



RELACIÓN ENTRE R_A Y D_{nTA} EN FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES PROYECTADOS EN HABITACIONES TIPO DE HOSPITAL

Francisco Javier Rodríguez Rodríguez¹, Roberto Bellas Rivera¹, Itziar Goicoechea Castaño², Arturo González Gil¹

¹ Centro Universitario de la Defensa (CUD) de la Escuela Naval Militar (ENM), España.

fjavierrodriguez@ cud.uvigo.es; rbellas@ cud.uvigo.es; arturogg@ cud.uvigo.es

² Departamento de Diseño en la Ingeniería, Universidade de Vigo, España.

igoicoechea@uvigo.es

Resumen

El objeto del presente estudio reside en presentar las evaluaciones realizadas en el proyecto del Hospital de Ourense (CHOU), en relación con el comportamiento de diversos sistemas constructivos, mediante modelizaciones acústicas tridimensionales con un programa de cálculo que considera las transmisiones indirectas, según la denominada *opción general establecida por el DB-HR*. El edificio se proyectó en 8 niveles sobre rasante, constituido por planta baja, 6 plantas tipo destinadas a uso hospitalario y planta séptima de instalaciones. Se destaca la distinta evolución que presentan los parámetros R_A y el D_{nTA} , así como la valoración de pérdida de superficie considerando las 298 habitaciones existentes (la superficie de una habitación media de 23 m²). El proyecto acústico ha sido realizado por la ingeniería G.O.C.; S.A.

Palabras-clave: modelización 3D, habitaciones tipo, hospital, D_{nTA} , R_A .

Abstract

The purpose of this study is to show the assessments made at the Ourense Hospital (CHOU) project, concerning several building systems behavior using 3D acoustic modelling software that considers indirect transmissions, according *building code DB-HR general option*. Building was designed as a 8 floor level: ground floor, 6 plants for hospital use and a seventh floor for facilities. It highlights evolution of R_A and D_{nTA} parameters and valuation of surface loss taking account of 298 rooms (with average room area of 23 m²). Acoustic project has been carried out by G.O.C.; S.A. engineering.

Keywords: 3D modelling, average room, hospital, D_{nTA} , R_A .

PACS no. xx.xx.Nn, xx.xx.Nn

1 Introducción

El objeto del presente estudio reside en presentar las evaluaciones realizadas para las condiciones acústicas del proyecto de Hospital de Ourense (CHOU), en relación con el comportamiento de diversos sistemas constructivos adoptados. Para realización del proyecto acústico se ha desarrollado la

modelización acústica tridimensional del edificio mediante la herramienta “SONArchitect”, programa de cálculo que considera las transmisiones indirectas entre recintos, según la denominada *opción general establecida por el DB-HR* que permite determinar los niveles de aislamiento a ruido aéreo, niveles de aislamiento a ruido de impacto y niveles de reverberación obtenidos con las soluciones constructivas proyectadas; obteniendo, al final del cálculo, los valores cuantificados con la magnitud acústica que define cada exigencia según el citado DB-HR:

- $D_{nT,A}$ (para el aislamiento a ruido aéreo entre recintos),
- $L'_{nT,w}$ (para el nivel de ruido de impacto),
- $D_{2m,nT,Atr}$ (para el aislamiento a ruido aéreo respecto al exterior).
- T_r (para el tiempo de reverberación)

El edificio se proyecta en 8 niveles sobre rasante, constituido por planta baja, 6 plantas tipo destinadas a uso hospitalario y planta séptima de instalaciones.

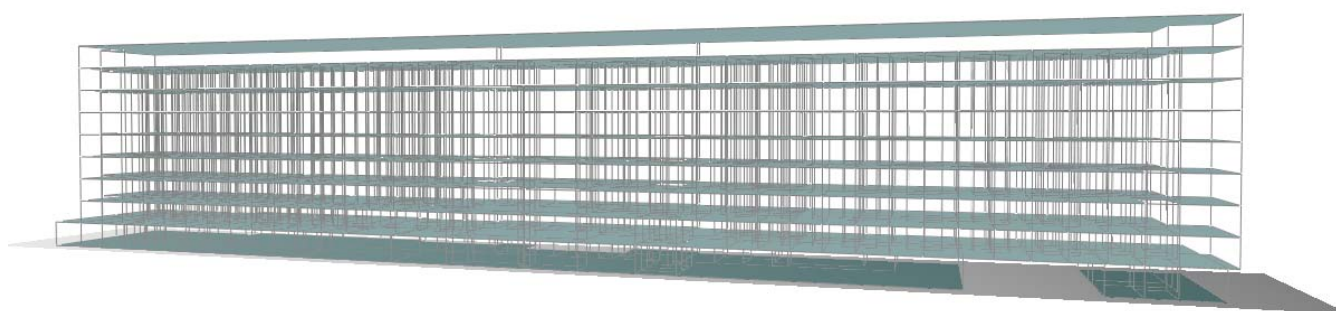


Figura 1 – Vista 3D de la Fase I del Complejo Hospitalario de Ourense (CHOU)

2 Aspectos normativos considerados

La Teniendo en cuenta los condicionantes normativos y las peculiaridades del edificio, se han considerado los siguientes aspectos:

- Cada planta recibe tratamiento de unidad de uso a efectos de aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impacto (exigencias normativas de $D_{nT,A} \geq 50 \text{ dBA}$ y $L'_{nT,w} \leq 65 \text{ dB}$ entre ellas).
- Los requisitos de aislamiento entre planta de habitaciones y planta cubierta con recintos de instalaciones se sitúan en $D_{nT,A} \geq 55 \text{ dBA}$ y $L'_{nT,w} \leq 60 \text{ dB}$.
- Dado que cada habitación de hospitalización está considerada como una unidad de uso, los requisitos de aislamiento entre habitaciones colindantes son de $D_{nT,A} \geq 50 \text{ dBA}$ y $L'_{nT,w} \leq 65 \text{ dB}$.
- La exigencia de aislamiento acústico entre baños colindantes (recintos habitables) se ha de situar en $D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$, no existiendo exigencia relativa al nivel de ruido de impacto.
- El aislamiento entre habitación y zona común (pasillo) se define mediante aislamientos de laboratorio, los cuales han de situarse $R_A \geq 50 \text{ dBA}$ para la parte de tabiquería y $R_A \geq 30 \text{ dBA}$ para las puertas (dato que ha de aportar el fabricante).
- El aislamiento acústico a ruido aéreo entre baños de habitaciones y zona común (pasillo) se ha de situar en $D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$.
- El aislamiento de los recintos interiores de una habitación (habitación/baño) se ha de situar en $R_A \geq 33 \text{ dBA}$.

- En relación al aislamiento respecto al ruido exterior, el DB-HR diferencia, en edificios de uso hospitalario, entre dormitorios y estancias, y sólo exigiendo aislamiento mínimo en los recintos protegidos colindantes con el exterior, en este caso las habitaciones de hospitalización.

Así, las exigencias para ruido aéreo se pueden resumir en la siguiente figura:

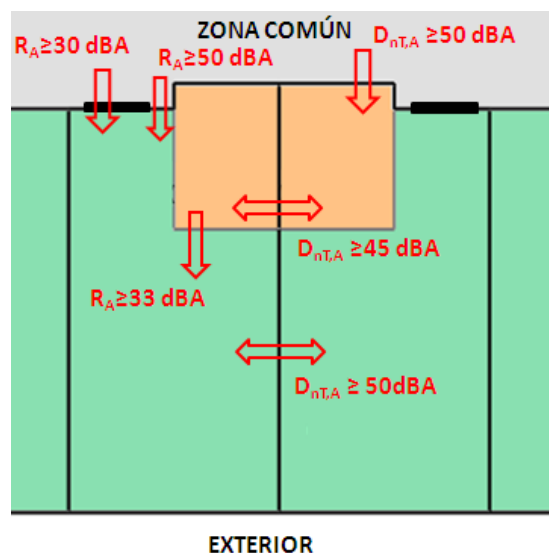


Figura 2 – Valores de aislamiento entre dos unidades de uso (habitaciones) y pasillo.

3 Modelización acústica: Sistemas constructivos propuestos

3.1 Elementos de separación horizontales

Entre plantas de hospitalización son adecuados los **forjados de losas macizas** de 350 mm y entre última planta de hospitalización y planta de instalaciones de 400 mm. Así, los parámetros acústicos de estos elementos son los siguientes:

- **Entre plantas de hospitalización:** Losa maciza de 350 mm de espesor. LM 350 con $m' = 875$ kg/m², $R_A = 69$ dBA y $L_{n,w} = 64$ dB.
- **Entre la última planta de hospitalización y la planta de instalaciones:** Losa maciza de 400 mm de espesor. LM 400 con $m' = 1000$ kg/m², $R_A = 71$ dBA y $L_{n,w} = 62$ dB.

Suelos flotantes entre plantas de hospitalización: AC+M50+ARPE5 con $\Delta R_A = 2$ dBA y $\Delta L_{n,w} = 20$ dB. Elemento elástico comercial en base a polietileno expandido de 5mm (por ejemplo Texsilen de Texsa) debajo de la capa de mortero de 50 mm.

Para evitar transmisiones estructurales el recrecido de mortero debiera de ejecutarse discontinuado entre las habitaciones. El esquema entre éstas podría ser el siguiente para una única perfilaría.

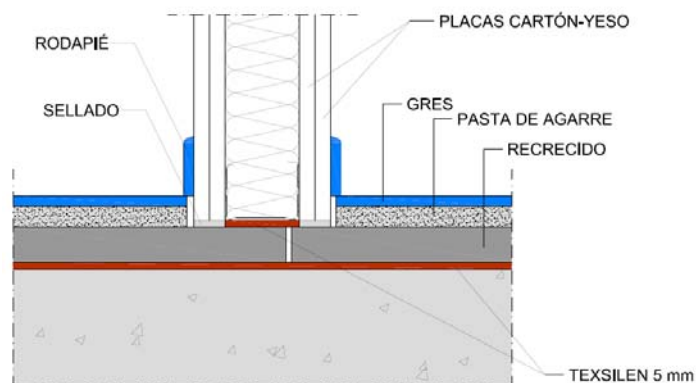


Figura 3 – Ejecución de suelo flotante entre plantas de hospitalización.

Suelo flotante entre la última planta de hospitalización y la planta de instalaciones: AC+M50+ARMW12 con $\Delta R_A=3\text{dBA}$ y $\Delta L_{n,w}=25\text{ dB}$. Elemento elástico comercial en base a lana mineral de 12 mm debajo de la capa de mortero de 50 mm.

3.2 Elementos de separación verticales

- **Entre unidades de uso y pasillos: entre habitaciones de hospitalización y pasillo.** Para estos casos se puede aplicar el siguiente sistema constructivo: YL 2x15 + ATMW46 + YL 2x15. Es decir, doble placa de yeso laminado de 15 mm + lana mineral de 46 mm (con una resistividad al flujo de aire mínima de $5\text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$) + doble placa de yeso laminado de 15 mm. ($R_A > 50\text{ dBA}$). Las puertas han de poseer un aislamiento en laboratorio de $R_A \geq 30\text{ dBA}$ (dato que ha de aportar el fabricante).
- **Separaciones interiores de una misma unidad de uso (tabiquería entre baño y zona dormitorio de habitaciones).** Se aplicará la siguiente tabiquería: YL2x12,5 + ATMW 48 + YL2x12,5. Es decir, doble placa de yeso laminado de 12,5 mm + perfilera con lana mineral de 48mm (con una resistividad al flujo de aire mínima de $5\text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$) + doble placa de yeso laminado de 12,5 mm. ($R_A = 42\text{ dBA}$; $m= 44\text{ Kg}/\text{m}^2$).
- **Entre unidades de uso distintas según el DB-HR: entre habitaciones de hospitalización (tanto en la zona de habitación como en baños).** Modelización acústica con 3 elementos Tipo 3 distintos:
 - a) YL 2x15 + ATMW70 + YL 2x15. Es decir, doble placa de yeso laminado de 15 mm + lana mineral de 70 mm (con una resistividad al flujo de aire mínima de $5\text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$) + doble placa de yeso laminado de 15 mm. ($R_A = 54\text{ dBA}$; $m= 51\text{ Kg}/\text{m}^2$).

Se procede al cálculo y se obtienen los siguientes resultados:

- Aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido entre zonas de dormitorio de habitaciones con **baño no colindante** de una misma planta (como muestra: recintos 211-215): $D_{nT,A} = 50\text{ dBA}$ (aislamiento exigido $D_{nT,A} \geq 50\text{ dBA}$). CUMPLE

- Aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido entre zonas de dormitorio de habitaciones con **baño colindante** de una misma planta (como muestra: recintos 215-219): $D_{nT,A} = 50$ dBA (aislamiento exigido $D_{nT,A} \geq 50$ dBA). CUMPLE

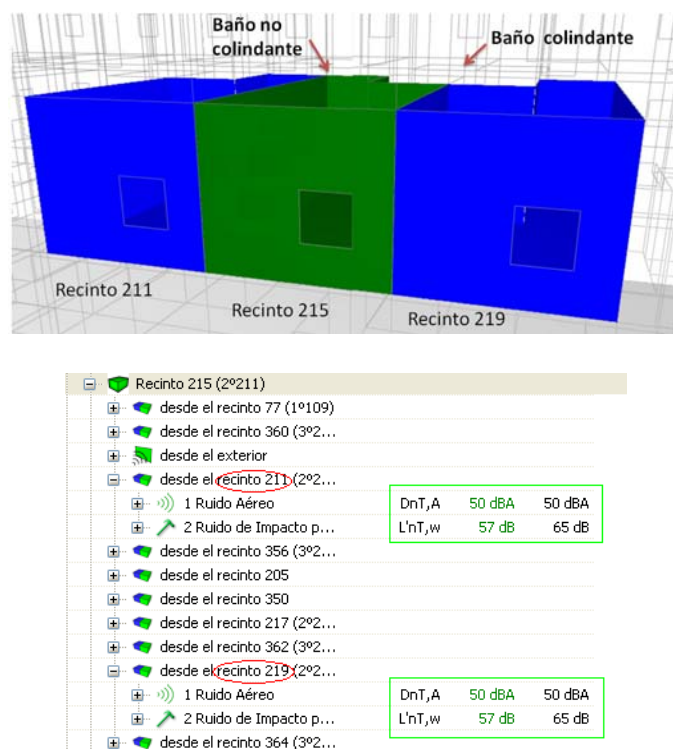


Figura 4 – Ejemplo de recintos colindantes en misma planta: resumen de resultados.

b) Doble placa de yeso laminado con lana mineral de 90 mm

En busca de un mayor margen de cumplimiento se analiza una solución de las mismas características que la anterior pero con un espesor de lana de roca mayor. Los resultados son los siguientes:

- Aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido entre zonas de dormitorio de habitaciones con **baño no colindante** de una misma planta (como muestra: recintos 211-215 o 214-216): $D_{nT,A} = 51$ dBA (aislamiento exigido $D_{nT,A} \geq 50$ dBA). CUMPLE
- Aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido entre zonas de dormitorio de habitaciones con **baño colindante** de una misma planta (como muestra: recintos 215-219 o 216-222): $D_{nT,A} = 52$ dBA (aislamiento exigido $D_{nT,A} \geq 50$ dBA). CUMPLE

Se observa en este caso el fenómeno comentado anteriormente acerca de la superficie del elemento: entre habitaciones que comparten un elemento de mayor superficie el aislamiento obtenido varía en inversamente a la superficie del elemento. Así, en las uniones con baño colindante (menor superficie) se obtiene un aislamiento de 52 dBA, mayor que en las uniones que no comparten baño.

c) Doble capa de yeso laminado con lana mineral de 48 mm, placa de yeso laminado, separación, lana mineral de 48 mm y doble placa de yeso laminado

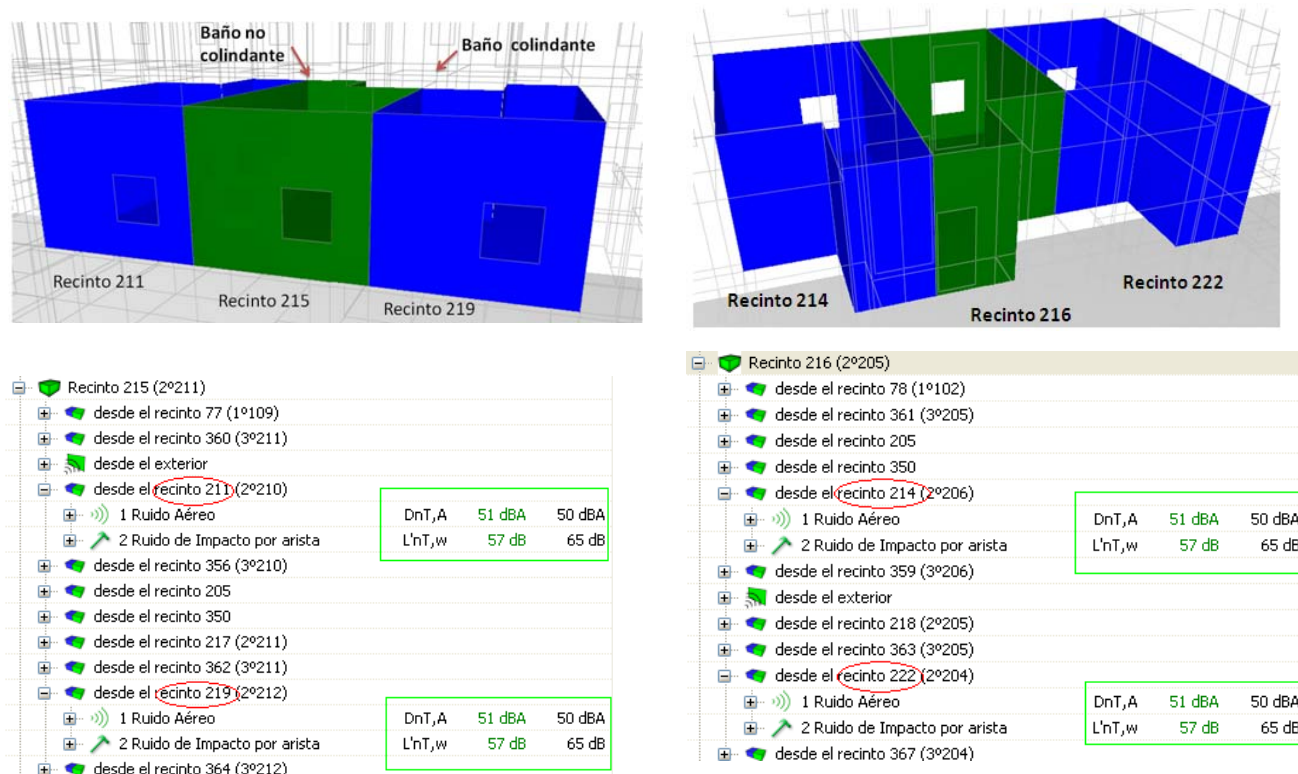


Figura 5 – Ejemplo de resumen de resultados.

Para estudiar una tercera posibilidad se sustituyen los ESV entre habitaciones por el elemento siguiente perteneciente al *Catálogo de Elementos Constructivos*: Doble placa de yeso laminado de 12,5 mm + perfilaría de 48 con lana mineral (con una resistividad al flujo de aire mínima de 5 kPa·s/m²) + placa de yeso laminado de 12,5 mm + separación de 10 mm + perfilaría de 48 con lana mineral (con una resistividad al flujo de aire mínima de 5 kPa·s/m²) + placa de yeso laminado de 12,5 mm. ($R_A = 58$ dBA; $m = 55$ Kg/m²). (YL 2x12,5 + ATMW48 + YL12,5+SP+ATMW48+ YL 2x12,5).

Esta solución constructiva es la que se obtendría a través del método simplificado. Es un elemento bastante mayor que los anteriores, debido a que, como ya se ha dicho, el método simplificado no optimiza las soluciones constructivas. Además, es más ancho que los otros dos elementos (168,5 mm de ancho). Los resultados son los siguientes:

- Aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido entre zonas de dormitorio de habitaciones con **baño no colindante** de una misma planta (como muestra: recintos 211-215 o 214-216): $D_{nT,A} = 51$ dBA (aislamiento exigido $D_{nT,A} \geq 50$ dBA). CUMPLE
- Aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido entre zonas de dormitorio de habitaciones con **baño colindante** de una misma planta (como muestra: recintos 215-219 o 216-222): $D_{nT,A} = 51$ dBA (aislamiento exigido $D_{nT,A} \geq 50$ dBA). CUMPLE

La mejora en el $D_{nT,A}$, varía entre 1 y 2 dBA sobre la primera solución estudiada (sistema YL 2x15 + ATMW70 + YL 2x15), donde el aislamiento previsto entre habitaciones era de 50 dBA, (cumpliéndose la norma DB-HR). Además se comprueba, mediante estas 2ª y 3ª modelización que un elemento de separación vertical de $R_A=58$ dBA no garantiza necesariamente un aislamiento de $D_{nT,A}$ de 53 dB. Es decir, al aumentar el aislamiento R_A del elemento separador no se consigue una mejora de aislamiento siempre igual. Esto varía en función de la importancia de las transmisiones indirectas. Así, alcanzado cierto nivel de aislamiento el efecto de aumentar el R_A del elemento comienza a disminuir.

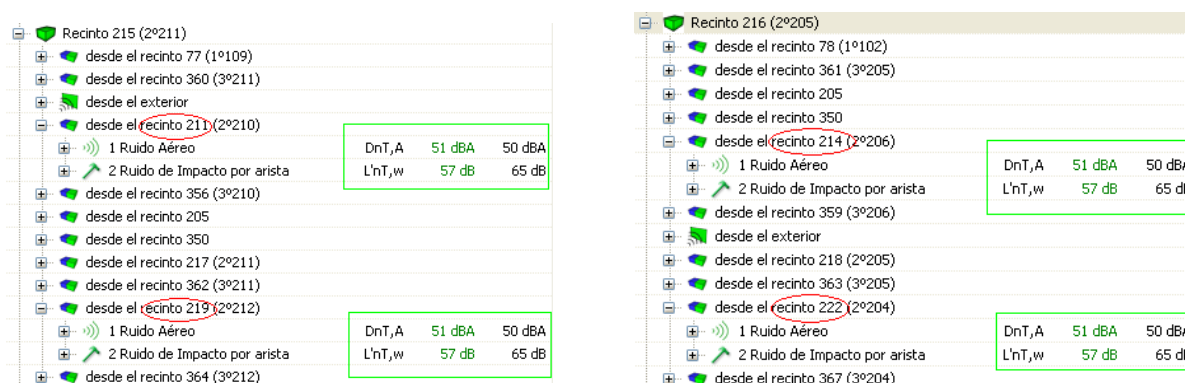


Figura 6 – Ejemplo resultados entre recintos colindantes en misma planta

4 Conclusiones

- La solución (A) YL2x15+ATMW70+YL2x15 cumple todas las exigencias del DB-HR y por lo tanto, es una solución totalmente válida desde el punto de vista acústico. Con ella se obtiene un aislamiento a ruido aéreo de **50 dBA**, justo en el límite exigido. Dada la importancia de una obra de estas características es razonable buscar soluciones que den algo de holgura al aislamiento acústico obtenido.
- La solución (B) YL2x15+ATMW90+YL2x15 cumple todas las exigencias del DB-HR y por lo tanto, es una solución totalmente válida desde el punto de vista acústico. Proporciona una **mejora de entre 1 y 2 dBA** frente a la solución (A) dependiendo de la superficie del elemento. Es una solución muy adecuada por los altos valores de aislamiento obtenidos combinados con un espesor intermedio (150 mm).
- La solución (C) YL 2x12,5 + ATMW48 +YL12,5+SP+ATMW48+ YL 2x12,5 cumple todas las exigencias del DB-HR y por lo tanto, es una solución totalmente válida desde el punto de vista acústico. Proporciona una **mejora de 1 dBA** frente a la solución (A). Es la solución de mayor espesor (168,5 mm) por lo que aunque sus valores de aislamiento son buenos desde el punto de vista arquitectónico será probablemente desechada por la pérdida de superficie útil que conlleva su instalación.



Relación R_A - $D_{nT,A}$

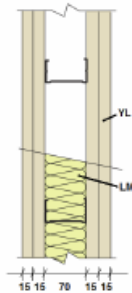
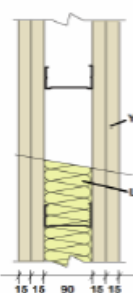
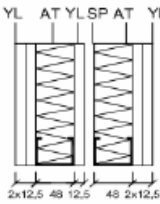
Resulta de gran interés destacar la evolución distinta que presentan el índice de aislamiento de laboratorio R_A y el índice de aislamiento in situ $D_{nT,A}$. Así como el R_A de los elementos se ha ido aumentando en cada modelización, los resultados que el programa arroja acerca del comportamiento real de las soluciones constructivas son bastante similares, y un aumento de R_A no significa un aumento en la misma proporción del $D_{nT,A}$.

- El ESV (A) modelado posee un $R_A=54$ dBA, y se obtiene entre recintos un $D_{nT,A}=50$ dBA. (Reducción de 4 dB).
- El ESV (B) modelado posee un $R_A=55$ dBA, y se obtuvo un $D_{nT,A}=51-52$ dBA. (Reducción de 2-3 dB).
- El ESV (C) modelado adopta un $R_A=58$ dBA, originándose un $D_{nT,A}=51$ dBA. (Reducción de 7 dB).

Este comportamiento es debido a las transmisiones indirectas que se dan en la realidad pero que en los ensayos de laboratorio (índice R_A) no se observan. Se puede plantear del siguiente modo: llegado un determinado nivel de atenuación, el sistema se hace más dependiente de las transmisiones indirectas y no se consigue eliminar su efecto actuando sólo sobre el elemento en cuestión. Estas diferencias demuestran la necesidad de emplear el parámetro $D_{nT,A}$ in situ como exigencia para el cumplimiento de niveles de aislamiento acústico al ruido aéreo, como fija el actual CTE DB-HR, en lugar de un parámetro de laboratorio que obvia una parte de las transmisiones que se dan en la realidad. La solución (C), de mayores dimensiones, es la solución que se obtendría resolviendo por el Método Simplificado que establece el DB-HR. Los resultados obtenidos reflejan el hecho de que según el Método Simplificado se llega a soluciones que sobredimensionan el elemento constructivo en busca de unos valores de aislamiento dentro de lo exigido.

Superficie perdida por elementos de mayor espesor

Otra cuestión de interés es la valoración del espesor de los ESV. Como se expone en la tabla comparativa los espesores son 130, 150 y 168,5 mm, respectivamente. Sobre la superficie de una habitación media de 23 m² aplicando la solución de menor espesor (A), si se aplica la solución de mayor espesor obtenemos una superficie de 22,81 m². Esta diferencia es muy pequeña analizada en una sola habitación, y por lo tanto será despreciable. En el total del edificio, considerando la misma reducción en cada habitación de las 298 existentes se llega a un total de 56,62 m² inutilizados debido a un tabique con 2 cm de espesor superior. Frente a la superficie total del hospital no es un valor a considerar, además no afectará al confort de las habitaciones. La masa de los elementos que se han modelado para el estudio se encuentra entre 51 y 55 Kg/m². Son unos valores muy similares que no resultan determinantes para la selección del ESV más adecuado.

Tabla comparativa de soluciones constructivas ESV Tipo 3			
Solución	A) Doble placa de yeso laminado con lana mineral de 70 mm YL 2x15 + ATMW70 + YL 2x15 	B) Doble placa de yeso laminado con lana mineral de 90 mm YL 2x15 + ATMW90 + YL 2x15 	C) Doble capa de yeso laminado con lana mineral de 48 mm, placa de yeso laminado, separación, lana mineral de 48 mm y doble placa de yeso laminado YL 2x12,5 + ATMW48 +YL12,5+SP+ATMW48+ YL 2x12,5 
m' (kg/m ²)	51	52,5	55
Espesor total (mm)	130	150	168,5
R _a (dBA)	54	55	58
D _{nT,A} superf. Grande (dBA) ⁽¹⁾	50	51	51
D _{nT,A} superf. Pequeña (dBA) ⁽¹⁾	50	52	51
D _{nT,A} Exigido (dBA)	50	50	50
Cumplimiento Ruido Aéreo	Sí	Sí	Sí
Precio (€) ⁽²⁾	80,94	85,31	101,39

Referencias

- [1] Fernández, S.: Trabajo fin de Máster. Máster en Ingeniería de la Construcción, Universidad de Vigo, 2014.