2_MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

4_DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN.

- 4.1_FUENTE DE RUIDO
- 4.2_MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

5_TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS *IN SITU*.

6_CÁLCULO DEL VALOR GLOBAL $D_{nT,A}$.

7_FICHA $D_{nT,W}$ SEGÚN UNE-EN ISO 140-4:

8_INCERTIDUMBRE.

1_INTRODUCCIÓN.

La medición se ha realizado acorde a lo estipulado en la Norma ISO 140-4, para realizar el ensayo según sus exigencias y obtener así unos valores ajustados a la ley.

Se obtienen así los siguientes parámetros:

- **Li:** Niveles de presión a ruido aéreo por frecuencia (en bandas de tercio de octava).
- **L:** Nivel medio de presión sonora en el recinto (también en bandas de tercio de octava).
- **DnT:** Diferencia de niveles estandarizada ($T_0=0,5$ s).

Se ha optado por la diferencia de niveles estandarizada en lugar de la normalizada puesto que el tiempo de reverberación pudo ser medido en el recinto receptor, mientras que el nivel normalizado exige una suposición de coeficientes de absorción de los revestimientos de la sala.



TR (tiempo de reverberación): obtenido por el instrumento de medida para cada frecuencia en un total de nueve situaciones distintas, variando tanto la posición del sonómetro como de la fuente impulsiva (globo). Se tomó como valor de cálculo, para cada frecuencia, la media aritmética de los datos obtenidos en los nueve casos (TR en cada frecuencia será la media de las nueve muestras obtenidas).

1.1. Cliente:

BALLESMAN S.A
C/ CONSTITUCIÓN 5 47001 VALLADOLID.

1.2. Nombre del instituto del ensayo:

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid (E.T.S.A. Valladolid)
Departamento de Física.
C/ Avenida Salamanca s/n 47014 Valladolid.

1.3. Fecha de realización del ensayo:

22-05-2014

1.4. Fecha de realización del informe:

09-06-2014

1.5. Normativa de aplicación:

Norma UNE EN ISO 140-4:1999
Norma UNE EN ISO 717-1:1997

1.6. Equipo:

- **Sonómetro:** SOLO 01dB S/N 65072
Aprobación modelo Tipo 1 según ITC/2845/2007. Rango único de medida: 20–137 dB(A).
Micrófono prepolarizado de campo libre, ½" Sensibilidad nominal: 50mV/Pa.
Rango Dinámico: 117dB
Fabricado por Álava ingenieros.
- **Calibrador:** NORSONIC 1251
Case 1 de acuerdo con UNE-EN 60942:2005.
Nivel de presión sonora 114 dB ± 0,2.
Frecuencia 1000Hz ± 0,2% y distorsión < 1%.
Fabricado por Norsonic.
- **Fuente de ruido:** dodecaédrica omnidireccional dl 304 full.
Omnidireccionalidad de acuerdo a norma ISO 140.
Nivel de potencia sonora en salida continua: Lw: 123 dB (con ruido rosa, 1/3 octava).
Altavoces con imanes de neodimio de 130 mm
Amplificador de 300W, con generador de ruido rosa, blanco y senoidal incorporado.
Fabricado por Álava ingenieros.

2 DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

Se establece el recinto a reformar como recinto emisor, y el salón de la vivienda 19°C como recinto protegido colindante vertical.

De esta manera, la diferencia de niveles se puede atribuir al aislamiento del conjunto forjado-pavimento, de composición:

- Forjado unidireccional de hormigón tipo chapa colaborante (perfil TZ 60 de 1 mm de espesor y capa de compresión 60 mm, espesor total máximo 120 mm).
- Plancha de lana de roca e: 45 mm, fijada en su cara inferior.



- Pavimento de parqué de roble 20 mm sobre mortero de nivelación, carece de lámina anti impacto, por ser anterior al CTE HR.

3 DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES DE ENSAYO POR NORMATIVA:

Definidas en la norma ISO 140-4

3.1. Fuente de ruido:

Posiciones de la fuente de ruido:

- Mínimo dos, separadas un mínimo de 1,4 m entre sí.
- Separadas de los bordes del recinto un mínimo de 0,5 m.
- Las diferentes posiciones de fuente no deben colocarse en un plano paralelo a las paredes del recinto.

3.2. Micrófonos y medición:

Posiciones fijas de micrófono:

- Mínimo cinco, separadas un mínimo de 0,7 m entre sí.
- Separadas de los bordes del recinto un mínimo de 0,5 m.
- Distancia mínima la fuente de 1,0 m.
- Distribuidas uniformemente a lo largo de todo el espacio útil del recinto.
- Tiempo de promediado: 6 s en bandas de frecuencia con frecuencias centrales < 400Hz, pudiendo bajar a los 4 s en bandas con frecuencias centrales mayores

4 DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN:

El método del ensayo es el definido en la norma ISO 140-4 (se adjunta plano con las posiciones de fuente y micrófonos), esquemáticamente consta de los siguientes puntos:

4.1. Fuente de ruido:

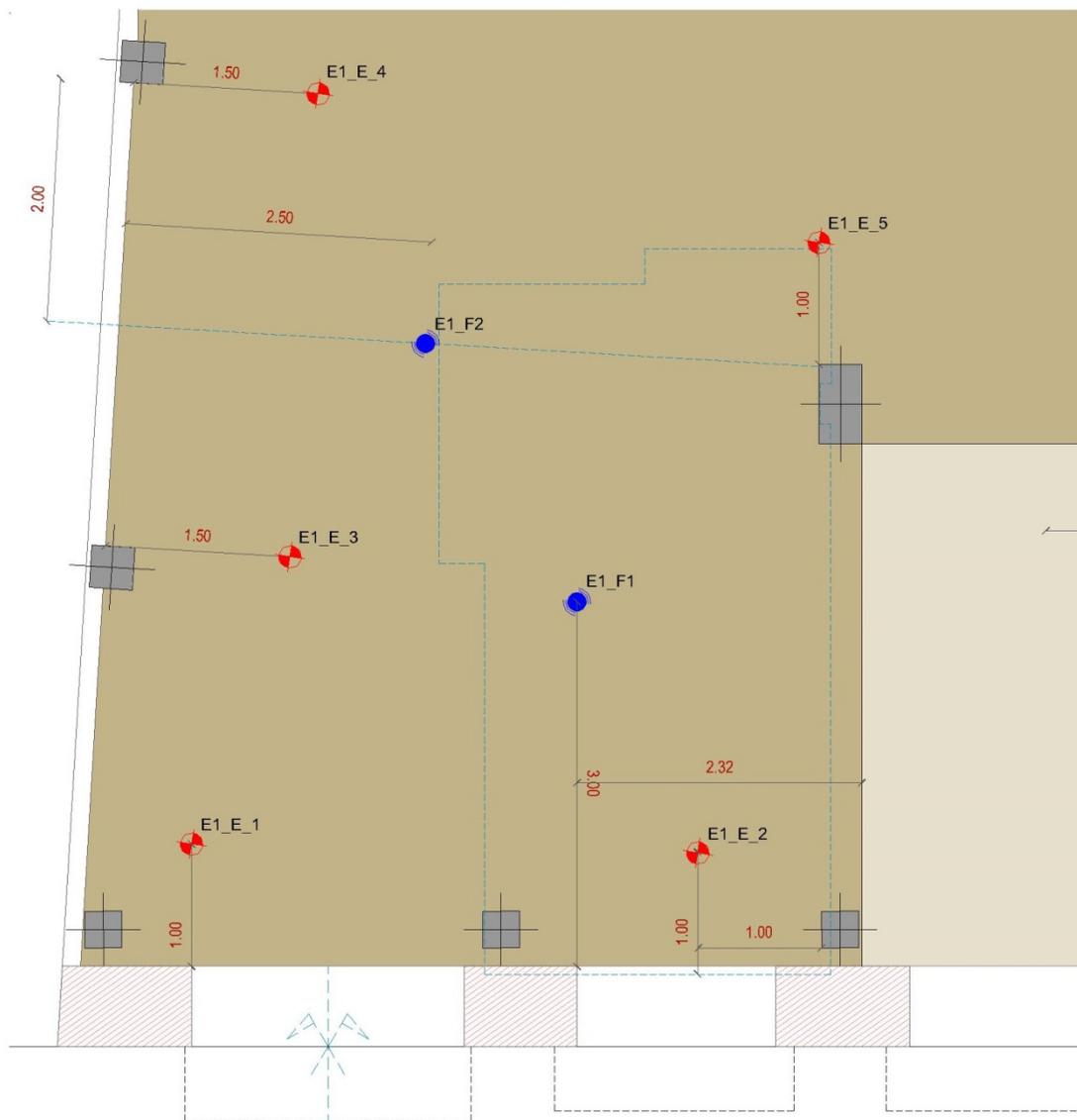
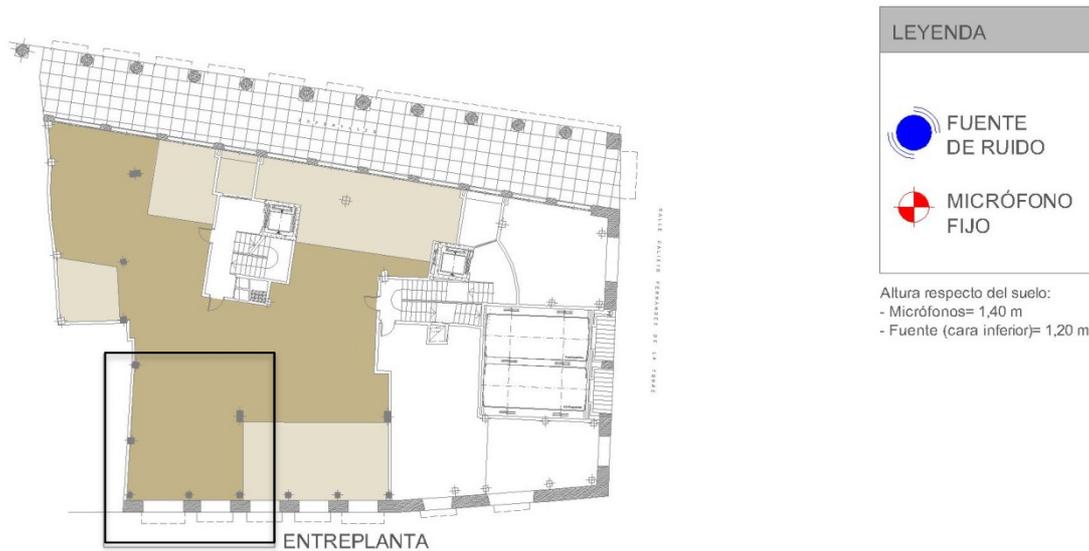
Ruido aéreo generado por fuente de ruido (acorde con el punto 6.2 de la citada norma)

- Ruido de banda ancha, se utilizó ruido rosa (si bien la norma recomienda ruido blanco)
- El espectro sonoro en el recinto emisor no presenta una diferencia de nivel mayor de 6 dB entre bandas de tercio de octava adyacentes.
- Dos posiciones de fuente en sala emisora.
- Altura de la fuente (su cara inferior) a 1,2 m del suelo.

4.2. Micrófonos y medición:

- Calibración del equipo de medida, antes y después de cada serie de medidas.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala receptora.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala emisora.
- Altura de micrófonos a 1,4 m del suelo.
- Medición del ruido de fondo en todas las posiciones de medida de sala receptora.
- Medición del T.R. en nueve casos, posicionando globo y micrófono de manera aleatoria en los cinco puntos de medida.
- El tiempo de medida en todos los casos fue de 10 segundos (excepción obvia para el TR).
- Medición en tercios de octava, desde los 100 a 3150 hz, además añadimos las medidas para 50, 63, 80, 4000 y 5000.
- Comprobación in situ de que el valor global de la medida con fuente encendida supera en más de 10 dB al valor global de ruido de fondo (comprobación parcial, posteriormente se verificará por tercios de octavas al volcar los datos en el ordenador)
- En el caso de que en algún tercio de octava la diferencia entre el ruido de fondo y el ruido registrado con la máquina encendida sea menor de 10 dB, se realizarán las correcciones por ruido de fondo establecidas en el punto 6.6 de la norma ISO 140-4.

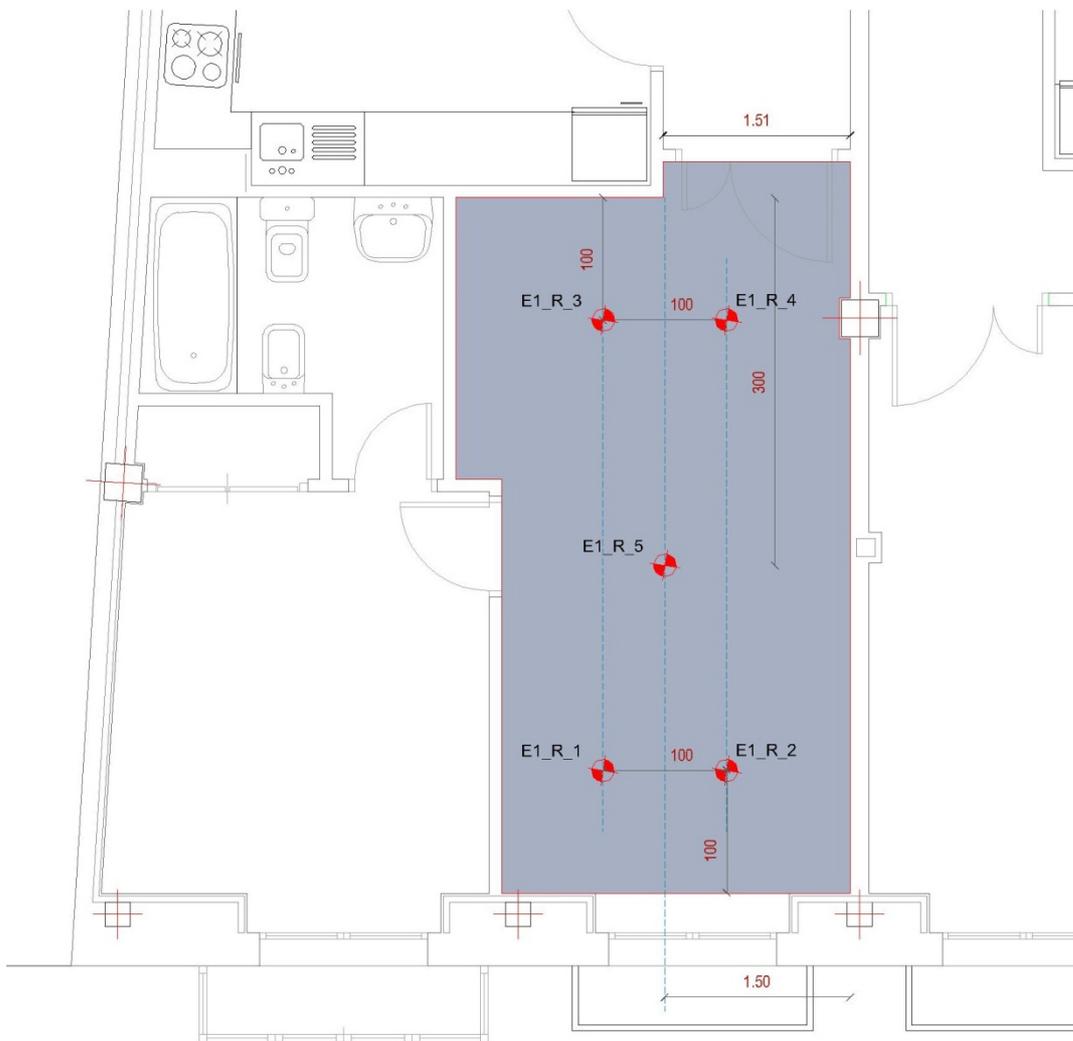
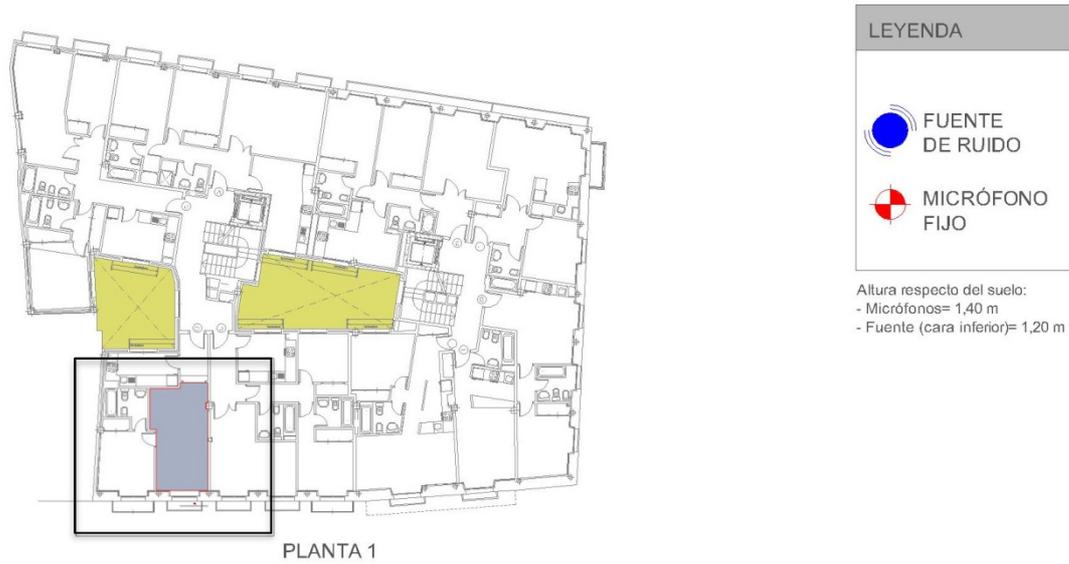




AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO
ENSAYO 1: AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO
 ELEMENTO HORIZONTAL: ENTREPLANTA / VIVIENDA
 POSICIONES: **FIJAS.**
PLANO: SALA EMISORA

1





AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO
ENSAYO 1: AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO
ELEMENTO HORIZONTAL: ENTREPANTA / VIVIENDA
POSICIONES: FIJAS.
PLANO: SALA RECEPTORA

2



5_ TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS IN SITU:

Se presentan los valores promedio, por tercios de octava, a partir de los datos obtenidos en las diferentes posiciones de medida.

Frec.	T.R	Ruidode fondo	Ruido recibido	Ruido emitido	DnTi
50 Hz	6,32E-01	33,3	33,8	61,9	30,5
63 Hz	7,59E-01	33,2	36,5	66,7	33,2
80 Hz	5,65E-01	33	34,6	67,9	35,1
100 Hz	6,50E-01	33,2	43,7	81,1	38,6
125 Hz	8,36E-01	28,3	51,7	87,8	38,3
160 Hz	8,93E-01	28,1	52,4	84,5	34,6
200 Hz	1,01E+00	27,1	49,9	85,7	38,8
250 Hz	1,18E+00	18	47,4	86,6	42,9
315 Hz	1,30E+00	17,6	44,4	86,6	46,3
400 Hz	1,34E+00	17,9	42,8	86,3	47,8
500 Hz	1,38E+00	17,3	40,3	86,1	50,3
630 Hz	1,34E+00	17,9	37,3	84,5	51,5
800 Hz	1,35E+00	18,2	35,5	84,9	53,7
1 kHz	1,28E+00	21,1	33,8	85,3	55,6
1.25 kHz	1,33E+00	21,7	32,3	85,3	57,2
1.6 kHz	1,35E+00	20,7	30,3	85,8	60,3
2 kHz	1,24E+00	17,2	26,9	83,4	60,9
2.5 kHz	1,18E+00	15,6	27,2	86,6	63
3.15 kHz	1,14E+00	12,7	23,4	87,1	67,3
4 kHz	1,10E+00	10,8	20	86,4	70,4
5 kHz	9,88E-01	8	15	84,8	73,7

6_ CÁLCULO DEL VALOR GLOBAL D_{nT,A}:

$$X_A = -10 \lg \sum 10^{(L_i - X_i) / 10}$$

Frec.	DnTi	PONDERACIÓN A	10 ^{^(Li-DnTi)}	∑10 ^{^(Li-DnTi)}	'-10Log(∑10 ^{^(Li-DnTi)})'
100 Hz	38,6	-30,1	1,34896E-07	5,59645E-06	52,5
125 Hz	38,3	-27,1	2,88403E-07		
160 Hz	34,6	-24,4	1,25893E-06		
200 Hz	38,8	-21,9	8,51138E-07		
250 Hz	42,9	-19,6	5,62341E-07		
315 Hz	46,3	-17,6	4,0738E-07		
400 Hz	47,8	-15,8	4,36516E-07		
500 Hz	50,3	-14,2	3,54813E-07		
630 Hz	51,5	-12,9	3,63078E-07		
800 Hz	53,7	-11,8	2,81838E-07		
1 kHz	55,6	-11	2,18776E-07		
1.25 kHz	57,2	-10,4	1,7378E-07		
1.6 kHz	60,3	-10	9,33254E-08		
2 kHz	60,9	-9,8	8,51138E-08		
2.5 kHz	63	-9,7	5,37032E-08		
3.15 kHz	67,3	-9,8	1,94984E-08		
4 kHz	70,4	-10	9,12011E-09		
5 kHz	73,7	-10,5	3,80189E-09		
					D_{nT,A}

D_{nT,A} = 52 dB(A) → Valor que ha de tomarse como referencia (número entero) en España siguiendo el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HR, este valor es igual a la suma del D_{nT,W}+C obtenidos según UNE-EN ISO 140-4



7_FICHA $D_{nT,w}$ SEGÚN UNE-EN ISO 140-4:

**DIFERENCIA DE NIVEL ESTANDARIZADA DE ACUERDO CON LA NORMA ISO 140-4.
MEDIDAS IN SITU DEL AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO ENTRE RECINTOS**

Cliente:	BALLESMAN S.A. C/ Constitución, 5, 47001, Valladolid	Fecha del test:	22/05/2014
		fecha del informe:	09/06/2014

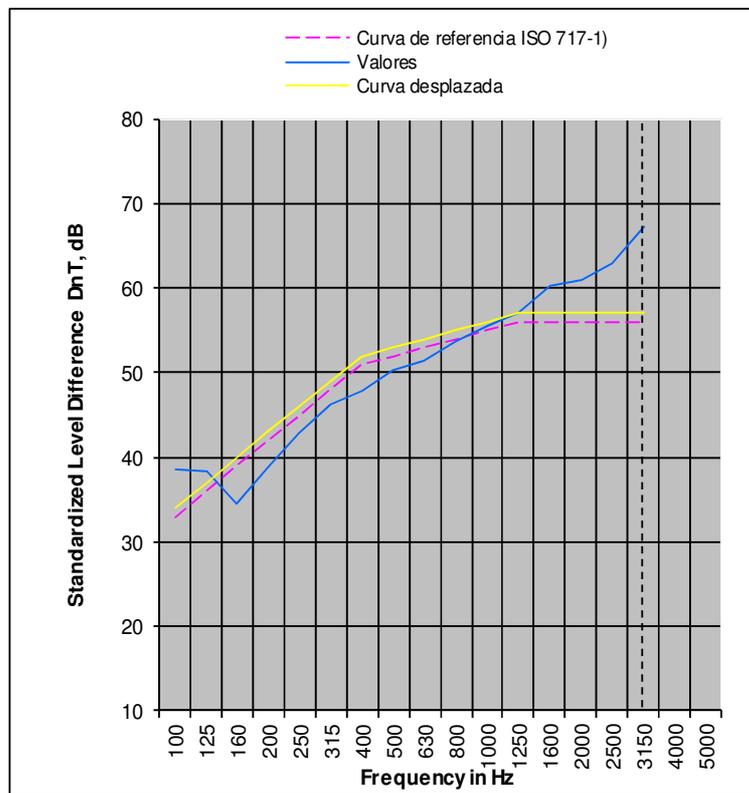
Descripción del elemento: **Elemento de separación horizontal:** Forjado chapa colaborante (perfil TZ 60 de 1 mm y capa de compresión 60 mm, espesor total máximo 120 mm). Plancha de lana de roca e: 45 mm, fijada en su cara inferior. Pavimento de parquet de roble 20 mm sobre mortero de nivelación.

	V[m ³]	T[°C]	H[%]		V[m ³]	T[°C]	H[%]
Recinto emisor	443,45*	16°C	35	Recinto receptor	48,95	10°C	42

* Conectado por huecos en planta con un volumen de 784,70 m³

Tabla	Figura
-------	--------

Frecuencia en Hz	D_{nT} 1/3 Octava dBA
100	38,6
125	38,3
160	34,6
200	38,8
250	42,9
315	46,3
400	47,8
500	50,3
630	51,5
800	53,7
1000	55,6
1250	57,2
1600	60,3
2000	60,9
2500	63,0
3150	67,3
4000	
5000	



Valoración según la Norma ISO 717-1 (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

$D_{nT,w} (C; C_{tr})$	53	-1	-5	dB
		(C;	C _{tr})	
$D_{nT,w} (C; C_{tr} 50-5000)$	53	-1	-7	dB

Nombre del instituto del ensayo: E.T.S.A Valladolid, Departamento de Física

Firmado:



8_INCERTIDUMBRE:

Resulta improcedente hablar de incertidumbre puesto que el equipo de medida utilizado no ha sido sometido a la calibración anual exigida por la Ley 3 /1985 de Metrología.



INFORME DE ENSAYO:

Medidas de aislamiento acústico *in situ*:

Medición *in situ* del aislamiento a ruido aéreo entre locales:

Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal

ÍNDICE

1_ INTRODUCCIÓN.

- 1.1_ CLIENTE
- 1.2_ NOMBRE DEL INSTITUTO DEL ENSAYO
- 1.3_ FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO
- 1.4_ FECHA DE ELABORACIÓN DEL INFORME
- 1.5_ NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.6_ EQUIPO

2_ DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

3_ DESCRIPCIÓN DEL CONDICIONES DE ENSAYO POR NORMATIVA.

- 3.1_ FUENTE DE RUIDO
- 3.2_ MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

4_ DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN.

- 4.1_ FUENTE DE RUIDO
- 4.2_ MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

5_ TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS *IN SITU*.

6_ CÁLCULO DEL VALOR GLOBAL $D_{nT,A}$.

7_ FICHA $D_{nT,W}$ SEGÚN UNE-EN ISO 140-4:

8_ INCERTIDUMBRE.

1_ INTRODUCCIÓN.

La medición se ha realizado acorde a lo estipulado en la Norma ISO 140-4, para realizar el ensayo según sus exigencias y obtener así unos valores ajustados a la ley.

Se obtienen así los siguientes parámetros:

- **Li:** Niveles de presión a ruido aéreo por frecuencia (en bandas de tercio de octava).
- **L:** Nivel medio de presión sonora en el recinto (también en bandas de tercio de octava).
- **DnT:** Diferencia de niveles estandarizada ($T_0=0,5$ s).

Se ha optado por la diferencia de niveles estandarizada en lugar de la normalizada puesto que el tiempo de reverberación pudo ser medido en el recinto receptor, mientras que el nivel normalizado exige una suposición de coeficientes de absorción de los revestimientos de la sala.



TR (tiempo de reverberación): obtenido por el instrumento de medida para cada frecuencia en un total de siete situaciones distintas, variando tanto la posición del sonómetro como de la fuente impulsiva (globo). Se tomó como valor de cálculo, para cada frecuencia, la media aritmética de los datos obtenidos en los siete casos (TR en cada frecuencia será la media de las siete muestras obtenidas).

1.1. Cliente:

BALLESMAN S.A
C/ CONSTITUCIÓN 5 47001 VALLADOLID.

1.2. Nombre del instituto del ensayo:

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid (E.T.S.A. Valladolid)
Departamento de Física.
C/ Avenida Salamanca s/n 47014 Valladolid.

1.3. Fecha de realización del ensayo:

29-05-2014

1.4. Fecha de realización del informe:

10-06-2014

1.5. Normativa de aplicación:

Norma UNE EN ISO 140-4:1999
Norma UNE EN ISO 717-1:1997

1.6. Equipo:

- **Sonómetro:** SOLO 01dB S/N 65072
Aprobación modelo Tipo 1 según ITC/2845/2007. Rango único de medida: 20–137 dB(A).
Micrófono prepolarizado de campo libre, ½" Sensibilidad nominal: 50mV/Pa.
Rango Dinámico: 117dB
Fabricado por Álava ingenieros.
- **Calibrador:** NORSONIC 1251
Case 1 de acuerdo con UNE-EN 60942:2005.
Nivel de presión sonora 114 dB ± 0,2.
Frecuencia 1000Hz ± 0,2% y distorsión < 1%.
Fabricado por Norsonic
- **Fuente de ruido:** dodecaédrica omnidireccional dl 304 full.
Omnidireccionalidad de acuerdo a norma ISO 140.
Nivel de potencia sonora en salida continua: Lw: 123 dB (con ruido rosa, 1/3 octava).
Altavoces con imanes de neodimio de 130 mm
Amplificador de 300W, con generador de ruido rosa, blanco y senoidal incorporado.
Fabricado por Álava ingenieros.

2_ DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

Se establece el recinto a estudiar como recinto emisor, y el recinto receptor será el de actividad colindante horizontalmente, sito en el mismo edificio, al otro lado del portal 18.

De esta manera, la diferencia de niveles se puede atribuir al aislamiento del elemento de separación vertical, compuesto por:

- Tabique de ladrillo hueco doble en el lado del local objeto de reforma, de espesor 60 mm. Acabado sin revestir.
- Cámara de aire de 160 mm en la que se encuentra una cercha con perfiles HEB-100, forrados con lana de roca de 40 mm de espesor.



- Tabique de ladrillo hueco doble, de espesor 60 mm, en el local adyacente. Acabado sin revestir.

3 DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES DE ENSAYO POR NORMATIVA:

Definidas en la norma ISO 140-4

3.1. Fuente de ruido:

Posiciones de la fuente de ruido:

- Mínimo dos, separadas un mínimo de 1,4 m entre sí.
- Separadas de los bordes del recinto un mínimo de 0,5 m.
- Las diferentes posiciones de fuente no deben colocarse en un plano paralelo a las paredes del recinto.

3.2. Micrófonos y medición:

Posiciones fijas de micrófono:

- Mínimo cinco, separadas un mínimo de 0,7 m entre sí.
- Separadas de los bordes del recinto un mínimo de 0,5 m.
- Distancia mínima la fuente de 1,0 m.
- Distribuidas uniformemente a lo largo de todo el espacio útil del recinto.
- Tiempo de promediado: 6 s en bandas de frecuencia con frecuencias centrales < 400Hz, pudiendo bajar a los 4 s en bandas con frecuencias centrales mayores

4 DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN:

El método del ensayo es el definido en la norma ISO 140-4 (se adjunta plano con las posiciones de fuente y micrófonos), esquemáticamente consta de los siguientes puntos:

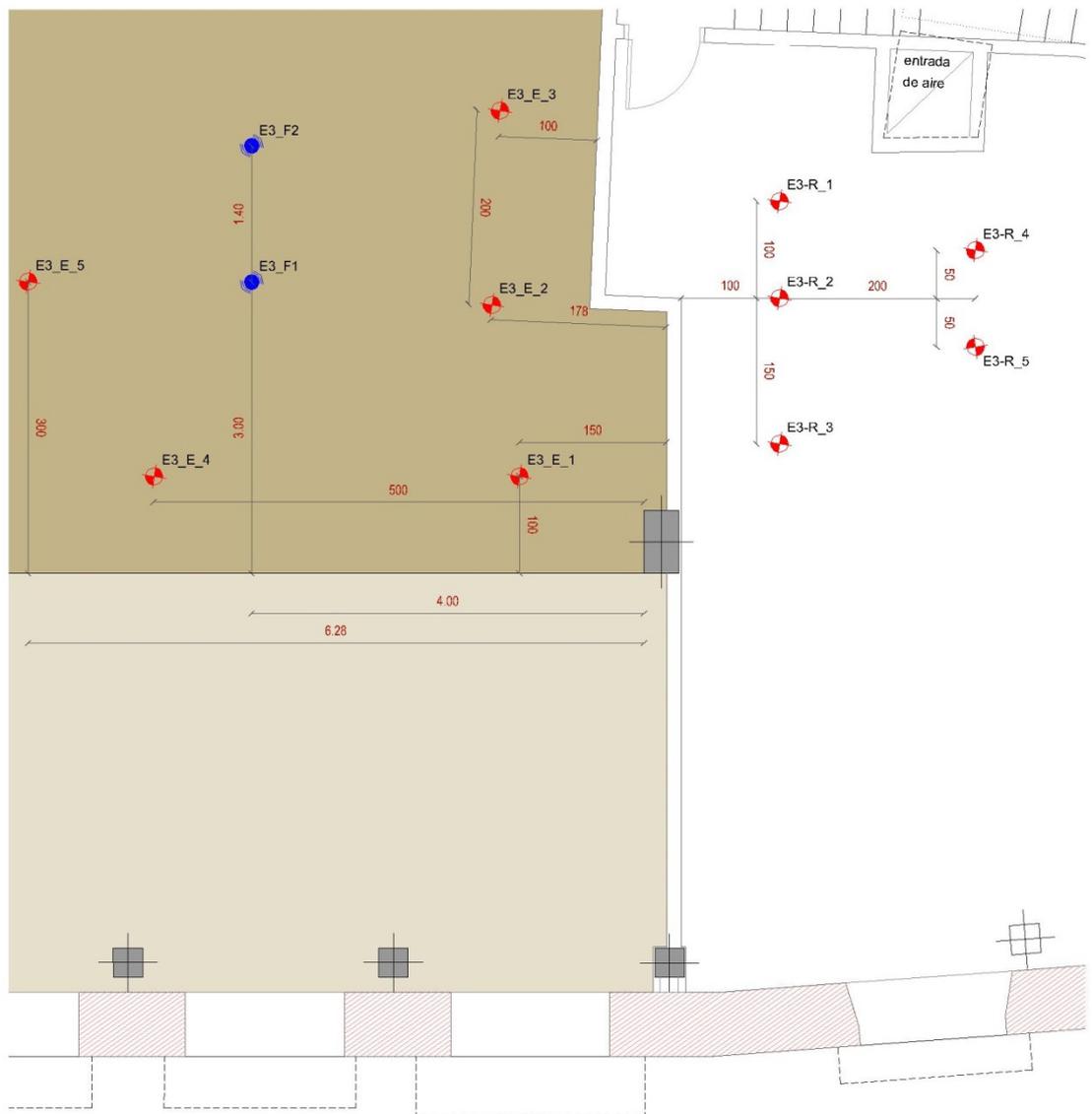
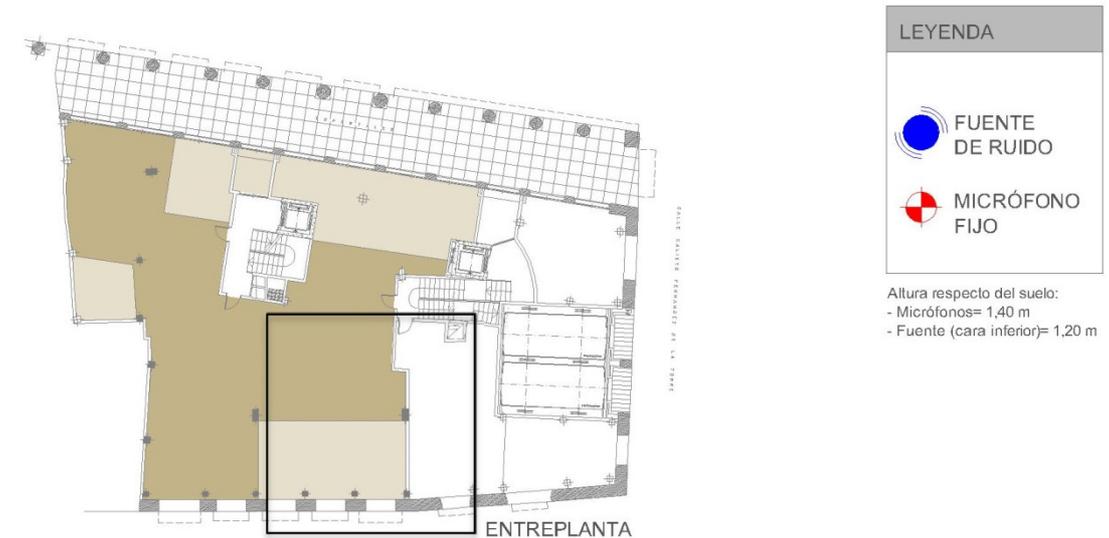
4.1. Fuente de ruido:

- Ruido aéreo generado por fuente de ruido (acorde con el punto 6.2 de la citada norma)
- Ruido de banda ancha, se utilizó **ruido blanco**, como aconseja la norma ISO 140-7.
- El espectro sonoro en el recinto emisor no presenta una diferencia de nivel mayor de 6 dB entre bandas de tercio de octava adyacentes.
- Dos posiciones de fuente en sala emisora.
- Altura de la fuente (su cara inferior) a 1,2 m del suelo.

4.2. Micrófonos y medición:

- Calibración del equipo de medida, antes y después de cada serie de medidas.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala receptora.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala emisora.
- Altura de micrófonos a 1,4 m del suelo.
- Medición del ruido de fondo en todas las posiciones de medida de sala receptora
- Medición del T.R. en **siete** casos, posicionando globo y micrófono de manera aleatoria en **toda la superficie útil de la entreplanta del local**.
- El tiempo de medida en todos los casos fue de 10 segundos (excepción obvia para el TR).
- Medición en tercios de octava, desde los 100 a 3150 hz, además añadimos las medidas para 50, 63, 80, 4000 y 5000.
- Comprobación in situ de que el valor global de la medida con fuente encendida supera en más de 10 dB al valor global de ruido de fondo (comprobación parcial, posteriormente se verificará por tercios de octavas al volcar los datos en el ordenador)
- En el caso de que en algún tercio de octava la diferencia entre el ruido de fondo y el ruido registrado con la máquina encendida sea menor de 10 dB, se realizarán las correcciones por ruido de fondo establecidas en el punto 6.6 de la norma ISO 140-4.





<p>AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO ENSAYO 2: AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO ELEMENTO VERTICAL: ENTREPLANTA / LOCAL ADYACENTE HORIZONTAL POSICIONES: FIJAS. PLANO: SALAS EMISORA Y RECEPTORA</p>	1
---	---



5_ TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS IN SITU:

Se presentan los valores promedio, por tercios de octava, a partir de los datos obtenidos en las diferentes posiciones de medida.

Frec.	T.R	Ruidode fondo	Ruido recibido	Ruido emitido	DnT,i
50 Hz	1,08E+00	47,1	59,6	76,4	20,14
63 Hz	9,67E-01	41,7	51,8	74,5	25,56
80 Hz	5,60E-01	30,9	47,7	74,6	27,39
100 Hz	4,53E-01	29,1	44,9	75,5	30,17
125 Hz	4,63E-01	26,5	45	77,6	32,27
160 Hz	4,32E-01	25,8	49	81,6	31,97
200 Hz	4,05E-01	23,8	47,6	80,2	31,68
250 Hz	5,14E-01	22	40,4	81,6	41,32
315 Hz	5,15E-01	19,9	43,1	86	43,03
400 Hz	4,92E-01	20,1	42,4	81,8	39,33
500 Hz	4,56E-01	19,7	41,7	83,4	41,30
630 Hz	4,78E-01	19,5	43,7	84	40,10
800 Hz	4,57E-01	16,7	40,5	85,1	44,21
1 kHz	4,71E-01	16,2	40	85,3	45,04
1.25 kHz	4,66E-01	15,5	41,2	88,7	47,19
1.6 kHz	4,61E-01	15,6	41,4	90,8	49,05
2 kHz	4,65E-01	14,2	43,9	90,6	46,38
2.5 kHz	4,45E-01	11,8	45,4	91,3	45,39
3.15 kHz	4,05E-01	11,7	46,6	93,3	45,78
4 kHz	3,84E-01	9,4	48,5	94,5	44,85
5 kHz	3,65E-01	7,8	42,8	92,5	48,33

6_ CÁLCULO DEL VALOR D_{nt,A}:

$$X_A = -10 \lg \sum 10^{(L_i - X_i) / 10}$$

Frec.	DnT,i	PONDERACIÓN A	10 ^{^(Li-DnTi)}	∑10 ^{^(Li-DnTi)}	'-10Log(∑10 ^{^(Li-DnTi)})'		
100 Hz	30,17	-30,1	9,39446E-07	4,21798E-05	43,7		
125 Hz	32,27	-27,1	1,15715E-06				
160 Hz	31,97	-24,4	2,30933E-06				
200 Hz	31,68	-21,9	4,38041E-06				
250 Hz	41,32	-19,6	8,09109E-07				
315 Hz	43,03	-17,6	8,65292E-07				
400 Hz	39,33	-15,8	3,06906E-06				
500 Hz	41,30	-14,2	2,81842E-06				
630 Hz	40,10	-12,9	5,00659E-06				
800 Hz	44,21	-11,8	2,50642E-06				
1 kHz	45,04	-11	2,48857E-06				
1.25 kHz	47,19	-10,4	1,74014E-06				
1.6 kHz	49,05	-10	1,24529E-06				
2 kHz	46,38	-9,8	2,40723E-06				
2.5 kHz	45,39	-9,7	3,09464E-06				
3.15 kHz	45,78	-9,8	2,76385E-06				
4 kHz	44,85	-10	3,27069E-06				
5 kHz	48,33	-10,5	1,30821E-06				
						D_{nt,A}	

D_{nt,A} = 44 dB(A) → valor que ha de tomarse como referencia en España (número entero) siguiendo el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HR, este valor es igual a la suma del D_{nt,W}+C obtenidos según UNE-EN ISO 140-4



7_FICHA $D_{nT,w}$ SEGÚN UNE-EN ISO 140-4:

DIFERENCIA DE NIVEL ESTANDARIZADA DE ACUERDO CON LA NORMA ISO 140-4.
MEDIDAS IN SITU DEL AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO ENTRE RECINTOS

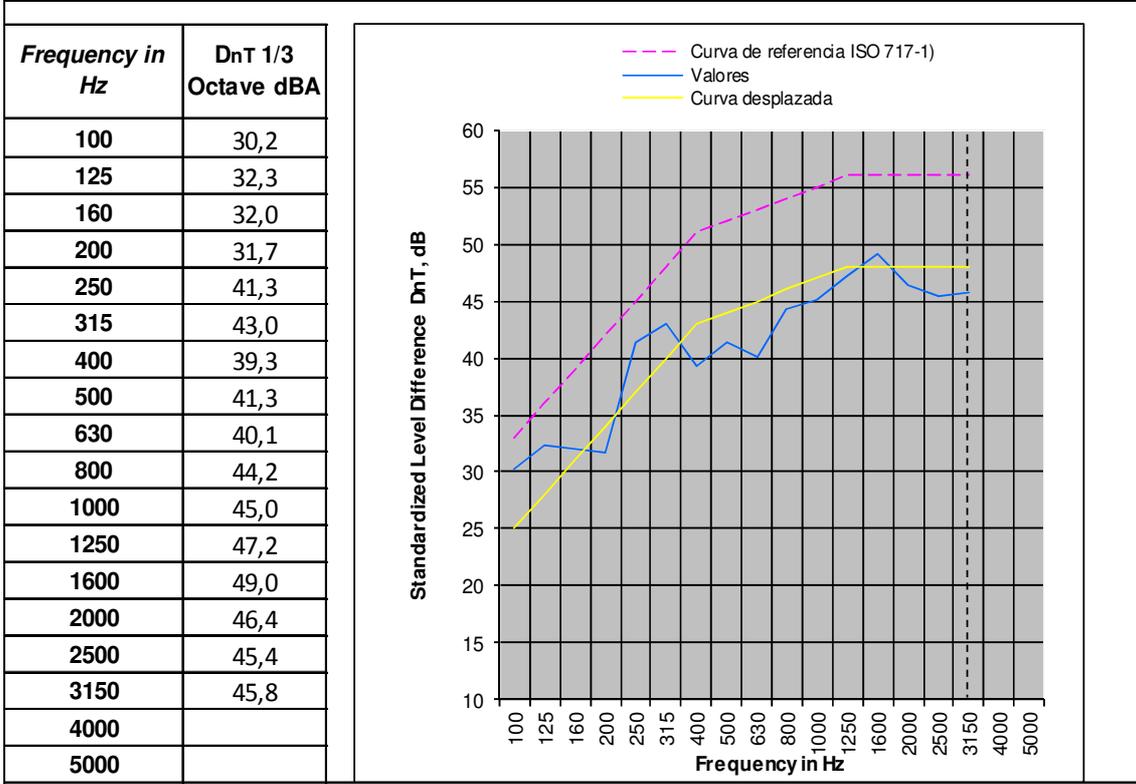
Ciente	BALLESMAN S.A. C/ Constitución, 5, 47001, Valladolid	Fecha del test:	29/05/2014
		fecha del informe:	10/06/2014

Descripción del elemento Elemento de separación vertical: Dos hojas de ladrillo hueco doble separadas, dejándo una cámara de aire de 160 mm en la que se encuentra una cercha con perfiles HEB-100, forrados con lana de roca e: 40 mm.

	V[m³]	T[°C]	H[%]		V[m³]	T[°C]	H[%]
Recinto emisor	443,45*	19°C	30	Recinto receptor	113,65**	19°C	30

* Conectado por huecos en planta con un volumen de 784,70 m³
 ** Conectado por huecos en planta con un volumen de 204,71 m³

Tabla	Figura
-------	--------



Valoración según la Norma ISO 717-1 (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

$D_{nT,w} (C; C_{tr})$	44	-1	-3	dB
		(C;	C _{tr})	
$D_{nT,w} (C; C_{tr} 50-5000)$	44	0	-6	dB

Nombre del instituto del ensayo: E.T.S.A Valladolid, Departamento de Física

Firmado:



8_INCERTIDUMBRE:

Resulta impropio hablar de incertidumbre puesto que el equipo de medida utilizado no ha sido sometido a la calibración anual exigida por la Ley 3 /1985 de Metrología.



INFORME DE ENSAYO:

Medidas de aislamiento acústico *in situ*:

Medición *in situ* del aislamiento a ruido de impacto entre locales:

Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal

ÍNDICE

1_INTRODUCCIÓN.

- 1.1_CLIENTE
- 1.2_NOMBRE DEL INSTITUTO DEL ENSAYO
- 1.3_FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO
- 1.4_FECHA DE ELABORACIÓN DEL INFORME
- 1.5_NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.6_EQUIPO

2_DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

3_DESCRIPCIÓN DEL CONDICIONES DE ENSAYO POR NORMATIVA.

- 3.1_FUENTE DE RUIDO
- 3.2_MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

4_DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN.

- 4.1_FUENTE DE RUIDO
- 4.2_MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

5_TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS *IN SITU*.

6_FICHA $L'_{nT,W}$ SEGÚN UNE-EN ISO 140-4:

7_INCERTIDUMBRE.

1_INTRODUCCIÓN.

La medición se ha realizado acorde a lo estipulado en la Norma ISO 140-7, para realizar el ensayo según sus exigencias y obtener así unos valores ajustados a la ley.

Se obtienen así los siguientes parámetros:

- **L_i** : Niveles de presión a ruido de impacto en recinto receptor por frecuencia (en bandas de tercio de octava).
- **L** : Nivel medio de presión sonora en recinto receptor (también en bandas de tercio de octava).
- **L'_{nT}** : Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado ($T_0=0,5$ s).

Se ha optado por la diferencia de niveles estandarizada en lugar de la normalizada puesto que el tiempo de reverberación pudo ser medido en el recinto receptor, mientras que el nivel



normalizado exigía una suposición de coeficientes de absorción de los revestimientos de la sala.

TR (tiempo de reverberación): obtenido por el instrumento de medida para cada frecuencia en un total de siete situaciones distintas, variando tanto la posición del sonómetro como de la fuente impulsiva (globo). Se tomó como valor de cálculo, para cada frecuencia, la media aritmética de los datos obtenidos en los siete casos (TR en cada frecuencia será la media de las siete muestras obtenidas).

L_{nt,W}: Nivel estandarizado ponderado de presión sonora de impactos. Calculada según ISO 717-2:1996.

1.1. Cliente:

BALLESMAN S.A
C/ CONSTITUCIÓN 5 47001 VALLADOLID.

1.2. Nombre del instituto del ensayo:

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid (E.T.S.A. Valladolid)
Departamento de Física.
C/ Avenida Salamanca s/n 47014 Valladolid.

1.3. Fecha de realización del ensayo:

29-05-2014

1.4. Fecha de realización del informe:

10-06-2014

1.5. Normativa de aplicación:

Norma UNE EN ISO 140-7:1999
Norma UNE EN ISO 717-2:1997

1.6. Equipo:

- **Sonómetro:** SOLO 01dB S/N 65072
Aprobación modelo Tipo 1 según ITC/2845/2007. Rango único de medida: 20–137 dB(A).
Micrófono prepolarizado de campo libre, ½" Sensibilidad nominal: 50mV/Pa.
Rango Dinámico: 117dB
Fabricado por Álava ingenieros.
- **Calibrador:** NORSONIC 1251
Case 1 de acuerdo con UNE-EN 60942:2005.
Nivel de presión sonora 114 dB ± 0,2.
Frecuencia 1000Hz ± 0,2% y distorsión < 1%.
Fabricado por Norsonic
- **Máquina de impactos normalizada:** LOOKLINE EM-050.
Especificaciones de acuerdo a los estándares ISO 140, ISO 717, DIN 52210, ASTM E 492
Frecuencia de impacto: 10 Hz ± 0,01%
Velocidad de impacto: 0,886 m/s ± 3%
Modelo aprobado por el PTB Alemán
Temperatura de operación: -10º C - 40º C.
Fabricado por Álava ingenieros.

2 DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

Se establece el recinto a estudiar como recinto emisor, y el recinto receptor será el de actividad colindante horizontalmente, sito en el mismo edificio, al otro lado del portal 18. Las mediciones se realizaron en la entreplanta.



De esta manera, la diferencia de niveles se puede atribuir al aislamiento a ruido de impactos del elemento de separación horizontal (forjado y lana de roca fijada en su cara inferior), sus características constructivas son:

- Forjado unidireccional de hormigón tipo chapa colaborante (perfil TZ 60 de 1 mm de espesor y capa de compresión 60 mm, espesor total máximo 120 mm).
- Plancha de lana de roca e: 45 mm, fijada en su cara inferior.
- Sobre el forjado se levanta el tabique de separación, con lo que el elemento horizontal es continuo y común para ambos recintos.

3 DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES DE ENSAYO POR NORMATIVA:

Definidas en la norma ISO 140-7

3.1. Fuente de ruido:

Posiciones de la máquina de impactos:

- Mínimo cuatro.
- Separadas de los bordes del recinto un mínimo de 0,5 m.
- Las diferentes posiciones de fuente no deben colocarse en un plano paralelo a las paredes del recinto.

3.2. Micrófonos y medición:

Posiciones fijas de micrófono:

- Mínimo cuatro, separadas un mínimo de 0,7 m entre sí.
- Separadas de los bordes del recinto un mínimo de 0,5 m.
- Distribuidas uniformemente a lo largo de todo el espacio útil del recinto.
- Tiempo de promediado: 6 s en bandas de frecuencia con frecuencias centrales < 400Hz, pudiendo bajar a los 4 s en bandas con frecuencias centrales mayores

4 DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN:

El método del ensayo es el definido en la norma ISO 140-7 (se adjunta plano con las posiciones de fuente y micrófonos), esquemáticamente consta de los siguientes puntos:

4.1. Fuente de ruido:

Ruido de impacto generado por máquina de impacto normalizada (acorde con el punto 6.2 de la citada norma)

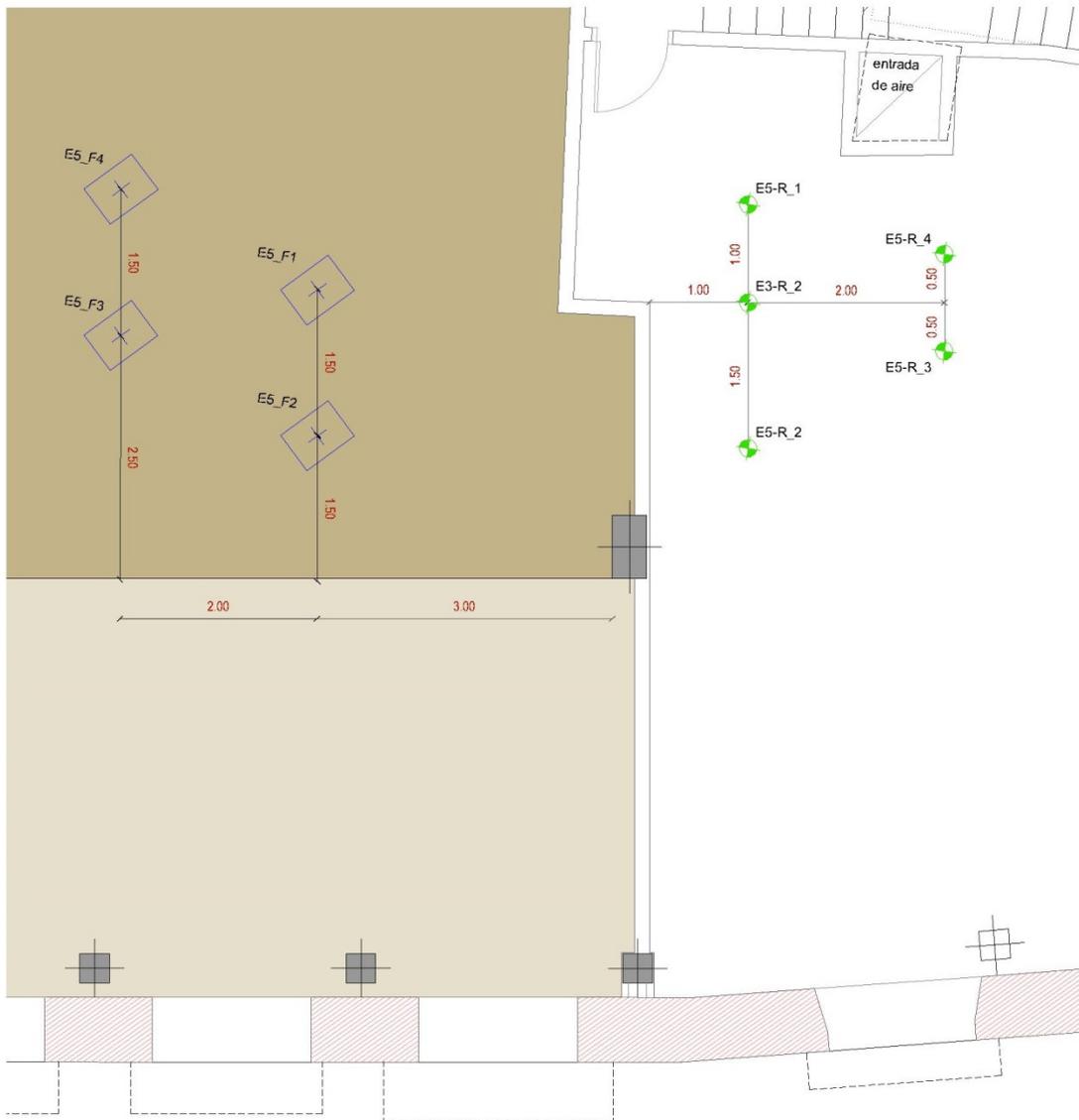
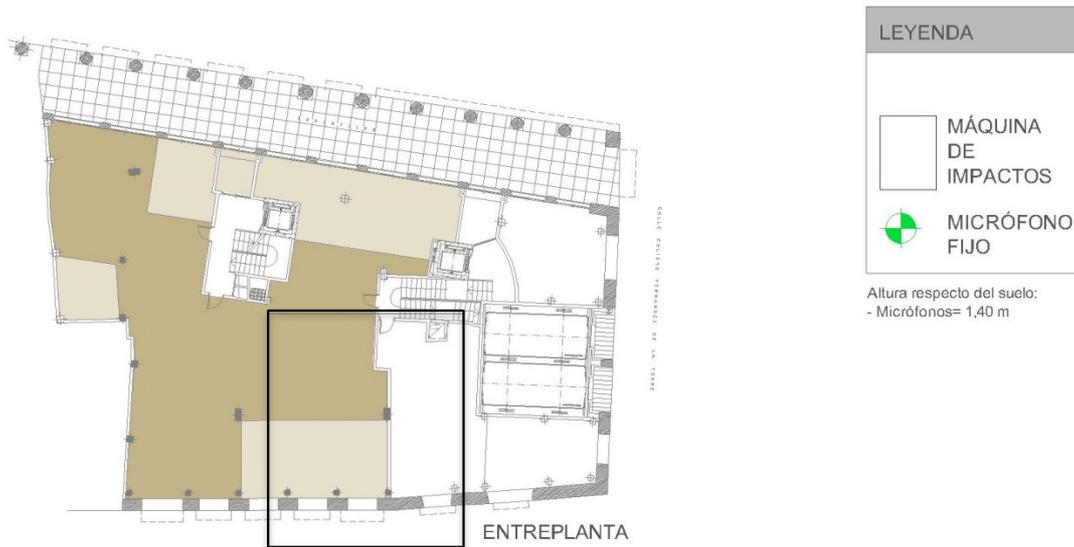
- Ruido de impacto generado por máquina de impactos normalizada (acorde con el anexo B).
- Colocamos la máquina en cuatro posiciones en sala emisora, formando un ángulo de 45° con la dirección de las vigas.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala receptora.
- Realizamos seis medidas (combinando las cuatro posiciones de máquina y con las cinco posiciones de micrófono).
- Medición del T.R. en **siete** casos, posicionando globo y micrófono de manera aleatoria en **toda la superficie útil de la entreplanta del local**.
- El tiempo de medida en todos los casos fue de 10 segundos (excepción obvia para el TR).
- Medición en tercios de octava, desde los 100 a 3150 hz, además añadimos las medidas para 50, 63, 80, 4000 y 5000.
- Se comprobó in situ que el valor global de la medida con fuente encendida superaba en más de 10 dB al valor global de ruido de fondo (comprobación parcial, posteriormente se verificó por tercios de octavas al volcar los datos en el ordenador)
- Se realizaron las correcciones por ruido de fondo establecidas en el punto 6.6 de la norma ISO 140-4, en los casos en los que en algún tercio de octava la diferencia entre el ruido de fondo y el ruido registrado con la máquina encendida fue menor de 10 dB.



4.2. Micrófonos y medición:

- Calibración del equipo de medida, antes y después de cada serie de medidas.
- Medimos ruido de fondo cada una de las 4 posiciones.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala receptora.
- Un sólo micrófono en cinco posiciones fijas en sala emisora.
- Altura de micrófonos a 1,4 m del suelo.
- Medición del ruido de fondo en todas las posiciones de medida de sala receptora
- Medición del T.R. en nueve casos, posicionando globo y micrófono de manera aleatoria en los cinco puntos de medida.
- El tiempo de medida en todos los casos fue de 10 segundos (excepción obvia para el TR).
- Medición en tercios de octava, desde los 100 a 3150 hz, además añadimos las medidas para 50, 63, 80, 4000 y 5000.
- Comprobación in situ de que el valor global de la medida con fuente encendida supera en más de 10 dB al valor global de ruido de fondo (comprobación parcial, posteriormente se verificará por tercios de octavas al volcar los datos en el ordenador)
- En el caso de que en algún tercio de octava la diferencia entre el ruido de fondo y el ruido registrado con la máquina encendida sea menor de 10 dB, se realizarán las correcciones por ruido de fondo establecidas en el punto 5.6 de la norma ISO 140-7.





<p>AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO ENSAYO 3: AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO ELEMENTO HORIZONTAL: ENTREPLANTA / LOCAL ADYACENTE POSICIONES: FIJAS. PLANO: SALAS EMISORA Y RECEPTORA</p>	1
--	---



5_TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS IN SITU:

Se presentan los valores promedio, por tercios de octava, a partir de los datos obtenidos en las diferentes posiciones de medida.

Frec.	T.R	Ruido recibido	Ruido de fondo	Diferencia	L'nT
50 Hz	1,08E+00	55,3	42,3	13	51,95
63 Hz	9,67E-01	49,2	33,7	15,6	46,34
80 Hz	5,60E-01	48,4	29,6	18,7	47,91
100 Hz	4,53E-01	50	29,7	20,3	50,43
125 Hz	4,63E-01	53,4	23,4	30	53,73
160 Hz	4,32E-01	55,5	24,2	31,3	56,13
200 Hz	4,05E-01	56,3	24,7	31,5	57,22
250 Hz	5,14E-01	53,2	23,3	29,9	53,08
315 Hz	5,15E-01	57,3	24,6	32,7	57,17
400 Hz	4,92E-01	57,4	24,9	32,5	57,47
500 Hz	4,56E-01	58,8	23,6	35,3	59,20
630 Hz	4,78E-01	57,6	21,8	35,7	57,79
800 Hz	4,57E-01	57,9	17,7	40,2	58,29
1 kHz	4,71E-01	56	15,6	40,5	56,26
1.25 kHz	4,66E-01	54,3	15,6	38,7	54,60
1.6 kHz	4,61E-01	54	15,2	38,8	54,36
2 kHz	4,65E-01	49,4	14,7	34,7	49,72
2.5 kHz	4,45E-01	43,1	12,7	30,3	43,61
3.15 kHz	4,05E-01	34,6	13,1	21,6	35,52
4 kHz	3,84E-01	28,5	12,9	15,7	29,65
5 kHz	3,65E-01	28,4	12,8	15,7	29,77



6_FICHA $L'_{nT,W}$ SEGÚN UNE-EN ISO 140-4:

DIFERENCIA DE NIVEL ESTANDARIZADA DE ACUERDO CON LA NORMA ISO 140-7.
MEDIDAS IN SITU DEL AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO ENTRE RECINTOS

Cliente	BALLESMAN S.A. C/ Constitución, 5, 47001, Valladolid	Fecha del test:	29/05/2014
		fecha del informe:	10/06/2014

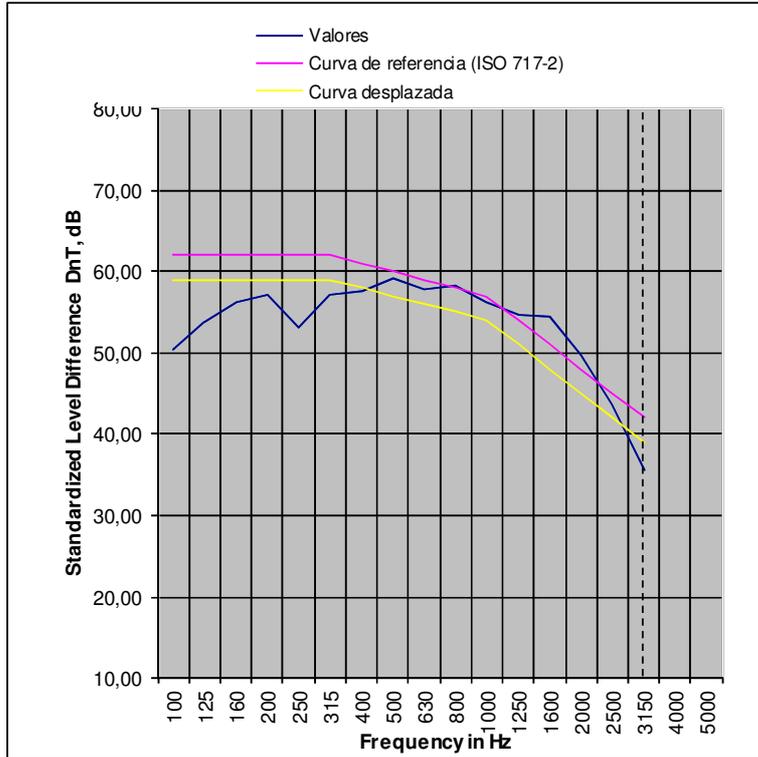
Descripción del elemento
Elemento de separación horizontal: Forjado chapa colaborante (perfil TZ 60 de 1 mm y capa de compresión 60 mm, espesor total máximo 120 mm). Plancha de lana de roca e: 45 mm, fijada en su cara inferior. Pavimento de parquet de roble 20 mm sobre mortero de nivelación. **Comprobación de transmisión de ruido de impacto entre locales adyacentes horizontalmente.**

	V[m ³]	T[°C]	H[%]		V[m ³]	T[°C]	H[%]
Recinto emisor	443,45*	19°C	30	Recinto receptor	113,65**	19°C	30

* Conectado por huecos en planta con un volumen de 784,70 m³
 ** Conectado por huecos en planta con un volumen de 204,71 m³

Tabla	Figura
--------------	---------------

Frequency in Hz	$L'_{nT} 1/3$ Octave dBA
100	50,43
125	53,73
160	56,13
200	57,22
250	53,08
315	57,17
400	57,47
500	59,20
630	57,79
800	58,29
1000	56,26
1250	54,60
1600	54,36
2000	49,72
2500	43,61
3150	35,52
4000	
5000	



Valoración según la Norma ISO 717-2 (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

$L_{nT,W} (C_1)$	57	(-4)	dB
------------------	----	------	----

Nombre del instituto del ensayo: E.T.S.A Valladolid, Departamento de Física

Firmado: _____
 Software Microsoft® Excel 2007



7_INCERTIDUMBRE:

Resulta improcedente hablar de incertidumbre puesto que el equipo de medida utilizado no ha sido sometido a la calibración anual exigida por la Ley 3 /1985 de Metrología.



INFORME DE ENSAYO:

Medidas de aislamiento acústico *in situ*:

Medición *in situ* del aislamiento a ruido aéreo de fachada:

Fachada a Plaza Mayor, situada en el local a reformar.

ÍNDICE

1_INTRODUCCIÓN.

- 1.1_CLIENTE
- 1.2_NOMBRE DEL INSTITUTO DEL ENSAYO
- 1.3_FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO
- 1.4_FECHA DE ELABORACIÓN DEL INFORME
- 1.5_NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.6_EQUIPO

2_DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

3_DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN.

- 4.1_FUENTE DE RUIDO
- 4.2_MICRÓFONOS Y MEDICIÓN

4_TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS *IN SITU* Y CÁLCULO DEL VALOR GLOBAL D_A .

5_INCERTIDUMBRE.

1_INTRODUCCIÓN.

La medición se ha realizado acorde a lo estipulado en la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León, para realizar el ensayo según sus exigencias y obtener así unos valores ajustados a la ley. Se obtienen así los siguientes parámetros:

- **L_i** : Niveles de presión a ruido aéreo en recinto emisor y exterior por frecuencia (en bandas de tercio de octava).
- **L** : Nivel medio de presión sonora en recinto emisor y exterior (también en bandas de tercio de octava).
- **D_A** : Diferencia de niveles de presión sonora ponderada A.

1.1. Cliente:

BALLESMAN S.A
C/ CONSTITUCIÓN 5 47001 VALLADOLID.

1.2. Nombre del instituto del ensayo:

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid (E.T.S.A. Valladolid)
Departamento de Física.
C/ Avenida Salamanca s/n 47014 Valladolid.



1.3. Fecha de realización del ensayo:

29-05-2014

1.4. Fecha de realización del informe:

10-06-2014

1.5. Normativa de aplicación:

Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León.

1.6. Equipo:

- **Sonómetro:** SOLO 01dB S/N 65072
Aprobación modelo Tipo 1 según ITC/2845/2007. Rango único de medida: 20–137 dB(A).
Micrófono prepolarizado de campo libre, ½" Sensibilidad nominal: 50mV/Pa.
Rango Dinámico: 117dB
Fabricado por Álava ingenieros.
- **Calibrador:** NORSONIC 1251
Case 1 de acuerdo con UNE-EN 60942:2005.
Nivel de presión sonora 114 dB ± 0,2.
Frecuencia 1000Hz ± 0,2% y distorsión < 1%.
Fabricado por Norsonic
- **Fuente de ruido:** dodecaédrica omnidireccional dl 304 full.
Omnidireccionalidad de acuerdo a norma ISO 140.
Nivel de potencia sonora en salida continua: Lw: 123 dB (con ruido rosa, 1/3 octava).
Altavoces con imanes de neodimio de 130 mm
Amplificador de 300W, con generador de ruido rosa, blanco y senoidal incorporado.
Fabricado por Álava ingenieros.

2 DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ANALIZADO.

Se analiza el comportamiento acústico a ruido aéreo de la fachada del local que linda con la plaza Mayor. Su composición es la siguiente:

- Parte opaca: compuesta por la hoja de sillería original.
- Huecos: Presenta zonas aún por rematar en la unión de los huecos con la parte opaca (puentes acústicos). Porcentaje de huecos del 64,5%

3 DESCRIPCIÓN DEL GUIÓN.

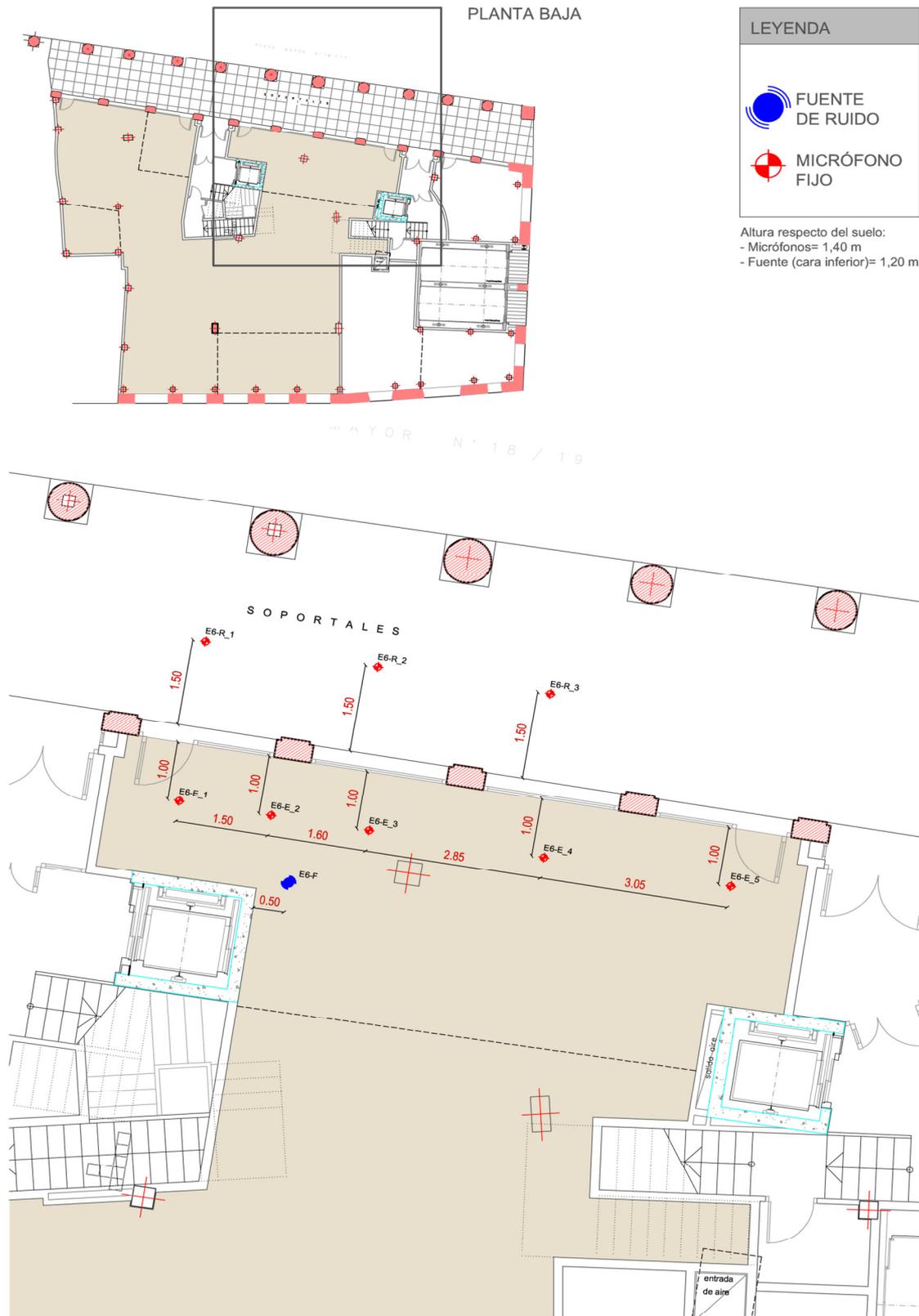
La medición se hizo de acuerdo al *Anexo V Métodos de evaluación* de la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León (se adjunta plano con las posiciones de fuente y micrófonos). Si bien este anexo trata de describir un método para medir la inmisión en exterior debido al ruido **procedente de la actividad**, podemos usarlo como guion utilizando una fuente de ruido normalizada en lugar de la actividad:

- Ruido aéreo generado por fuente de ruido.
- Ruido de banda ancha, se utilizó **ruido blanco**, como aconseja la norma ISO 140-7.
- El espectro sonoro en el recinto emisor no presenta una diferencia de nivel mayor de 6 dB entre bandas de tercio de octava adyacentes.
- Una posición de fuente en sala emisora.
- Altura de la fuente (su cara inferior) a 2,0 m del suelo.
- Medición con puertas y ventanas cerradas.
- Medición en el exterior del recinto a 1,5 metros de la fachada o límite de la propiedad que pueda estar afectada por los valores de inmisión.
- Calibración del equipo de medida, antes y después de cada serie de medidas.
- Posiciones de medida en interior del recinto a una distancia mínima de 1,0 m de la fachada.



- Medición en un mínimo de tres puntos, separados entre sí al menos 0,7 m (en el recinto interior se realizaron cinco para muestrear con mayor eficacia el nivel de presión sonora del recinto, mientras que en el exterior se realizaron tres medidas).
- Realización en la zona receptora (exterior) de una serie de medidas L_{eq} de 5 segundos cada una, y separadas entre sí tres minutos.
- Medición del ruido de fondo cada una de las tres posiciones, de la misma manera que se midió para el ruido con la fuente encendida.
- Medición en tercios de octava, desde los 100 a 3150 hz, además se añadieron las medidas para 50, 63, 80, 4000 y 5000.
- Comprobación in situ de que el valor global de la medida con fuente encendida supere en más de 10 dB al valor global de ruido de fondo (comprobación parcial, posteriormente se verificará por tercios de octavas al volcar los datos en el ordenador)
- En el caso de que en algún tercio de octava la diferencia entre el ruido de fondo y el ruido registrado con la máquina encendida sea menor de 10 dB, se realizarán las correcciones por ruido de fondo establecidas en el *Anexo V Métodos de evaluación* de la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León.
- Se desestiman correcciones por componentes tonales emergentes, impulsivas o bajas frecuencias debido al uso de ruido blanco.





AISLAMIENTO DE FACHADAS A RUIDO AÉREO
ENSAYO 4: AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO
 FACHADA: LOCAL A REFORMAR Y EXTERIOR PLAZA MAYOR
 POSICIONES: **FIJAS**.
PLANO: SALAS EMISORA Y EXTERIOR

1



4_ TABLAS CON LOS DATOS OBTENIDOS IN SITU Y CÁLCULO DEL VALOR GLOBAL D_{nT,A}

FACHADA, ÍNDICE D_A CALCULADO SEGÚN ANEXO V DE LA LEY 5/2009 DEL RUIDO DE CASTILLA Y LEÓN

Cliente BALLESMAN S.A.
C/ Constitución, 5, 47001, Valladolid

Fecha del test: 22/05/2014
fecha del informe: 10/06/2014

Descripción del elemento **Fachada a Plaza Mayor**, compuesta por la hoja de sillería original. Presenta zonas aún por rematar en la unión de los huecos con la parte opaca (puentes acústicos). Porcentaje de huecos del 64,5%

Frecuencias	Ruido emitido	Ruido recibido	Diferencia niveles
50 Hz	64,8	63,0	1,8
63 Hz	68,8	60,2	8,6
80 Hz	71,5	58,0	13,5
100 Hz	86,8	63,5	23,3
125 Hz	84,9	64,9	20,0
160 Hz	84,8	58,9	25,9
200 Hz	85,9	58,9	27,1
250 Hz	82,6	58,2	24,5
315 Hz	86,2	59,6	26,6
400 Hz	88,3	59,5	28,8
500 Hz	87,2	58,8	28,4
630 Hz	86,9	58,8	28,2
800 Hz	87,4	58,1	29,3
1 kHz	88,0	57,8	30,2
1.25 kHz	86,0	58,3	27,7
1.6 kHz	87,2	58,6	28,6
2 kHz	85,7	57,8	27,9
2.5 kHz	88,3	58,0	30,3
3.15 kHz	87,6	55,2	32,5
4 kHz	85,8	53,4	32,4
5 kHz	84,8	51,0	33,8

Frec.	D	PONDERACIÓN A	10 ^{^(Li-DnTi)}	Σ10 ^{^(Li-DnTi)}	$X_A = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_i - X_i)/10}$
100 Hz	23,3	-30,1	4,57088E-06	0,001159976	29,4
125 Hz	20,0	-27,1	1,94984E-05		
160 Hz	25,9	-24,4	9,33254E-06		
200 Hz	27,1	-21,9	1,25893E-05		
250 Hz	24,5	-19,6	3,89045E-05		
315 Hz	26,6	-17,6	3,80189E-05		
400 Hz	28,8	-15,8	3,46737E-05		
500 Hz	28,4	-14,2	5,49541E-05		
630 Hz	28,2	-12,9	7,76247E-05		
800 Hz	29,3	-11,8	7,76247E-05		
1 kHz	30,2	-11,0	7,58578E-05		
1.25 kHz	27,7	-10,4	0,000154882		
1.6 kHz	28,6	-10,0	0,000138038		
2 kHz	27,9	-9,8	0,000169824		
2.5 kHz	30,3	-9,7	0,0001		
3.15 kHz	32,5	-9,8	5,88844E-05		
4 kHz	32,4	-10,0	5,7544E-05		
5 kHz	33,8	-10,5	3,71535E-05		
					D_A

D_A (Nº entero) 29

Nombre del instituto del ensayo: E.T.S.A Valladolid, Departamento de Física

Firmado: Software Microsoft® Excel 2007



5_INCERTIDUMBRE:

Resulta improcedente hablar de incertidumbre puesto que el equipo de medida utilizado no ha sido sometido a la calibración anual exigida por la Ley 3 /1985 de Metrología.



ANEXO 4: Fichas justificativas del cálculo de aislamiento con la herramienta oficial de cálculo del HR del CTE

Fichas justificativas del estado actual

- FICHA 1
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores:
Caso: Recintos superpuestos con una arista en común (garaje).
Recinto de actividad objeto de reforma y vivienda colindante vertical (ESTADO ACTUAL).
- FICHA 2
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:
Caso: Recintos adyacentes con tres aristas comunes.
Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal (ESTADO ACTUAL).
- FICHA 3
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:
Caso: Recintos adyacentes con siete aristas comunes.
Recinto de actividad objeto de reforma y recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras). (ESTADO ACTUAL).

Fichas justificativas del estado actual: soluciones provisionales.

- FICHA 4, Soluciones provisionales sobre estado actual.
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores:
Caso: Recintos superpuestos con una arista en común (garaje).
Recinto de actividad objeto de reforma y vivienda colindante vertical (ESTADO ACTUAL CON SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PROVISIONALES).
- FICHA 5, Soluciones provisionales sobre estado actual.
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:
Caso: Recintos adyacentes con tres aristas comunes.
Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal (ESTADO ACTUAL CON SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PROVISIONALES).
- FICHA 6, Soluciones provisionales sobre estado actual.
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:
Caso: Recintos adyacentes con siete aristas comunes.
Recinto de actividad objeto de reforma y recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras).
(ESTADO ACTUAL CON SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PROVISIONALES).

Fichas justificativas del estado reformado: soluciones definitivas, análisis del local como un único recinto.

- FICHA 7
Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:



Caso: Recintos adyacentes con tres aristas comunes.

Recinto de actividad objeto de reforma y recinto de actividad colindante horizontal (SOLUCIÓN DEFINITIVA, ESTUDIO DEL LOCAL COMO RECINTO ÚNICO).

▪ FICHA 8

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:

Caso: Recintos adyacentes con siete aristas comunes.

Recinto de actividad objeto de reforma y recinto habitable colindante horizontal (Caja de escaleras).

(SOLUCIÓN DEFINITIVA, ESTUDIO DEL LOCAL COMO RECINTO ÚNICO).

Fichas justificativas del estado reformado: soluciones definitivas, análisis del local por parejas de recintos.

▪ FICHA 9

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:

Caso: Recintos adyacentes con tres aristas comunes.

Planta baja: Cocina - Recinto de actividad colindante (SOLUCIÓN DEFINITIVA, ESTUDIO DEL LOCAL POR PAREJAS DE RECINTOS).

▪ FICHA 10

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:

Caso: Recintos adyacentes con dos aristas comunes. Caso B.

Planta baja: Comedor - Recinto de actividad colindante (SOLUCIÓN DEFINITIVA, ESTUDIO DEL LOCAL POR PAREJAS DE RECINTOS).

▪ FICHA 11

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:

Caso: Recintos adyacentes con dos aristas comunes. Caso A

Planta baja: Comedor – Caja de escaleras (SOLUCIÓN DEFINITIVA, ESTUDIO DEL LOCAL POR PAREJAS DE RECINTOS).

▪ FICHA 12

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores:

Caso: Recintos adyacentes con dos aristas comunes. Caso B.

Entreplanta: Comedor – Recinto de actividad colindante (SOLUCIÓN DEFINITIVA, ESTUDIO DEL LOCAL POR PAREJAS DE RECINTOS).



FICHA 1 (1 de 2)



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores.
Caso: Recintos superpuestos con 1 arista común (garaje).

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	12-6-14	
Referencia	7.2.1. DIFERENCIA DE NIVELES CON RECINTO PROTEGIDO ADYACENTE VERTICAL. ESTADO ACTUAL.	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen		-			
Soluciones Constructivas							
Sección Separador	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Flanco F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Sección Flanco F3	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Sección Flanco F4	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador	17.87		400	56	-	-	
Pared F1	7.84	2.8	82	35	80	-	-
Sección Flanco F2	16.96	3.2	400	56	73	-	-
Sección Flanco F3	15.12	5.6	400	56		-	-
Sección Flanco F4	49.8	6	400	56		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	-						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen		48.9			
Soluciones Constructivas							
Sección Separador	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f2	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
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 (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador	17.87		400	56	-	0	
Pared f1	7.75	2.8	82	35	80	-	-
Pared f2	7.75	3.2	44	52	73	-	-
Pared f3	15.4	5.6	44	52		-	-
Pared f4	16.5	6	44	52		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 1 (2 de 2)



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 1 arista común (garaje).

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja y elemento homogéneo interrumpiendo la cavidad (orientación 3)	23.2	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.6	-4.3	19.6
Separador - Pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.6	-1.7	19.6
Separador - Pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.6	-3.4	19.6

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	51	55	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	60	CUMPLE



FICHA 2 (1 de 2)



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 3 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	12-6-14	
Referencia	7.2.2. DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS CON RECINTO RECINTO DE ACTIVIDAD COLINDANTE HORIZONTAL ESTADO ACTUAL	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	135
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + AT + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Techo F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	46.8		358	48	-	-	
Suelo F1	82	10	250	49	80	-	-
Techo F2	82	10	400	56	73	-	-
Pared F3	33.75	3	271	50		-	-
Pared F4	15	3	127	40		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor						Volumen	540
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + AT + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Techo f2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LP 115 + AT + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	46.8		358	48	-	-	
Suelo f1	180	10	250	49	80	-	-
Techo f2	180	10	400	56	73	-	-
Pared f3	45	3	271	50		-	-
Pared f4	22.5	3	358	48		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 2 (2 de 2)



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 3 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 2)	8	5.8	5.8
Separador - Techo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 1)	5	5.7	5.7
Separador - Pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	7.5	5.8	5.8
Separador - Pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	6.9	6.9	0.5

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	52	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	46	55	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	58	60	CUMPLE



FICHA 3 (1 de 2)



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 7 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	12-6-14	
Referencia	7.2.3_DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS CON RECINTO HABITABLE COLINDANTE HORIZONTAL (CAJA DE ESCALERAS) ESTADO ACTUAL	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	512
Soluciones Constructivas							
Sección Separador 1	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Sección Suelo F1a	R_BH 350 mm						
Sección Suelo F1b	R_BH 350 mm						
Sección Techo F2a	Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Sección Techo F2b	Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Sección Pared F3	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Pared F4	RE + BHAD 240 + AT + BHAD 80 + Enl 15						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m'_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador 1	15		127	40		-	
Sección Separador 2	22		127	40		-	
Sección Suelo F1a	169	5.12	433	58	72	-	-
Sección Suelo F1b	169	5.12	433	58	72	-	-
Sección Techo F2a	169	7.3	325	53	76	-	-
Sección Techo F2b	169	7.3	325	53	76	-	-
Pared F3	31.05	3	160	42		-	-
Pared F4	20.04	3	136	40		-	-

Características técnicas del recinto 2								
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso							
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	112.2	
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)							
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)							
Suelo f1	R_BH 350 mm							
Techo f2	Forjado genérico de masa 325 kg/m ²							
Pared f3	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)							
Pared f4	RE + BHAD 240 + AT + BHAD 80 + Enl 15							
Parámetros Acústicos								
	S_i (m²)	l_{i,a} (m)	l_{i,b} (m)	m'_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador 1	15		-	127	40		-	-
Sección Separador 2	22		-	127	40		-	-
Suelo f1	37.4	5.12	5.12	433	58	72	-	-
Techo f2	37.4	7.3	7.3	325	53	76	14	9
Pared f3	21.9	3	-	160	42		-	-
Pared f4	15.45	3	-	136	40		-	-



FICHA 3 (2 de 2)



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 7 aristas comunes.

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios Separador 1	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Ventanas , puertas y lucernarios Separador 2	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador 1	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador 2	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K _{Ff}	K _{Fd}	K _{Df}
separador 1 - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	-0.2	7.3	7.3
separador 2 - suelo	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 2)	-0.2	7.3	7.3
separador 1 - techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.6	9.6
separador 1 - techo	Unión rígida en + de elementos homogéneos	2.7	9.6	9.6
separador 1 - pared	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 1 (junta elástica en 1)	10.4	11.8	-1.5
separador 2 - pared	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 4 (junta elástica en 1)	0	11.7	11.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nT,A} (dBA)	37	55	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	58	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nT,A} (dBA)	44	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	58	-	



FICHA 4 (1 de 2)



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 1 arista común (garaje).

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGON	
Fecha	15-6-14	
Referencia	7.3.1. DIFERENCIA DE NIVELES CON RECINTO PROTEGIDO ADYACENTE VERTICAL (ESTADO REFORMADO)	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	-	Volumen		-			
Soluciones Constructivas							
Sección Separador	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F1	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Flanco F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Sección Flanco F3	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Sección Flanco F4	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador	17.87		400	56	-	26	
Pared F1	7.84	2.8	82	35	80	-	-
Sección Flanco F2	16.96	3.2	400	56	73	26	-
Sección Flanco F3	15.12	5.6	400	56		26	-
Sección Flanco F4	49.8	6	400	56		26	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	-						
Tipo de recinto como receptor	Protegido		Volumen		48.9		
Soluciones Constructivas							
Sección Separador	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f1	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f2	YL 2x12,5 + AT MW 48 + YL 2x12,5						
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 (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador	17.87		400	56	-	0	
Pared f1	7.75	2.8	82	35	80	-	-
Pared f2	7.75	3.2	44	52	73	-	-
Pared f3	15.4	5.6	44	52		-	-
Pared f4	16.5	6	44	52		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 4 (2 de 2)



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores.

Caso: Recintos superpuestos con 1 arista común (garaje).

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja y elemento homogéneo interrumpiendo la cavidad (orientación 3)	23.2	11.4	11.4
Separador - Pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.6	-4.3	19.6
Separador - Pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.6	-1.7	19.6
Separador - Pared	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)	19.6	-3.4	19.6

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{n,T,A}$ (dBA)	70	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{n,T,w}$ (dB)	55	60	CUMPLE



FICHA 5 (1 de 2)



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 3 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	15-6-2014	
Referencia	7.3.2. DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS CON RECINTO DE ACTIVIDAD COLINDANTE HORIZONTAL (ESTADO REFORMADO)	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	135
Soluciones Constructivas							
Separador	ENL15+LP115+AT+LP115+ENL15 MODIFICADO						
Suelo F1	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Techo F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	46.8		300	45	-	-	
Suelo F1	82	10	250	49	80	-	-
Techo F2	82	10	400	56	73	-	-
Pared F3	33.75	3	271	50		-	-
Pared F4	15	3	127	40		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor						Volumen	540
Soluciones Constructivas							
Separador	ENL15+LP115+AT+LP115+ENL15 MODIFICADO						
Suelo f1	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Techo f2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	ENL15+LP115+AT+LP115+ENL15 MODIFICADO						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	46.8		300	45	-	17	
Suelo f1	180	10	250	49	80	-	-
Techo f2	180	10	400	56	73	26	10
Pared f3	45	3	271	50		-	-
Pared f4	22.5	3	300	45		17	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 5 (2 de 2)



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 3 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 2)	6.9	5.7	5.7
Separador - Techo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 1)	4	5.8	5.8
Separador - Pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 1)	6.3	5.7	5.7
Separador - Pared	Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 4)	6.5	6.5	1.2

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	61	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	52	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	59	60	CUMPLE



FICHA 6 (1 de 2)



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 7 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	15-6-14	
Referencia	7.3.3. DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS CON RECINTO HABITABLE COLINDANTE HORIZONTAL, CAJA DE ESCALERAS (ESTADO REFORMADO)	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	512
Soluciones Constructivas							
Sección Separador 1	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Sección Suelo F1a	R_BH 350 mm						
Sección Suelo F1b	R_BH 350 mm						
Sección Techo F2a	Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Sección Techo F2b	Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Sección Pared F3	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Pared F4	RE + BHAL-H 240 + SP + AT + YL 15						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador 1	15		127	40		20	
Sección Separador 2	22		127	40		20	
Sección Suelo F1a	169	5.12	433	58	72	-	-
Sección Suelo F1b	169	5.12	433	58	72	-	-
Sección Techo F2a	169	7.3	325	53	76	26	10
Sección Techo F2b	169	7.3	325	53	76	26	10
Pared F3	31.05	3	160	42		-	-
Pared F4	20.04	3	231	50		10	-

Características técnicas del recinto 2								
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso							
Tipo de recinto como receptor	Habitable					Volumen	112.2	
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)							
Sección Separador 2	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)							
Suelo f1	R_BH 350 mm							
Techo f2	Forjado genérico de masa 325 kg/m ²							
Pared f3	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)							
Pared f4	RE + BHAL-H 240 + SP + AT + YL 15							
Parámetros Acústicos								
	S_i (m²)	l_{i,a} (m)	l_{i,b} (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Sección Separador 1	15		-	127	40	-	-	-
Sección Separador 2	22		-	127	40	-	-	-
Suelo f1	37.4	5.12	5.12	433	58	72	-	-
Techo f2	37.4	7.3	7.3	325	53	76	14	9
Pared f3	21.9	3	-	160	42	-	-	-
Pared f4	15.45	3	-	231	50	-	10	-



FICHA 6 (2 de 2)



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 7 aristas comunes.

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas , puertas y lucernarios Separador 1	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Ventanas , puertas y lucernarios Separador 2	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador 1	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador 2	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K _{Ff}	K _{Fd}	K _{Df}
separador 1 - suelo	métrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica	-0.2	7.3	7.3
separador 2 - suelo	métrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica	-0.2	7.3	7.3
separador 1 - techo	doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico	2.7	9.6	9.6
separador 1 - techo	doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico	2.7	9.6	9.6
separador 1 - pared	unión en T de doble hoja con hoja interior discontinua (orientación	30	31	31
separador 2 - pared	métrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica	2.4	6.1	6.1

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nT,A} (dBA)	54	45	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	58	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nT,A} (dBA)	61	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	54	-	



FICHA 7 (1 de 2)



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 3 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL, PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	20-08-2014	
Referencia	DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS CON RECINTO DE ACTIVIDAD COLINDANTE HORIZONTAL ANÁLISIS COMO UN SÓLO RECINTO	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	135
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Techo F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	46.8		161	44	-	-	
Suelo F1	82	10	250	49	80	-	-
Techo F2	82	10	400	56	73	-	-
Pared F3	33.75	3	82	35		-	-
Pared F4	15	3	127	40		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor	Protegido					Volumen	540
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Techo f2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	46.8		161	44	-	19.9	
Suelo f1	180	10	250	49	80	-	-
Techo f2	180	10	400	56	73	26	10
Pared f3	45	3	82	35		-	-
Pared f4	22.5	3	161	44		19.9	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 7 (2 de 2)



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 3 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 2)	3.2	5.9	5.9
Separador - Techo	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 1)	1	6.6	6.6
Separador - Pared	Unión en T de dobles hojas asimétricas con junta elástica (orientación 1)	35.9	32.9	32.9
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 4)	31	31	4.3

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	61	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	55	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	61	60	NO CUMPLE



FICHA 8 (1 de 2)



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 7 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL, PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	20-08-2014	
Referencia	DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL A RUIDO DE IMPACTOS CON RECINTO HABITABLE COLINDANTE HORIZONTAL (CAJA DE ESCALERAS) ANÁLISIS COMO UN SÓLO RECINTO	

Características técnicas del recinto 1								
Tipo de recinto como emisor		Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	512	
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1		Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Separador 2		Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Suelo F1a		R_BH 350 mm						
Sección Suelo F1b		R_BH 350 mm						
Sección Techo F2a		Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Sección Techo F2b		Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Sección Pared F3		Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Pared F4		RE + BHAL-H 240 + SP + AT + YL 15						
Parámetros Acústicos								
	S _i (m ²)	l _i (m)	m _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)	
Sección Separador 1	15		97	37		25,9		
Sección Separador 2	22		97	37		25,9		
Sección Suelo F1a	169	5.12	433	58	72	-	-	
Sección Suelo F1b	169	5.12	433	58	72	-	-	
Sección Techo F2a	169	7.3	325	53	76	26	10	
Sección Techo F2b	169	7.3	325	53	76	26	10	
Pared F3	31.05	3	160	42		30	-	
Pared F4	20.04	3	231	50		10	-	

Características técnicas del recinto 2								
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor		Protegido				Volumen	112.2	
Soluciones Constructivas								
Sección Separador 1		Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Sección Separador 2		Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1		R_BH 350 mm						
Techo f2		Forjado genérico de masa 325 kg/m ²						
Pared f3		Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4		RE + BHAL-H 240 + SP + AT + YL 15						
Parámetros Acústicos								
	S _i (m ²)	l _{i,a} (m)	l _{i,b} (m)	m _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Sección Separador 1	15		-	97	37	-	-	-
Sección Separador 2	22		-	97	37	-	-	-
Suelo f1	37.4	5.12	5.12	433	58	72	-	-
Techo f2	37.4	7.3	7.3	325	53	76	14	9
Pared f3	21.9	3	-	160	42	-	-	-
Pared f4	15.45	3	-	231	50	-	10	-



FICHA 8 (2 de 2)



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 7 aristas comunes.

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios Separador 1	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Ventanas, puertas y lucernarios Separador 2	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador 1	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0
Vías de transmisión aérea Separador 2	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K _{Ff}	K _{Fd}	K _{Df}
separador 1 - suelo	imétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica	-1.1	8.1	8.1
separador 2 - suelo	imétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica	-1.1	8.1	8.1
separador 1 - techo	oble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico	1.3	10.3	10.3
separador 1 - techo	oble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico	1.3	10.3	10.3
separador 1 - pared	nión en T de doble hoja con hoja interior discontinua (orientación	30	32.2	32.2
separador 2 - pared	imétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica	1.2	6.5	6.5

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nTA} (dBA)	54	55	NO CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	59	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D _{nTA} (dBA)	61	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L' _{nT,w} (dB)	55	-	



FICHA 9 (1 de 2)



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 3 aristas comunes.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL, PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	20-08-2014	
Referencia	DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS: PLANTA BAJA: COCINA - RECINTO DE ACTIVIDAD COLINDANTE. ESTUDIO POR PAREJAS DE RECINTOS	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor		Volumen	194				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	R_BC 350 mm						
Techo F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores mínimos)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	46.8		161	44	-	19,9	
Suelo F1	35.16	4	409	57	72	-	-
Techo F2	35.16	4	400	56	73	-	-
Pared F3	42.46	5.5	82	35		-	-
Pared F4	64.18	5.5	127	40		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor		Volumen	400				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	R_BC 350 mm						
Techo f2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f3	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	46.8		161	44	-	-	
Suelo f1	72.86	4	409	57	72	-	-
Techo f2	72.86	4	400	56	73	26	10
Pared f3	43	5.5	82	35		-	-
Pared f4	41.25	5.5	161	44		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 9 (2 de 2)



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 3 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 2)	0.9	6.6	6.6
Separador - Techo	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 1)	1	6.6	6.6
Separador - Pared	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 1)	10.3	6.2	6.2
Separador - Pared	Unión en T de dobles hojas con juntas elásticas (orientación 4)	31	31	30

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D_{nTA} (dBA)	56	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	54	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D_{nTA} (dBA)	52	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	51	-	



FICHA 10 (1 de 2)



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 2 aristas comunes. Caso B.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL, PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGON	
Fecha	20-08-2014	
Referencia	DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS: PLANTA BAJA: COMEDOR - RECINTO DE ACTIVIDAD COLINDANTE. ESTUDIO POR PAREJAS DE RECINTOS	

Características técnicas del recinto 1								
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones							
Tipo de recinto como receptor							Volumen	510
Soluciones Constructivas								
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)							
Suelo F1	R_BC 350 mm							
Techo F2	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²							
Pared F3	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)							
Pared F4	LP 115 + RM + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)							
Parámetros Acústicos								
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)	
Separador	13.07		161	44	-	19,9		
Suelo F1	170	8	409	57	72	-	-	
Techo F2	170	8	250	49	80	26	10	
Pared F3	5	3	161	44		19,9	-	
Pared F4	13.5	3	82	35		-	-	

Características técnicas del recinto 2								
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso							
Tipo de recinto como receptor	Protegido						Volumen	237
Soluciones Constructivas								
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)							
Suelo f1	R_BC 350 mm							
Techo f2	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²							
Pared f3	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)							
Pared f4	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)							
Parámetros Acústicos								
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)	
Separador	13.07		161	44	-	-		
Suelo f1	80	8	409	57	72	-	-	
Techo f2	80	8	250	49	80	-	-	
Pared f3	3.92	3	161	44		-	-	
Pared f4	7.9	3	161	44		-	-	

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 10 (2 de 2)



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 2 aristas comunes. Caso B.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T asimétrica de doble hoja y elementos homogéneos con junta elástica (orientación 2)	0.9	6.6	6.6
Separador - Techo	Unión en + de doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico en suelo y techo	5.6	8.9	8.9
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 3)	30	5.7	30
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 4)	32.9	32.9	2.1

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D_{nTA} (dBA)	63	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	52	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	D_{nTA} (dBA)	67	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	49	-	



FICHA 11 (1 de 2)



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 2 aristas comunes. Caso A.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL, PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	20-08-2014	
Referencia	DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS: PLANTA BAJA: COMEDOR - CAJA DE ESCALERAS. ESTUDIO POR PAREJAS DE RECINTOS	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor		Unidad de uso					
Tipo de recinto como receptor		Habitable				Volumen	90
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	R_BH 350 mm						
Techo F2	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Pared F3	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	10		161	44	-	-	
Suelo F1	30	4	433	58	72	-	-
Techo F2	30	4	250	49	80	-	-
Pared F3	15	3	161	44		-	-
Pared F4	15	3	161	44		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor		Recinto de actividad o instalaciones					
Tipo de recinto como receptor						Volumen	535
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	R_BH 350 mm						
Techo f2	Forjado genérico de masa 250 kg/m ²						
Pared f3	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S _i (m ²)	l _i (m)	m _i (kg/m ²)	R _A (dBA)	L _{n,w} (dB)	Δ R _A (dBA)	Δ L _w (dB)
Separador	10		161	44	-	19,9	
Suelo f1	180	4	433	58	72	-	-
Techo f2	180	4	250	49	80	26	10
Pared f3	13.8	3	161	44		19,9	-
Pared f4	15	3	161	44		19,9	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m ²)	0
	índice de reducción	R _A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D _{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D _{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 11 (2 de 2)



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 2 aristas comunes. Caso A.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en + de doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico en suelo y techo	2.4	9.8	9.8
Separador - Techo	Unión en + de doble hoja asimétrica y elemento homogéneo con encuentro elástico en suelo y techo	5.6	8.9	8.9
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 4)	30	30	5.7
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 4)	30	30	5.7

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	72	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	49	-	

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	64	45	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	51	60	CUMPLE



FICHA 12 (1 de 2)



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 2 aristas comunes. Caso B.

Proyecto	RESTAURANTE EN BAJO COMERCIAL, PLAZA MAYOR 18-19, VALLADOLID	
Autor	JAVIER PORTELA TALEGÓN	
Fecha	20-08-2014	
Referencia	DIFERENCIA DE NIVELES Y NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTOS: ENTREPLANTA: COMEDOR - RECINTO DE ACTIVIDAD COLINDANTE. ESTUDIO POR PAREJAS DE RECINTOS	

Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Recinto de actividad o instalaciones						
Tipo de recinto como receptor		Volumen	375				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo F1	R_BH 350 mm						
Techo F2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared F3	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Pared F4	Enl 15 + BHAD 80 + Enl 15						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	13.07		97	37	-	19,9	
Suelo F1	150	5.2	433	58	72	-	-
Techo F2	150	5.2	400	56	73	21	21
Pared F3	0.6	2.5	97	37		19,9	-
Pared F4	18.75	2.5	151	41		-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor		Volumen	135				
Soluciones Constructivas							
Separador	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Suelo f1	R_BH 350 mm						
Techo f2	Forjado genérico de masa 400 kg/m ²						
Pared f3	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)						
Pared f4	Enl 15 + LHD 70 + Enl 15 (valores medios)						
Parámetros Acústicos							
	S_i (m²)	l_i (m)	m_i (kg/m²)	R_A (dBA)	L_{n,w} (dB)	Δ R_A (dBA)	Δ L_w (dB)
Separador	13.07		97	37	-	-	
Suelo f1	46.8	5.2	433	58	72	-	-
Techo f2	46.8	5.2	400	56	73	-	-
Pared f3	11.37	2.5	161	44		19.9	-
Pared f4	12.1	2.5	97	37		-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	S (m²)	0
	índice de reducción	R_A (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D_{n,e,A} (dBA)	0
	transmisión indirecta	D_{n,s,A} (dBA)	0



FICHA 12 (2 de 2)



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 2 aristas comunes. Caso B.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 2)	-1.1	8.1	8.1
Separador - Techo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos (orientación 1)	-0.8	7.9	7.9
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 3)	32.2	9.1	32.2
Separador - Pared	Unión en T de doble hoja con elementos homogéneos con cavidad o encuentro elástico (orientación 4)	31.9	31.9	8.6

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	59	55	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	56	60	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	63	-	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	53	-	



ANEXO 5: Análisis, sobre las estimaciones de la situación actual, del modelado de la herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE.

Las estimaciones de aislamiento de la situación actual, para dos de los casos estudiados se muestran en la *figura A5.1* (local-recinto de actividad colindante horizontal), y *figura A 5.2* (local-caja de escaleras):



Figura A5. 1 __ Caso Local-Recinto de actividad colindante horizontal. Valores R_A de la solución constructiva del elemento de separación, D_{nTA} y L'_{nTW} estimados.



Figura A5. 2_Caso Local- Caja de escaleras. Valores R_A del elemento de separación, D_{nTA} y L'_{nTW} estimados.

En vista de las estimaciones realizadas por la herramienta, hay dos fenómenos que llaman la atención y reclaman un análisis que aporte alguna idea del origen de dichos fenómenos.

- Los valores D_{nTA} estimados designando nuestro local como recinto emisor (como se ha hecho, coherentemente con los ensayos in situ) son mucho menores que si nuestro local fuese el recinto receptor. En el caso “local-caja de escaleras” (ver *figura A5.2*), en el sentido estudiado estima un D_{nTA} =37 dB(A), mientras que en el sentido contrario calcula un D_{nTA} =44 dB(A). Ocurre algo semejante para el caso “local-recinto de actividad colindante horizontal” (ver *figura A5.1*), en el sentido estudiado estima un D_{nTA} =46 dB(A), cuando por otro lado en el sentido contrario calcula un D_{nTA} =52 dB(A).
- Secundariamente, y sobre las mismas figuras, se aprecia como en el modelo “local-caja de escaleras” un elemento de separación con un R_A =40 dB(A) se obtiene un D_{nTA} =44 dB(A) para el caso en que nuestro local sea el recinto receptor. Para el modelo “local-recinto de actividad colindante horizontal” un elemento de separación con un R_A =48 dB(A) se obtiene un D_{nTA} =52 dB(A) para el caso en que nuestro local sea el recinto receptor. Sorprendentemente el **aislamiento del elemento separador calculado en laboratorio se ve incrementado cuando se coloca in situ.**

Con el fin de analizar con mayor profundidad este fenómeno, se evaluó el efecto de la variación de los principales parámetros dimensionales sobre los valores de aislamiento predichos por la herramienta.

Se realizó un estudio comparativo modificando los valores originales de:

- La superficie del elemento de separación.
- Los volúmenes de recinto 1 y 2.



- Las superficies de los suelos y techos (ambas superficies siempre coinciden dentro de cada recinto) de los recintos 1 y 2.
- Longitud de las aristas requeridas por el programa (aristas intersección entre los elementos delimitadores y la envolvente de los recintos). Se modificaron únicamente las horizontales puesto que las verticales coinciden siempre con la altura libre del recinto (ver *figura A5.3*).

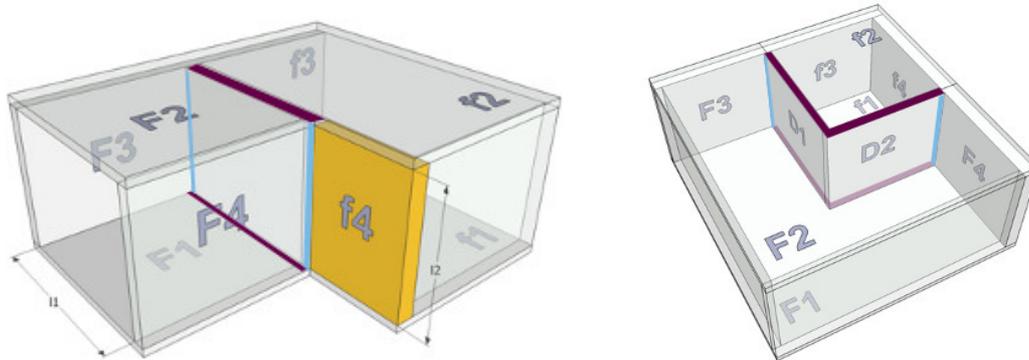


Figura A5. 3_ Aristas modificadas (morado) y aristas verticales (azules) no modificadas.

Este estudio se llevó a cabo tanto para el caso “local-recinto de actividad colindante horizontal” como para el caso “local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, y los resultados se muestran en las *tablas A5.1 y A5.2* respectivamente. Para una rápida e intuitiva lectura de las tablas, se aportó una columna con el valor R_A del elemento separador, y se marcaron en negrilla y subrayado los casos en los que el aislamiento se vio afectado por la modificación.



CASO 7.2.2_Diferencia de niveles con recinto de actividad colindante horizontal							Elemento separador R _a dB(A)	
Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1 RECEPTOR		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2 RECEPTOR			
			D _{niTA} dB(A)	L' _{niTW} dB	D _{niTA} dB(A)	L' _{niTW} dB		
Sup. Elemento separación (m ²)	46,80	10,00	468,00	<u>38</u>	58	<u>44</u>	55	48,00
		4,00	187,20	<u>41</u>	58	<u>47</u>	55	
		3,00	140,40	<u>42</u>	58	<u>48</u>	55	
		2,00	93,60	<u>44</u>	58	<u>50</u>	55	
		1,00	46,80	46	58	52	55	
		0,50	23,40	<u>48</u>	58	<u>54</u>	55	
		0,33	15,44	<u>49</u>	58	<u>55</u>	55	
		0,25	11,70	<u>50</u>	58	<u>56</u>	55	
0,10	4,68	<u>51</u>	58	<u>57</u>	55			
RECINTO 1 (Volumen m ³)	135,00	10,00	1.350,00	<u>56</u>	<u>48</u>	52	55	48,00
		4,00	540,00	<u>52</u>	<u>52</u>	52	55	
		3,00	405,00	<u>51</u>	<u>53</u>	52	55	
		2,00	270,00	<u>49</u>	<u>55</u>	52	55	
		1,00	135,00	46	58	52	55	
		0,50	67,50	<u>43</u>	<u>61</u>	52	55	
		0,33	44,55	<u>42</u>	<u>62</u>	52	55	
		0,25	33,75	<u>41</u>	<u>64</u>	52	55	
0,10	13,50	<u>36</u>	<u>68</u>	52	55			
RECINTO 2 (Volumen m ³)	540,00	10,00	5.400,00	46	58	<u>62</u>	<u>45</u>	48,00
		4,00	2.160,00	46	58	<u>58</u>	<u>49</u>	
		3,00	1.620,00	46	58	<u>57</u>	<u>50</u>	
		2,00	1.080,00	46	58	<u>55</u>	<u>52</u>	
		1,00	540,00	46	58	52	55	
		0,50	270,00	46	58	<u>49</u>	<u>58</u>	
		0,33	178,20	46	58	<u>48</u>	<u>60</u>	
		0,25	135,00	46	58	<u>46</u>	<u>61</u>	
0,10	54,00	46	58	<u>42</u>	<u>65</u>			
RECINTO 1 (Suelos m ²)	82,00	10,00	820,00	46	58	52	<u>45</u>	48,00
		4,00	328,00	46	58	52	<u>49</u>	
		3,00	246,00	46	58	52	<u>50</u>	
		2,00	164,00	46	58	52	<u>52</u>	
		1,00	82,00	46	58	52	55	
		0,50	41,00	46	58	52	<u>58</u>	
		0,33	27,06	46	58	52	<u>60</u>	
		0,25	20,50	46	58	52	<u>61</u>	
0,10	8,20	46	58	52	<u>65</u>			
RECINTO 2 (Suelos m ²)	180,00	10,00	1.800,00	46	<u>48</u>	52	55	48,00
		4,00	720,00	46	<u>52</u>	52	55	
		3,00	540,00	46	<u>53</u>	52	55	
		2,00	360,00	46	<u>55</u>	52	55	
		1,00	180,00	46	58	52	55	
		0,50	90,00	46	<u>61</u>	52	55	
		0,33	59,40	46	<u>62</u>	52	55	
		0,25	45,00	46	<u>64</u>	52	55	
0,10	18,00	46	68	52	55			
ARISTAS Suelos y techos (m)	10,00	10,00	100,00	<u>43</u>	<u>68</u>	<u>49</u>	<u>65</u>	48,00
		4,00	40,00	<u>45</u>	<u>64</u>	<u>51</u>	<u>61</u>	
		3,00	30,00	<u>45</u>	<u>62</u>	<u>51</u>	<u>60</u>	
		2,00	20,00	46	<u>61</u>	52	58	
		1,00	10,00	46	58	52	55	
		0,50	5,00	<u>47</u>	<u>55</u>	<u>53</u>	<u>52</u>	
		0,33	3,30	<u>47</u>	<u>53</u>	<u>53</u>	<u>50</u>	
		0,25	2,50	<u>47</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>49</u>	
0,10	1,00	<u>47</u>	<u>48</u>	<u>53</u>	<u>45</u>			

Tabla A5. 1_ Modificaciones en recintos 1 y 2 (volúmenes y superficie de suelos), superficie de elemento separador y aristas. Aplicación sobre modelo "local recinto de actividad colindante horizontal", en negrilla y subrayado los parámetros que han variado tras introducir esta modificación.



CASO 7.2.3_Diferencia de niveles con recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)								
	Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1 RECEPTOR		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2 RECEPTOR		Elemento separador R _a dB(A)
				D _{nTA} dB(A)	L _{nTW} dB	D _{nTA} dB(A)	L _{nTW} dB	
Sup. Elemento separación 1 (m ²) (común a recintos 1 y 2)	15,00	10,00	150,00	<u>38</u>	58	<u>31</u>	38	40,00
		4,00	60,00	<u>41</u>	58	<u>35</u>	58	
		3,00	45,00	<u>42</u>	58	<u>35</u>	58	
		2,00	30,00	<u>43</u>	58	<u>36</u>	58	
		1,00	15,00	<u>44</u>	58	<u>37</u>	58	
		0,50	7,50	44	58	<u>38</u>	58	
		0,33	4,95	44	58	<u>38</u>	58	
		0,25	3,75	<u>45</u>	58	<u>38</u>	58	
0,10	1,50	<u>45</u>	58	<u>38</u>	58			
Sup. Elemento separación 2 (m ²) (común a recintos 1 y 2)	22,00	10,00	220,00	<u>37</u>	58	<u>31</u>	58	40,00
		4,00	88,00	<u>41</u>	58	<u>34</u>	58	
		3,00	66,00	<u>41</u>	58	<u>35</u>	58	
		2,00	44,00	<u>43</u>	58	<u>36</u>	58	
		1,00	22,00	<u>44</u>	58	<u>37</u>	58	
		0,50	11,00	44	58	<u>38</u>	58	
		0,33	7,26	44	58	<u>38</u>	58	
		0,25	5,50	44	58	<u>38</u>	58	
0,10	2,20	<u>45</u>	58	<u>38</u>	58			
RECINTO 1 (Volumen, m ³)	512,00	10,00	5120,00	<u>54</u>	<u>48</u>	37	58	40,00
		4,00	2048,00	<u>50</u>	<u>52</u>	37	58	
		3,00	1536,00	<u>49</u>	<u>53</u>	37	58	
		2,00	1024,00	<u>47</u>	<u>55</u>	37	58	
		1,00	512,00	<u>44</u>	58	37	58	
		0,50	256,00	<u>41</u>	<u>61</u>	37	58	
		0,33	168,96	<u>39</u>	<u>63</u>	37	58	
		0,25	128,00	<u>38</u>	<u>64</u>	37	58	
0,10	51,20	<u>34</u>	<u>68</u>	37	58			
RECINTO 2 (Volumen, m ³)	112,20	10,00	1122,00	44	58	<u>47</u>	<u>48</u>	40,00
		4,00	448,80	44	58	<u>43</u>	<u>52</u>	
		3,00	336,60	44	58	<u>42</u>	<u>54</u>	
		2,00	224,40	44	58	<u>40</u>	<u>55</u>	
		1,00	112,20	<u>44</u>	58	37	58	
		0,50	56,10	44	58	<u>34</u>	<u>61</u>	
		0,33	37,03	44	58	<u>33</u>	<u>63</u>	
		0,25	28,05	44	58	<u>31</u>	<u>64</u>	
0,10	11,22	44	58	<u>27</u>	<u>68</u>			
RECINTO 1 (Suelos, m ²)	169,00	10,00	1690,00	44	58	37	<u>48</u>	40,00
		4,00	676,00	44	58	37	<u>52</u>	
		3,00	507,00	44	58	37	<u>54</u>	
		2,00	338,00	44	58	37	<u>55</u>	
		1,00	169,00	<u>44</u>	58	37	58	
		0,50	84,50	44	58	37	<u>61</u>	
		0,33	55,77	44	58	37	<u>63</u>	
		0,25	42,25	44	58	37	<u>64</u>	
0,10	16,90	44	58	37	<u>68</u>			
RECINTO 2 (Suelos, m ²)	37,40	10,00	374,00	44	<u>48</u>	37	58	40,00
		4,00	149,60	44	<u>52</u>	37	58	
		3,00	112,20	44	<u>53</u>	37	58	
		2,00	74,80	44	<u>55</u>	37	58	
		1,00	37,40	<u>44</u>	58	37	58	
		0,50	18,70	44	<u>61</u>	37	58	
		0,33	12,34	44	<u>63</u>	37	58	
		0,25	9,35	44	<u>64</u>	37	58	
0,10	3,74	44	<u>68</u>	37	58			

Tabla A5. 2 (continúa...): Modificaciones en recintos 1 y 2 (volúmenes y superficie de suelos), superficies 1 y 2 de elemento separador y aristas. Aplicación sobre modelo “local recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, en negrilla y subrayado los parámetros que han variado tras introducir esta modificación.



CASO 7.2.3_Diferencia de niveles con recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)								
	Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1 RECEPTOR		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2 RECEPTOR		Elemento separador R _A dB(A)
				D _{nTA} dB(A)	L' _{nTW} dB	D _{nTA} dB(A)	L' _{nTW} dB	
ARISTAS suelo y techo. Elemento separación 1 (m)	5,12	10,00	51,20	44	<u>65</u>	37	<u>65</u>	40,00
		4,00	20,48	44	<u>62</u>	37	<u>62</u>	
		3,00	15,36	44	<u>61</u>	37	<u>61</u>	
		2,00	10,24	44	<u>60</u>	37	<u>60</u>	
		1,00	5,12	44	<u>58</u>	37	<u>58</u>	
		0,50	2,56	44	<u>57</u>	37	<u>57</u>	
		0,33	1,69	44	<u>57</u>	37	<u>57</u>	
		0,25	1,28	44	<u>56</u>	<u>38</u>	<u>56</u>	
0,10	0,51	44	<u>56</u>	<u>38</u>	<u>56</u>			
ARISTAS suelo y techo. Elemento separación 2 (m)	7,13	10,00	71,30	44	<u>66</u>	37	<u>66</u>	40,00
		4,00	28,52	44	<u>62</u>	37	<u>62</u>	
		3,00	21,39	44	<u>61</u>	37	<u>61</u>	
		2,00	14,26	44	<u>60</u>	37	<u>60</u>	
		1,00	7,13	44	<u>58</u>	37	<u>58</u>	
		0,50	3,57	44	<u>57</u>	37	<u>57</u>	
		0,33	2,35	44	<u>56</u>	37	<u>56</u>	
		0,25	1,78	44	<u>56</u>	37	<u>56</u>	
0,10	0,71	44	<u>55</u>	37	<u>55</u>			

Tabla A5.2 (...fin): Modificaciones en recintos 1 y 2 (volúmenes y superficie de suelos), superficies 1 y 2 de elemento separador y aristas. Aplicación sobre modelo “local recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, en negrilla y subrayado los parámetros que han variado tras introducir esta modificación.

Analizando las *tablas A5.1 y A5.2* apreciamos lo siguiente:

1. Modificar la **superficie de los elementos de separación verticales** sólo afecta a la **transmisión de ruido aéreo**, y no altera el valor nivel de ruido de impacto. El valor del D_{nTA} mejora cuanto menor sea esta superficie. En el caso “local-recinto de actividad colindante horizontal” cada vez que se **duplica la superficie introduce una pérdida de aislamiento de 2 dB(A)**. Sin embargo esta mejora no es lineal ni tan marcada para el caso “local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, donde una reducción a la décima parte de cualquiera de las dos superficies separadoras conlleva una mejora de 1 dB(A), pero un aumento de diez veces la superficie conlleva un descenso del aislamiento a ruido aéreo de entre 6 y 7 dB(A).
2. La modificación del volumen de un recinto sólo afecta a los valores estimados para los cuales este recinto es el receptor. Dicho de otra manera, **los valores calculados de aislamiento no se ven afectados por el volumen del recinto emisor**. El valor del aislamiento es mayor cuanto más grande sea el volumen del recinto receptor, y será independiente del volumen del recinto de actividad. **Tampoco influye por tanto la proporción volumen receptor/emisor**. Como el volumen de nuestro recinto es mayor que el del recinto de actividad colindante, es lógico que la estimación del aislamiento en el caso en que nuestro local sea el recinto receptor sea mayor. No obstante, no parece lógico que esta “mejora” del aislamiento supere el R_A del elemento separador.
3. Profundizando en lo expuesto en el punto anterior, veamos cuál es la diferencia del aislamiento estimado al modificar el volumen del recinto receptor:
La siguiente *tabla A5.3* es un zoom de la *tabla A5.1* “local-recinto de actividad colindante horizontal” destacando los valores estimados de aislamiento cuando se duplica, cuadruplica, se reduce a la mitad o a la cuarta parte el volumen del recinto receptor, tratando de encontrar una tendencia.



CASO 7.2.2_Diferencia de niveles con recinto de actividad colindante horizontal							
Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2		
			RECEPTOR		RECEPTOR		
			D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	
RECINTO 1 (Volumen m ³)	10,00	1.350,00	56	48	52	55	
	4,00	540,00	52	52	52	55	
	3,00	405,00	51	53	52	55	
	2,00	270,00	49	55	52	55	
	1,00	135,00	46	58	52	55	
	0,50	67,50	43	61	52	55	
	0,33	44,55	42	62	52	55	
	0,25	33,75	41	64	52	55	
0,10	13,50	36	68	52	55		
RECINTO 2 (Volumen m ³)	10,00	5.400,00	46	58	62	45	
	4,00	2.160,00	46	58	58	49	
	3,00	1.620,00	46	58	57	50	
	2,00	1.080,00	46	55	55	52	
	1,00	540,00	46	58	52	55	
	0,50	270,00	46	58	49	58	
	0,33	178,20	46	58	48	60	
	0,25	135,00	46	58	46	61	
0,10	54,00	46	58	42	65		

Tabla A5. 3 Modificaciones de volumen recinto 1, recinto 2 sobre el modelo “local recinto de actividad colindante horizontal”. Encuadrado: duplica, cuadruplica, se reduce a la mitad o a la cuarta parte el volumen del recinto receptor.

En la *tabla A5.3* se aprecia cómo al **duplicar el volumen del recinto 1** (siendo este **receptor**) **mejora el aislamiento en 3 dB(A)**, esto es así tanto para el D_{nTA} como para el L'_{nTW} . Esta tendencia también se aprecia al modificar el volumen el recinto 2 (cuando éste es el receptor).

Se hizo el mismo zoom sobre la *tabla A4.2* “local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, ver *tabla A5.4*, para buscar una tendencia para este caso.

CASO 7.2.3_Diferencia de niveles con recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)							
Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2		
			RECEPTOR		RECEPTOR		
			D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	
RECINTO 1 (Volumen, m ³)	10,00	5120,00	54	48	37	58	
	4,00	2048,00	50	52	37	58	
	3,00	1536,00	49	53	37	58	
	2,00	1024,00	47	55	37	58	
	1,00	512,00	44	58	37	58	
	0,50	256,00	41	61	37	58	
	0,33	168,96	39	63	37	58	
	0,25	128,00	38	64	37	58	
0,10	51,20	34	68	37	58		
RECINTO 2 (Volumen, m ³)	10,00	1690,00	44	58	47	48	
	4,00	676,00	44	58	43	52	
	3,00	507,00	44	58	42	54	
	2,00	338,00	44	58	40	55	
	1,00	169,00	44	58	37	58	
	0,50	84,50	44	58	34	61	
	0,33	55,77	44	58	33	63	
	0,25	42,25	44	58	31	64	
0,10	16,90	44	58	27	68		

Tabla A5. 4 Modificaciones de volumen recinto 1, recinto 2 sobre el modelo “local recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”. Encuadrado: duplica, cuadruplica, se reduce a la mitad o a la cuarta parte el volumen del recinto receptor.



La tendencia se mantiene, duplicar el volumen del recinto receptor mejora el aislamiento en 3 dB(A), tanto para el D_{nTA} como para el L'_{nTW} (este último valor en dB).

- La modificación la **longitud de aristas** de suelos y techos en contacto con la superficie separadora tiene una influencia muy acusada en el índice L'_{nTW} y casi despreciable sobre el D_{nTA} . En el caso “local-recinto de actividad colindante horizontal” se aprecia un incremento del D_{nTA} en 1 dB(A) al cuadruplicar esta longitud, mientras que el L'_{nTW} crece en 3 dB cada vez que se duplica (enmarcado en la *tabla A5.5*)

CASO 7.2.2_Diferencia de niveles con recinto de actividad colindante horizontal								
	Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1 RECEPTOR		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2 RECEPTOR		Elemento separador R_A dB(A)
				D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	
ARISTAS Suelos y techos (m)	10,00	10,00	100,00	43	68	49	65	48,00
		4,00	40,00	45	64	51	61	
		3,00	30,00	45	62	51	60	
		2,00	20,00	46	61	52	58	
		1,00	10,00	46	58	52	55	
		0,50	5,00	47	55	53	52	
		0,33	3,30	47	53	53	50	
		0,25	2,50	47	52	53	49	
		0,10	1,00	47	48	53	45	

Tabla A5. 5_ Incrementos de D_{nTA} y L'_{nTW} al modificar la longitud de las aristas de contacto de la envolvente con el elemento separador. Caso “local-recinto de actividad colindante horizontal”

En el caso “local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, las variaciones disminuyen: el D_{nTA} no varía y el L'_{nTW} varía entre 1 y 2 dB al duplicar la distancia de las aristas, como se muestra en la *tabla A5.6*.

CASO 7.2.3_Diferencia de niveles con recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)							
	Valor original	Multiplicador	Nuevo valor	RECINTO 2 EMISOR RECINTO 1 RECEPTOR		RECINTO 1 EMISOR RECINTO 2 RECEPTOR	
				D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB	D_{nTA} dB(A)	L'_{nTW} dB
ARISTAS suelo y techo. Elemento separación 1. (m)	5,12	10,00	51,20	44	65	37	65
		4,00	20,48	44	62	37	62
		3,00	15,36	44	61	37	61
		2,00	10,24	44	60	37	60
		1,00	5,12	44	58	37	58
		0,50	2,56	44	57	37	57
		0,33	1,69	44	57	37	57
		0,25	1,28	44	56	38	56
0,10	0,51	44	56	38	56		
ARISTAS suelo y techo. Elemento separación 2. (m)	7,13	10,00	71,30	44	66	37	66
		4,00	28,52	44	62	37	62
		3,00	21,39	44	61	37	61
		2,00	14,26	44	60	37	60
		1,00	7,13	44	58	37	58
		0,50	3,57	44	57	37	57
		0,33	2,35	44	56	37	56
		0,25	1,78	44	56	37	56
0,10	0,71	44	55	37	55		

Tabla A5. 6_ Incrementos de D_{nTA} y L'_{nTW} al modificar la longitud de las aristas de contacto de la envolvente con el elemento separador. Caso “local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”

- El valor de R_A del elemento separador en el caso “local-recinto de actividad colindante horizontal” era de 48 dB(A). Observando la *tabla A5.3* se aprecia que un valor $D_{nTA}=48$ dB(A) se encuentra entre los volúmenes 135,0 y 270,0 m³ (Recinto 1 como recinto receptor) y 178,2 m³ cuando es el Recinto 2 el que actúa como recinto receptor. Introduciendo en el caso de cálculo un **volumen de 180 m³** en recinto receptor (sea este el recinto 1 o el 2)



obtenemos un $D_{nTA}=R_A=48$ dB(A). **Por encima de este volumen el índice D_{nTA} supera al valor R_A .**

Esto es así para una superficie de elemento separador determinada ($46,80$ m²) pero es independiente del resto de los parámetros dimensionales: superficie de los recintos, aristas de contacto (su influencia sobre el D_{nTA} es mínima, como ya se ha visto en el punto 4), etc.

Lo mismo ocurre para el caso “local-recinto habitable colindante horizontal (caja de escaleras)”, siendo $D_{nTA}=R_A=40$ dB(A) para un volumen de recinto receptor de 225 m³. Este valor varía si la superficie de cualquiera de los elementos separadores se ve modificada, pero es independiente del resto de los parámetros dimensionales.

El conjunto “volumen recinto receptor-superficie elemento separador” es el responsable de que en ocasiones obtengamos un D_{nTA} superior al R_A del elemento separador.

6. Al **duplicar la superficie del suelo del recinto emisor mejora en 3 dB(A) el aislamiento a ruido de impacto**, sin afectar al valor del D_{nTA} (ver *tablas A5.1 y A5.2*). Ningún cambio se aprecia si es la superficie del suelo del recinto receptor la que varía. Nótese que los cambios realizados en el volumen sólo afectan cuando el volumen modificado es el del recinto receptor. Comparando ambos casos, se puede decir que duplicar el volumen del recinto receptor tiene el mismo efecto sobre el aislamiento a ruido de impacto que duplicar la superficie del suelo del recinto emisor; una mejora de 3 dB(A).

De este breve análisis, extraemos las siguientes conclusiones:

- El programa realiza una estimación más favorable del aislamiento cuando el recinto emisor tiene una gran superficie (no afecta a D_{nTA} y mejora L'_{nTW} en 3 dB cada vez que se duplica) y el recinto receptor es de gran volumen (D_{nTA} y L'_{nTW} mejoran en 3 dB(A) y 3 dB respectivamente al duplicarlo). El volumen del recinto emisor no influye en el aislamiento, como tampoco influye la relación “volumen recinto emisor / volumen recinto receptor”. Sin embargo, es obvio que en la realidad el aislamiento no va a ser mejor por estas circunstancias, y el valor obtenido en la comprobación obligatoria de la entidad de evaluación acústica dependerá de la posición de la fuente y del punto de medida.
- Modificar las aristas de contacto de la envolvente de los recintos con el elemento separador sólo influye al índice L'_{nTW} , mejorando éste al reducirse las dimensiones de las aristas. Su influencia sobre el D_{nTA} es despreciable.
- Para conocer la influencia de la superficie de los elementos separadores se requiere un muestreo más amplio, si bien puede afirmarse que cuanto mayor sea esta superficie menor es el D_{nTA} , mientras que el L'_{nTW} permanece inmutable.
- De estos dos últimos puntos se obtiene una conclusión lógica: reducir la superficie de contacto entre los dos cerramientos induce a una mejora del aislamiento, tanto del D_{nTA} como del L'_{nTW} .

