

## CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO SONORO MATERIAL E INMATERIAL DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Alicia Giménez<sup>1</sup>, Rosa M<sup>a</sup> Cibrián<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitat Politècnica de València – <sup>2</sup>Universitat de València

### RESUMEN

Cuando se habla de conservar el patrimonio cultural ¿en qué es lo primero que se piensa? En la preservación de la imagen, quizá por la importancia que en general damos al sentido de la vista, pero el resto de sentidos también son importantes a la hora de captar la realidad de dicho patrimonio, y sobre todo como acústicos, es el oído y las sensaciones que nos proporciona escuchar los diferentes sonidos en los distintos entornos en que se producen. ¿Cómo suena nuestro patrimonio cultural valenciano? A esta pregunta queremos responder desde el pasado, el presente y preservarlo para el futuro. Gracias a las nuevas tecnologías y el avance en la técnica, la virtualización de todo el patrimonio y las técnicas de auralización permiten que pueda ser archivado en bases de datos, disfrutarlo y tenerlo a disposición general y por supuesto conocer como suena.

### ABSTRACT

What is our first thought when we talk about conservation of cultural heritage? We think about image preservation, perhaps because of the importance given to our sight. However, other senses are also important when perceiving heritage and, as acoustic professionals, the sense of ear highlights as it is the one that provides sensations when listening to the particular sounds of the different environments.

How does our valencian cultural heritage sound? We want to answer this question from the past, at present time and preserve it for the future. New technologies such as heritage virtualization and auralization techniques allow to store it so it can be available for anyone to enjoy and experience it sound.

### INTRODUCCION

¿Cómo suena nuestro patrimonio cultural valenciano y cómo conservarlo? Esta es la pregunta a la que queremos responder en esta conferencia. Hablamos por tanto de espacio sonoro y debe remarcar la importancia de su caracterización, que puede permitir su catalogación y acreditarlos como pertenecientes a eventos del Patrimonio Inmaterial Cultural Sonoro de la Humanidad. Por ello, debemos encontrar la forma de realizar el levantamiento sonoro lo más exhaustivo posible.

Y esto no es sencillo, porque no solamente debemos definir y acomodar los parámetros existentes que nos permiten su evaluación cuantitativa, sino que además hemos de preguntarnos para qué nos sirven, y buscar nuevos argumentos más psicoacústicos vinculados a las emociones que perciben los auditores, que ya sabemos se encuentran vinculadas con sus estados anímicos y memorias del espacio y ambiente arquitectónico.

En el Tecnia Acústica'2013, Daumal se preguntaba sobre cuál podía ser el método para evaluar la belleza sonora de un ambiente, y reconocía que la belleza en el arte pictórico, escultórico y musical, se mide tanto por parámetros estéticos, como pragmáticos, e incluso éticos y emocionales.

En dicha conferencia indicaba que, cuando formulamos un juicio sobre una obra de arte teniendo en cuenta sus cualidades intrínsecas, propiamente artísticas, nos valem de un criterio estético.

Cuando compramos una obra porque se ajusta a las medidas o los colores de la decoración de nuestro salón, estamos juzgando la obra según un criterio pragmático. Y si tiene un contenido representativo de un momento de la sociedad, una vivencia de un pueblo o expone o enaltece unos valores morales, entonces juzgamos la obra según un criterio ético y emocional.

Nosotros nos vamos a centrar en “cómo suena nuestro patrimonio”. Y vamos a ver que contiene elementos que nos permite enjuiciarlo desde criterios estéticos y emocionales.

La Comunidad Valenciana ha tenido y tiene un amplio y diverso patrimonio cultural sonoro que consideramos debe ser preservado y que hemos agrupado en 3 grupos claramente diferenciados: el que podríamos denominar patrimonio de espacios abiertos, el de los edificios patrimoniales y el de la acústica arqueológica.

### **PATRIMONIO SONORO EN ESPACIOS ABIERTOS**

Dentro del primer grupo empezaremos por nuestro “sonido/ruido” más representativo, “las mascletás”. Aquí, la sensación predominante es el sonido, pero cuando percibimos una mascletá en directo se siente la variación de presión en el cuerpo, se huele y se ve la explosión de la pólvora, como vemos, se integran muchos sentidos en esta percepción.

Las mascletás forman parte muy importante de la Fallas que este año se presentan para ser consideradas Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO y esperamos que lo consigan. Es difícil explicar a alguien que no las ha vivido desde niño que un sonido que llega a superar en ocasiones los 120 dB pueda resultar tan grato a nuestros oídos.

La "mascletá" es un espectáculo pirotécnico en el que el protagonista es el sonido. Al contrario que los "castillos" de fuegos artificiales, donde el espectáculo lo dan la luz y el color, y el sonido tiene un papel secundario, en la mascletá el ritmo, la progresividad y el terremoto sonoro final son los protagonistas del espectáculo. Podemos definirla como un disparo continuo de cohetes de pólvora que intercala fuego aéreo con fuegos de tierra, componiendo una melodía de menos a más con efectos atronadores impresionantes.

Su origen se remonta a finales del siglo XVIII o principios del XIX. Los hombres valencianos de la época “els mascles” se tiraban petardos a los pies calzados con alpargatas de cáñamo y apostaban a ver quién aguantaba la explosión de más petardos parándolos con los pies. El que más petardos aguantaba era “el més mascle”. Con el tiempo los petardos más potentes empezaron a denominarse popularmente “masclets” y se comenzó a atarlos y unirlos entre sí a través de mechas, para que se pudieran disparar de forma consecutiva. De esa forma fue creándose la “mascletá”.

En cada mascletá (Fig. 1), se queman un total de entre 100 y 200 Kg. de pólvora, se divide tradicionalmente en varias etapas diferenciadas y en cada una de ellas la potencia y el ritmo de las explosiones va creciendo de forma continua. El nivel sonoro aumenta hasta un nivel ensordecedor, pueden alcanzarse valores sonoros superiores a los 120 dB. Los "masclets" más potentes estallan simultáneamente, con un sonido ensordecedor que hace temblar el suelo bajo nuestros pies. Los morteros lanzan al aire simultáneamente decenas de "carcasas" (así se las denomina). El humo, el ruido, y el olor a pólvora inundan la plaza.



Figura 1: Imágenes de una mascletá: Petardos de pólvora “masclets”, parte terrestre y parte aérea.

Nuestro grupo analizó varias masclétas y el histograma de niveles SPL y la distribución acumulativa temporal y permite apreciar que en este espectáculo sonoro casi durante el 90% de su duración los niveles son superiores a 90 dB.

El análisis espectral, dada su duración y el tipo de señales acústicas que la forman, es aproximadamente el mismo para todas ellas y claramente no estacionario.

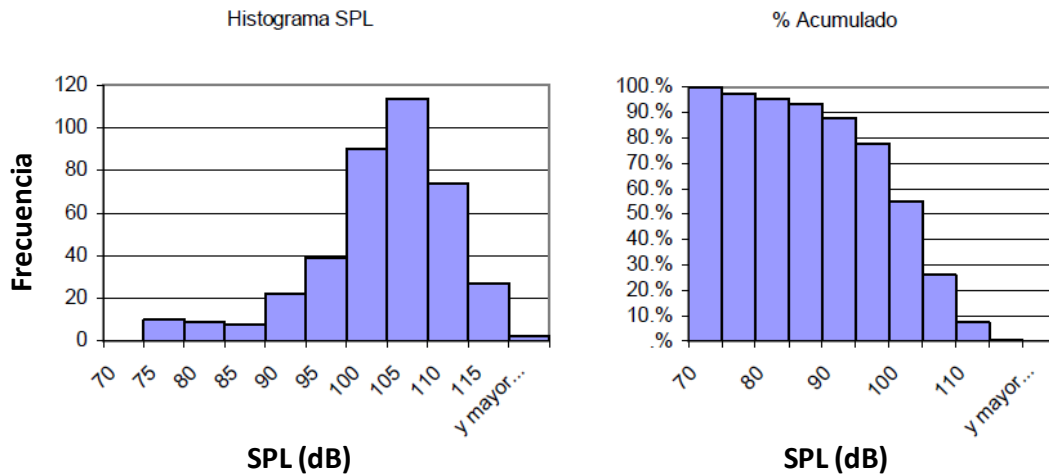


Figura 2: Niveles de presión sonora (SPL) durante una masclétá tipo.

Para analizar este fenómeno sonoro es más adecuado quizá recurrir a los diversos parámetros que la psicoacústica introduce, siguiendo a E. Zwicker. El parámetro que nos ha parecido más relevante, dado su algoritmo de cálculo, es el sharpness utilizado para cuantificar la molestia. El rango de valores de este parámetro está entre [1.1, 2], con valor medio 1.46 acum. Se observa que en la masclétá, sólo en el 2% de la duración se sobrepasan los 1.75 acum, nivel a partir del cual se puede considerar molestia (Fig. 3).

Por otro lado, aunque no hay un algoritmo claro para determinar el “ritmo”, éste se puede calcular a partir de las variaciones de Loudness a lo largo de la duración de la masclétá a intervalos de 64 valores por segundo. Se obtiene un espectro de variación del Loudness con un rango de frecuencias hasta 32 Hz, y realizando este análisis sobre 5 masclétas diferentes, aparece una primera componente alrededor de los 4 Hz, valor que se toma como referencia para definir diferentes parámetros psicoacústicos (Fluctuation, Roughness). Esta componente tiene un significado especial en nuestro sistema auditivo ya que el número medio de sílabas por segundo a una velocidad de habla normal es 4.

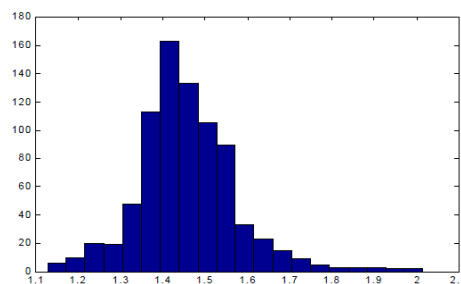


Figura 3. Distribución de valores de sharpness durante una masclétá.

Quizá algunos piensen que la mascletá es solamente un ejercicio de pirotecnia con un volumen sonoro insoportable, cuando en realidad es un verdadero concierto musical y Andrés Lara Sáenz, en su publicación “Análisis acústico de una manifestación pirotécnica: “mascletá”, indicaba que: “Aquello me impresionó en varios aspectos; era ante todo un espectáculo, que conforme se iba desarrollando, provocaba una inevitable atracción y admiración, superior a toda idea de apartamiento o defensa, reacción propia ante niveles tan elevados de ruido”. “Un análisis acústico de la mascletá permite distinguir un fenómeno de repetitividad o periodicidad, una tendencia de aumento a lo largo del tiempo y un margen sostenido de variación de niveles instantáneos. Constituye una manifestación pirotécnica en la que pueden apreciarse características de ritmo, armonía, continuidad y crescendo”.

La mascletá no es sólo volumen, el volumen no es el arte. Como indica Daumal, el arte musical es saber componer e interpretar con cualquier sonido. Por eso la mascletá es arte, y parametrizar el arte no es nada fácil especialmente si lleva implícito el sentimiento sonoro de un pueblo, el parámetro emocional, al que hacíamos referencia al hablar de una obra de arte, además del estético.

El segundo elemento importante en nuestra cultura musical son las bandas de música. Las sociedades musicales, presentes en el 90% de los municipios de más de 200 habitantes de la Comunidad Valenciana, conforman un proyecto social y educativo único en el mundo. Son el principal agente cultural de nuestra Comunidad y han sido declaradas Bien de Relevancia Local (BRL) por la Generalitat Valenciana.

En nuestra comunidad hay 544 sociedades musicales (el 50% del total en toda España) con 40.000 músicos, 60.000 alumnos de escuelas de música y más de 200.000 socios. De estas 544 sociedades musicales, el 30% (163 sociedades) tienen más de 100 años y 32 de éstas tienen acreditados más de 200 años de historia. Como hemos dicho, prácticamente cada pueblo o incluso barrios de la ciudad tienen su propia banda de música. La preservación de este bien inmaterial podríamos pensar que está asegurada por las grabaciones de alta fidelidad de sus interpretaciones en salas de conciertos, pero su mayor interés está en su integración en el paisaje sonoro de calles, glorietas y un sin número de actuaciones al aire libre, acompañando manifestaciones festivas, procesiones y la mayoría de las fiestas populares, algunas de las cuales como la fiesta de la Mare de Deu de Algemesí, está considerada Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la Unesco, o las conocidas fiestas de Moros y Cristianos que se realizan en muchos pueblos y ciudades de nuestra comunidad, acompañadas de música de tableters y dolçaines , y que también están reconocidas como BRL.

¿Cómo abordar el estudio conjunto de la banda de música o agrupación musical en un entorno abierto? Es un trabajo complejo ya que es una fuente extensa móvil en recinto abierto. Nuestro grupo no ha trabajado en el análisis de este tipo de señal, y en la bibliografía consultada hay escasas referencias relacionadas con este tema, pero sí que consideramos que es un tema relevante y hace unos meses presentamos un proyecto conjunto entre varias universidades (Navarra, Barcelona y Valencia) para abordar el estudio entre otros de la virtualización de estos entornos sonoros

La hipótesis de partida de este proyecto es que el paisaje sonoro urbano tanto en exteriores como en interiores debe ser descrito de forma más amplia de lo que establece la legislación actual y que esta descripción puede tener mayor relación con la molestia o el agrado subjetivo de lo que lo tiene con la simple descripción del nivel sonoro equivalente y que, el sonido, los ambientes acústicos, los sonidos de la naturaleza y los recuerdos sonoros, son un elemento que define la condición diferencial de una cultura, que es preciso salvaguardar, revitalizar, regenerar y difundir. El sonido de un espacio configura la identidad sonora de este lugar y forma parte del patrimonio cultural, tal como especifica la Convención por la Salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial.

Para esta descripción, es necesario investigar, desarrollar, implementar y utilizar procedimientos más eficientes y con mayor alcance, en cuanto a información se refiere, de los que actualmente describen los actuales mapas sonoros. Entre ellos las redes inalámbricas de sensores acústicos (WASN) permiten muestreos sonoros espacial y temporalmente más finos que con los actuales

y cobran especial relevancia los diferentes parámetros psicoacústicos que relacionan la molestia o agrado subjetivo generada en cada paisaje sonoro estudiado. En este sentido, de nuevo la conexión con la psicoacústica nos puede ser útil para usar algunas herramientas que son comunes, como las ya mencionadas anteriormente, el “loudness” que describe bien la potencia sonora, o los que realizan una buena descripción espectral, “sharpness”, “roughness”, “fluctuation strength” y el “pitch” o tonalidad global que se presenta en el entorno sonoro en estudio.

Ahora bien, este estudio de la molestia/agrado será más viable si se usan auralizaciones para la evaluación de los diferentes paisajes sonoros, ya que se trabaja en condiciones más controladas que con los registros directos de estos paisajes. Este procesado de la señal que se ha aplicado ampliamente en acústica de salas, sólo recientemente se ha utilizado en acústica ambiental y aislamiento.

En este sentido, el elemento clave en todos los estudios en acústica ambiental es un sintetizador que simula la emisión acústica de diferentes fuentes sonoras, que operan en diferentes condiciones. La emisión básica puede obtenerse a partir de registros sonoros individuales secos o anecoicos, realizar el filtrado o la convolución con la respuesta impulsiva del entorno correspondiente y combinarlos de manera granular para obtener un entorno multifuente que se aproxime a la descripción del entorno particular que queramos describir. Este sintetizador de emisión debe complementarse con un filtro temporal variable para simular efectos de propagación sonora de las posibles fuentes móviles a la posición del receptor.

El resultado de la aplicación de las auralizaciones al entorno sonoro debe compararse con grabaciones reales para evaluar la calidad de la auralización, y mediante la realización de listening-tests, de presentaciones binaurales y multicanal de los estímulos extraídos a sujetos o grupos de sujetos, se podrán parametrizar las variaciones de las auralizaciones para tener un control mayor de los parámetros que influyen en la señal fuente, para finalmente comparar la molestia/agrado de las señales medidas y sintetizadas, a partir del modelo de Zwicker u otros modelos psicoacústicos que han sido propuestos por diferentes investigadores, dependiendo del tipo de fuentes presentes en el entorno estudiado.

## **PATRIMONIO SONORO EN ESPACIOS CERRADOS EXISTENTES O DESAPARECIDOS**

El segundo grupo de interés para nosotros son los edificios patrimoniales, algunos de ellos específicamente dedicados a la música o el habla, Catedrales, Basílicas, Iglesias, Teatros, Salas de Conciertos, Auditorios de distintas ciudades y otros edificios civiles como la Lonja de la Seda o los Palacios, que aunque inicialmente su objetivo no era la audición, actualmente pueden ser utilizados para distintos eventos en los que la música o el habla juegan un papel importante. Son también de gran interés los edificios que actualmente están en ruinas o incluso ya no existen pero que tuvieron una importancia destacable en nuestra historia como son los teatros o corrales de comedias, como es el caso de la Olivera o monasterios que tuvieron gran importancia en su momento histórico que desaparecieron con la desamortización de Mendizábal, como es el caso del Monasterio de la Murta y que constituyen el grupo de la **acústica arqueológica**.

En nuestra investigación nos hemos centrado en la virtualización de estos edificios para permitir la auralización en ellos de cualquier tipo de señal acústica y percibirlo como en el espacio real.

Ahora bien, la metodología para tratar los edificios existentes y los desaparecidos es obviamente diferente, etiquetándose el estudio de éstos últimos como acústica arqueológica.

### ***Metodología para los entornos existentes.***

En nuestro caso, hemos utilizado el esquema de la figura 4 para realizar la simulación en 3D y la correspondiente auralización de edificios de gran interés histórico como la capilla del Santo Cáliz de la Catedral de Valencia y el edificio de la Lonja de los Mercaderes o de la Seda,

patrimonio de la Humanidad desde 1996, ya presentados en anteriores ediciones de Tecnia Acústica y en publicaciones nacionales e internacionales. El nuevo reto en el que nos hemos centrado actualmente es la simulación de la Basílica de Santa María para poder llevar a cabo la auralización del Misteri d'Elx, proclamada Obra maestra del Patrimonio Oral e Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO desde 2001.

La simulación de este bien patrimonial implica la utilización de las herramientas, modelos y algoritmos utilizados para las salas, ya que ha sido necesario, siguiendo el esquema indicado:

Modelizar la Basílica de Santa Maria de Elx en la que se realiza la representación, y

Disponer de la señal anecoica de los pasajes cantados en la representación del Misteri para su auralización.

Respecto al punto 1, la simulación de la Basílica, ha resultado necesario modelizar el recinto en las dos situaciones de utilización: sin tramoyas (situación habitual de uso) y con las citadas tramoyas, imprescindibles para la realización de la representación artística del Misteri (Fig.5). Estas dos situaciones ha sido necesario modelizarlas tanto para una simulación visual realista como para una simulación acústica.

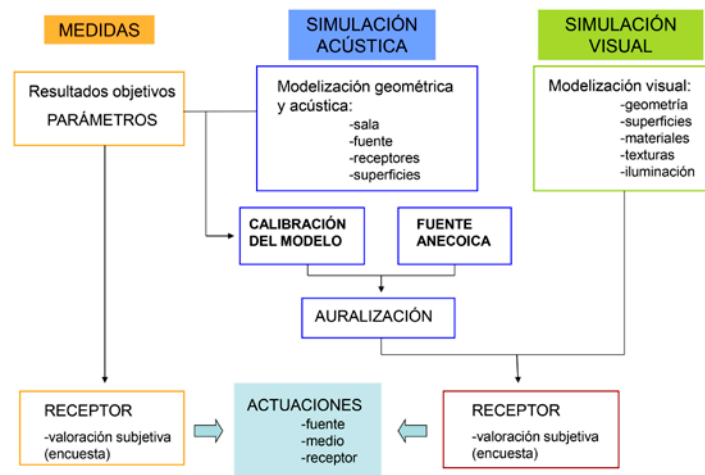


Figura 4. Esquema de las fases de un proceso de simulación virtual acústica.

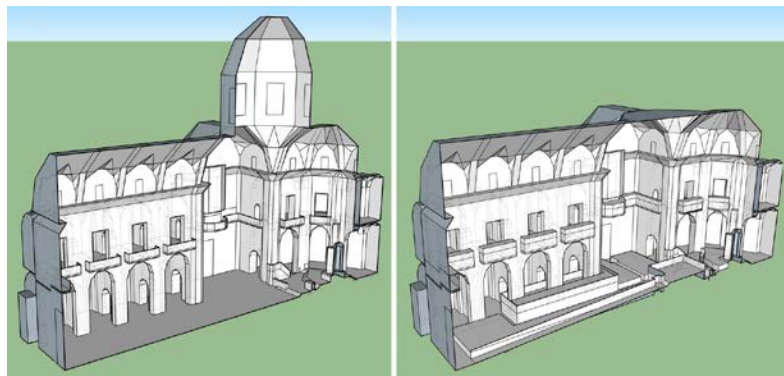


Figura 5. Modelos de la Basílica de Santa María de Elche, sin y con tramoya. En el modelo de la derecha no está modelizada la cúpula ya que en la representación del Misteri la cúpula está cerrada interiormente.

La complejidad de este edificio, al igual que el de la mayoría de los edificios patrimoniales, hace difícil su modelado geométrico. Dado que el objetivo último de estos modelos tridimensionales consiste en crear un entorno lo más realista posible tanto a nivel visual como acústico, aunque se puede partir de un mismo modelo, para sacar el máximo rendimiento a cada aspecto y debido a las incompatibilidades entre los diferentes programas, resulta ventajoso elaborar un modelo específico para cada caso, y después combinarlos ambos en un entorno de realidad virtual como el CAVE

Tras probar diferentes programas y objetos para la elaboración de los modelos, en nuestro caso hemos optado por combinar AutoCAD y 3DsMAX para el modelo visual y AutoCAD y SketchUp para los modelos acústicos. AutoCAD permite un alto nivel de precisión que resulta indispensable en el caso de espacios arquitectónicos con geometrías tan complejas como una Basílica y SketchUp permite construir caras sin límite de vértices, compatibles con los softwares de simulación acústica. Construyendo la estructura alámbrica de los elementos más complejos en AutoCAD y exportándola a SketchUp para el modelado de las caras se han conseguido buenos resultados, minimizando los errores y el tiempo invertido.

Debemos señalar que los nuevos scanners 3D digitales pueden facilitar mucho la elaboración de estos modelos geométrico-realistas y pueden ser de mucho interés para un estudio exhaustivo del Patrimonio.

Para la simulación visual es imprescindible la texturización de los modelos ya que permite dotarlos de ese acabado visual que simula el entorno real. El programa de modelado 3Ds Max es una herramienta muy potente para esta simulación y la construcción de edificios de forma virtual. El programa permite aplicar a los elementos texturas elaboradas a partir de imágenes de los propios edificios y dispone de diversos modificadores para acoplar las texturas según el elemento sea plano, circular, paralelepípedo, o incluso permite ajustar la textura punto por punto sobre el objeto deseado, cuando la geometría es más compleja. También es posible aplicar efectos de relieve y rugosidad para aproximar las texturas a su apariencia real y ofrece la utilización de combinaciones de luces de todo tipo, para imitar la luz natural del sol o la artificial, y lograr un efecto muy realista del modelo. En la figura 6 se representa imágenes del proceso de texturización de la Basílica de Santa María



Figura 6. Evolución del proceso de texturización de la Basílica de Santa María de Elche, desde el modelo geométrico y la sucesiva incorporación de elementos.

Para la simulación acústica a cada uno de los polígonos que forman el modelo, se les deberá añadir sus características acústicas propias. Para ello, debido a las singularidades de los materiales que componen estos espacios patrimoniales y los cambios que pueden haber experimentado por el paso del tiempo, dada su antigüedad, ha resultado imprescindible la obtención de los valores reales de la absorción de los materiales que integran el entorno, lo que hemos realizado mediante la medida de la absorción "in situ".

El proceso final es la calibración de los dos modelos acústicos con y sin tramoyas, para lo que ha sido necesario, registrar previamente la medida de los parámetros acústicos en ambas situaciones.

Respecto al segundo punto, la auralización del Misteri, sabemos que para poder obtener la señal auralizada en un entorno, además de la determinación de las características acústico-energéticas en cada ubicación (mediante la medida de la IR en cada punto considerado), se necesitan grabaciones anecoicas para poder realizar la convolución con la correspondiente IR. El problema que nos encontramos es que el registro de la señal en condiciones anecoicas dentro de una cámara, en nuestro caso resulta prácticamente imposible de realizar y además no cumple con los objetivos que se persiguen, ya que, se busca obtener una señal que se aproxime a las características reales de la interpretación.

En esta obra hay piezas a una voz (casi todas ellas se basan en la monodía gregoriana), a dos voces, tríos y piezas corales a cuatro voces. Dado que para los cantores/ejecutantes músicos necesitan escucharse tanto a si mismos si son solistas, como al resto del grupo si actúan como coro o agrupaciones musicales, no es posible hacerles actuar de forma independiente en la cámara, ni a la agrupación completa, que en algunos pasajes supera los 50 ejecutantes.

Por tanto, para obtener las grabaciones “anecoicas” necesarias para realizar la convolución con las IR, hemos apostado por una metodología de grabación de la señal en la sala de ensayo de los cantores y escolanía del Misteri (no anecoica), reduciendo al máximo el ruido de fondo y la reverberación mediante cortinas acústicas, para una vez grabada la señal eliminar la contribución de la sala y poder obtener una señal equivalente a campo libre.

Las características de esta grabación, se presentaron en el Tecniacústica'2014. Se utilizó un sistema multicanal de grabación formado por 8 micrófonos (cuatro omnidireccionales y cuatro direccionales) que rodean la fuente sonora y registran la señal simultáneamente. Este tipo de disposición de micrófonos permite obtener grabaciones para diversos formatos estándares de reproducción de audio: estéreo, cuadrafónico, 5.1 y 7.1. Al mismo tiempo se realizó la grabación binaural mediante un torso de Head Acoustics y unos auriculares-micrófono. Este dispositivo nos permite comparar los distintos formatos y las grabaciones binaurales mediante la determinación de diferentes parámetros objetivos.

La grabación de los cantores se realizó registrando sus localizaciones y con los micrófonos en la misma situación (Fig. 7). Con la sala vacía y fuente omnidireccional mediante una señal sweep se obtuvo la IR de la sala para cada punto de interés. Para el caso del coro, que estuvo formado en diversos momentos por un número variable de personas, se determinaron las respuestas impulsivas colocando la fuente en una cuadrícula densa rectangular de posiciones. De esta manera se conoce el efecto de la sala sobre las grabaciones realizadas.

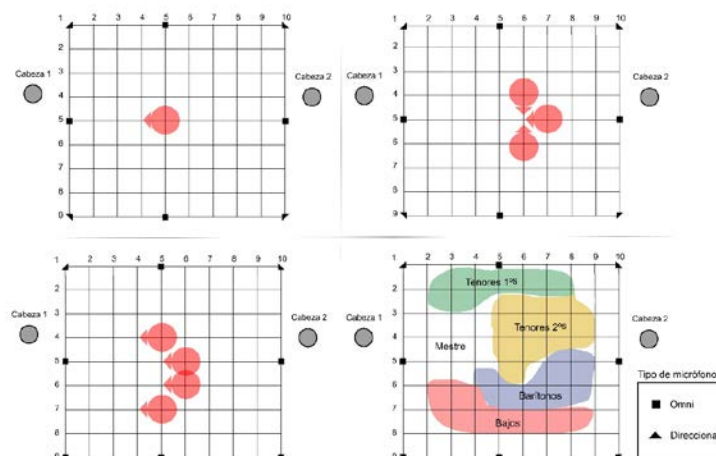


Figura 7: Ubicación y orientación de los cantantes y micrófonos y cabeza dentro de la retícula marcada en la sala de ensayo para las grabaciones.



Indudablemente el tener la grabación multicanal de la forma que se ha realizado presenta numerosas ventajas. En este momento se ha conseguido la señal anecoica para una sola voz interpretando la canción monódica “germanes mies” (hermanos míos) que ya ha sido presentada en este congreso.

El Misteri d’Elx se representa todos los años durante los días 15 y 16 de agosto en la Basílica de Santa María d’Elx. Es un drama litúrgico musical en dos partes (“La Vespra” (la víspera) y “La Festa” (la fiesta)). Narra la muerte y ascunción al cielo de la Virgen María. Tiene un carácter popular, ya que los cantores son de todas las edades y en su mayoría gente aficionada a la música y al canto coral, que participa en la fiesta de manera desinteresada y la afluencia año tras año a la basílica es masiva, por lo que la absorción correspondiente al público es un parámetro realmente importante que será motivo de estudio para poder recrear totalmente la acústica de la basílica durante la interpretación de esta obra.

El tercer y último grupo de interés en esta exposición, dentro del estudio del comportamiento acústico de los edificios patrimoniales, es su “acústica arqueológica”, es decir poder saber cómo eran y cómo sonaban estos edificios en el momento de su inauguración y a lo largo de las distintas modificaciones en su historia particular.

En este sentido ya hemos analizado la evolución del Teatro Principal de Valencia, uno de los más antiguos de España, dentro del estilo italiano, desde 1832 (inauguración), hasta la actualidad (Fig.8), y las variaciones que ha experimentado la Basílica de Santa Maria de Elche, de la que acabamos de hablar, con la intención de poder virtualizar el drama litúrgico del Misteri en las distintas etapas de su evolución.

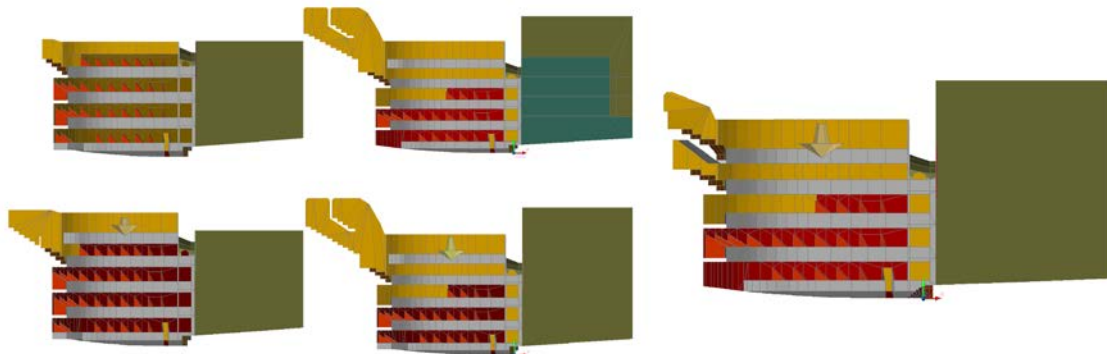


Figura. 8. Evolución del Teatro Principal de Valencia desde su inauguración en 1832 pasando por las modificaciones de 1859, 1928, 1968 y la de 2012 que corresponde a su estado actual.

Independientemente del indudable interés de este tema dentro de la acústica arqueológica, en esta conferencia queremos centrarnos en la reconstrucción acústica de edificios no existentes o en ruinas. En este caso la reconstrucción debe realizarse a partir del análisis de los restos, si los hay y de la documentación archivística, por lo que, sobre el esquema anterior relativo a la metodología para la simulación virtual acústica de los edificios existentes (Fig. 4), es necesario realizar ciertas modificaciones en atención a la inexistencia del entorno a estudiar. Así:

No se pueden determinar parámetros acústicos ni objetivos ni subjetivos

No se puede conocer la absorción real de los materiales empleados en su construcción

No es posible obtener fotografías reales para el proceso de texturización.

La imposibilidad de realizar medidas de los parámetros acústicos en el edificio a estudiar implica que no puede realizarse una calibración del modelo acústico, si bien, puede compararse los parámetros obtenidos en el modelo generado con algún entorno de similar fecha de construcción y volumen.

La medida de la absorción, no puede hacerse “in situ”, ni conocerse exactamente las características de los materiales utilizados. En este caso se recurre a la descripción del maestro de obras que en ocasiones puede encontrarse en los archivos históricos o también puede servir de referencia edificios existentes de la misma época, considerando que sean similares los materiales de construcción.

Para la texturización hay que estudiar los restos que queden, gráficos de la época o de nuevo la referencia histórica de imágenes de época de otros edificios y a partir de ello simular el no existente.

Vemos pues que en este tipo de estudio, el análisis acústico se solapa con el estudio de los archivos, tarea en ocasiones más compleja y dificultosa.

A título de ejemplo vamos a presentar la reconstrucción de dos edificios, uno totalmente inexistente en la actualidad, la Olivera, construida en la ubicación de la primera Casa de Comedias de Valencia y otro en ruinas como es el Monasterio Jerónimo de la Murta (Fig. 9).



Figura 9. Fotografías del estado actual de la iglesia del monasterio: Parte anterior de la iglesia con vista de arco y Torre de las Palomas. Parte de una capilla lateral, altar, losetas del suelo. Detalle de los arcos. Vista de la parte posterior de la iglesia.

En el caso de la Olivera, que se ha presentado en este congreso, se construyó en 1618, sustituyendo a la primera casa de Comedias que tuvo la ciudad de Valencia durante 34 años. De la primera casa de representaciones teatrales se tiene escasa información y se conoce poco más que su existencia y ubicación en la actual calle Comedias. La ampliación que se realizó de este edificio sí que está perfectamente documentado (“Libre de la Administració de la Obra de la Casa de la Comedia”. Archivo General y Fotográfico de la Diputación de Valencia), donde puede encontrarse una descripción detallada de los materiales que componían este edificio. Este corral se entronca con la actividad teatral de nuestro siglo de oro, lo que ha motivado que el Microcluster de Patrimonio y Teatro Clásico de las dos universidades públicas valencianas, del que nuestro grupo forma parte, se haya interesado por su reconstrucción virtual.

El edificio (Fig.10) tenía una geometría en planta sensiblemente circular con una anchura de unos 15 metros y una profundidad de 13 metros. Disponía de planta baja y dos alturas y se encontraba cubierto. Tenía capacidad para unos 1800 espectadores. La documentación existente incluye estudios detallados sobre el aforo y un plano esquemático de su distribución en planta del año 1678. (Fig.10 Izda). La planta baja contaba con sillas en las que se ubicaban la nobleza, clases para-nobiliarias y clero; bancos detrás de éstas y unas gradas al fondo. La primera planta estaba dividida en 20 aposentos que constituían las localidades más caras y lujosas del teatro. Por último, la segunda planta conocida como “cazuela” estaba reservada exclusivamente a las mujeres. Cada una de las zonas contaba con un acceso propio independiente.

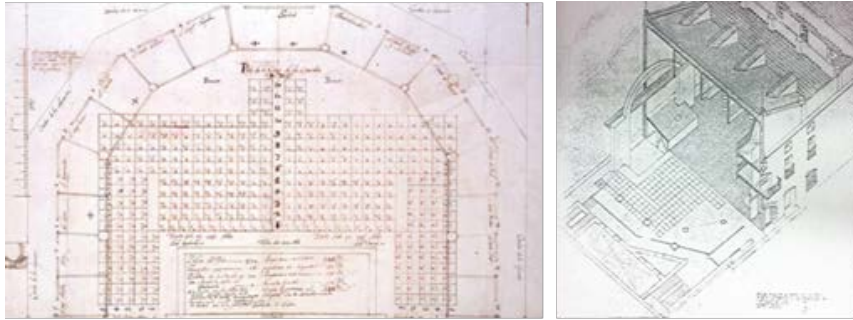


Fig 10. (Izqda) Planta esquemática de la Casa de Comedias de Valencia en el año 1678, anónimo, Valencia, 1678 (Archivo General y Fotográfico de la Diputación de Valencia). (Dcha) Reconstrucción del Teatro de la Olivera en base a la capitulación de 1618 y el plano de 1678. Axonometría. (Ros J.L.: L'efimer en la formació del barroc valencià, 1599-1632. Tesis doctoral, 1981.)

El escenario estaba formado por un único tablado rectangular que el público rodeaba por tres de sus lados, detrás se encontraba el vestuario de los actores y sobre éste un balcón corrido, al que se accedía por dos escaleras laterales en el exterior del vestuario, llamado "balcón de las apariciones" y utilizado para la representación de personajes abstractos o figuras morales. Esta Casa de Comedias permaneció en uso hasta 1715 cuando, debido a su mal estado, se decidió demolerla y construir una nueva que se mantuvo hasta 1750.

Utilizando la metodología comentada anteriormente se ha elaborado un modelo simplificado de la Nueva Olivera (Fig.11), utilizando los software AutoCAD y SketchUp. Se han identificado los materiales con los que fue construido el teatro (piedra de Godella, ladrillo, revestidos con yeso o imitando piedra, madera, baldosas cerámicas etc) y se han asignado a las superficies las absorciones correspondientes.

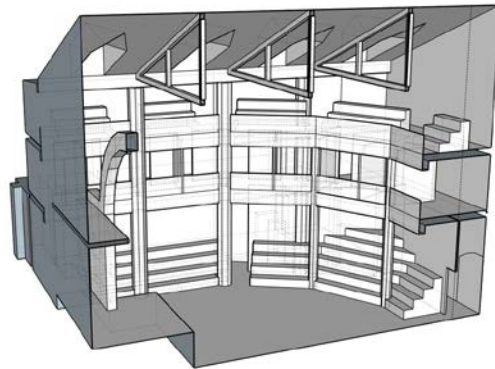


Fig 11. Modelo geométrico de la Nueva Casa de la Olivera.

En este caso, las auralizaciones que se pretenden crear en este edificio corresponden a actores declamando fragmentos de nuestro teatro clásico. En este caso la señal anecoica si puede obtenerse de la forma habitual y está actualmente en fase de realización.

Y por último, respecto al Monasterio Jerónimo de la Murta situado el Valle de la Murta (también llamado el viejo Valle de los Milagros –Vall dels Miracles, Alzira), fue fundado en el siglo XIV por un grupo de monjes que vinieron de otro monasterio Jerónimo de la zona (Sant Jeroni de Cotalba). El estudio de la fase final de este monasterio se presentó en Tenciacústica 2014.

La primera iglesia del monasterio (Fig. 12a) estaba ubicada en lo que en la actualidad se reconoce como la sacristía y la nueva iglesia (Fig. 12b) estaba junto a la vieja, utilizando como se ha comentado la antigua iglesia como sacristía.



Figura 12. (a) Acuarelas de la sacristía pintadas por M.Peris. (a) Iglesia antigua. (b) La nueva iglesia de 1846

La arquitectura de la nueva iglesia mostraba un edificio tradicional con una nave con capillas entre contrafuertes. Una característica común en las iglesias de las órdenes mendicantes, como la de los Jerónimos, era un coro alto a los pies de la iglesia y una cancela alta y una austeridad en la decoración. El uso del ladrillo permite una importante reducción de costes y una construcción más rápida.

Después de la desamortización de Mendizábal el monasterio fue abandonado y vendido a propietarios privados que abandonaron el edificio y fue degradándose hasta un estado de ruina que se refleja en la situación actual.

Para la rehabilitación virtual de la nueva iglesia del monasterio se realizó una campaña de medidas en las ruinas de la iglesia para obtener información tanto de medidas geométricas como de absorción de los materiales aun existentes. A partir de estos datos se ha desarrollado un modelo geométrico.

En el modelo se han usado materiales que se encontraron en la bibliografía referida sobre el monasterio, teniendo en cuenta las descripciones de la iglesia. En este momento, aún no se ha hecho un estudio de los materiales que se encontraron 'in-situ'. En la Figura 13 se muestran varias vistas del modelo de la iglesia. La simulación se ha realizado sin tener en cuenta la decoración de la iglesia (i.e. estatuas, pinturas, altar y retablo, órgano, etc.), porque en el modelo se considera la situación de la sala en 1846, cuando el templo ya estaba vacío.

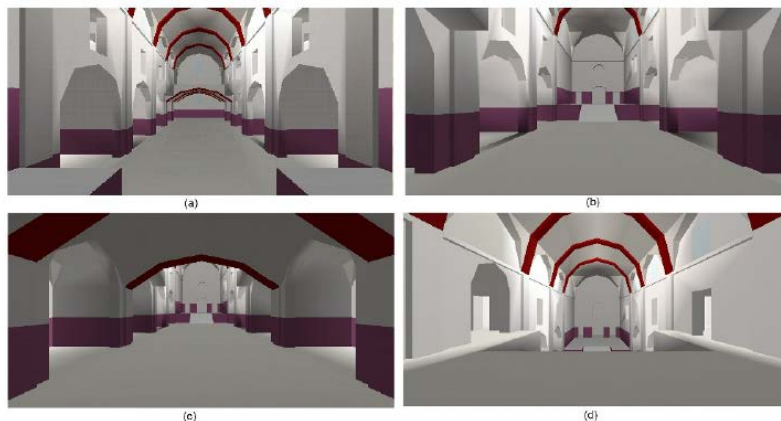


Figura 13. Diferentes vistas del modelo. (a) Desde el altar. (b) Desde la mitad de la iglesia. (c) Desde la parte posterior. (d) Desde el coro

Después de la simulación acústica, realizada con ODEON y fuente omnidireccional, los resultados muestran que esta iglesia (con sus 8000 m<sup>3</sup> aproximadamente de volumen) era bastante reverberante y superior a los 2.2 s (valor óptimo según la expresión de Perez Miñana para las Iglesias) y el uso de revestimientos era necesario para diferentes propósitos (sermones, servicios musicales, etc.).

La auralización de una pieza musical de Mosen Vicent Olmos Claver, maestro de capilla en la última parte de la vida del monasterio (entre 1796 y 1812), y que corresponde al salmo llamado "Deus in adiutorium meum intende", compuesto para 4 voces, 2 violines, órgano y bajo continuo, permite recrear la música en este monasterio.

Con la exposición de estos dos casos, uno inexistente pero bien documentado y otro en ruinas, vemos que esta Metodología es aplicable al inmenso patrimonio cultural español inexistente o en ruinas y cuya reconstrucción virtual sería de interés general y particular para cada zona.

## CONCLUSIÓN

Dado que la conservación de la riqueza cultural de un país es quizá uno de sus bienes más importantes y también más vulnerables ya que está sujetos en ocasiones a fenómenos no controlables como catástrofes naturales, locuras o problemas presupuestarios que impidan su conservación, consideramos que gracias a las nuevas tecnologías y el avance en la técnica, la virtualización de todo el patrimonio permite que pueda ser archivado en bases de datos y disfrutarlo y tenerlo a disposición general.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Ciencia e Innovación por la concesión de los proyecto de investigación BIA2003-09306-C04-01, BIA2008-05485 y BIA2012-36896.

A los responsables de las salas y edificios patrimoniales.

Al Grupo de Investigación en Acústica Virtual UPV-UVEG, integrado por Ana Planells, Jaume Segura, Salvador Cerdá y Arturo Barba, que han colaborado activamente en la preparación de esta conferencia.

## REFERENCIAS

Daumal F Tecniacústica'2013, Daumal

Davies WJ. Editorial of the Special Issue: Applied soundscapes. Applied Acoustics, vol 78, 2, pp 223, 2013

Brown AL, Kang J, Gjestland T. Towards standardization in soundscape preference assessment. Appl. Acoust. 72, 6, pp. 387–392, 2011

Romero J, Cerda S, Giménez A, Sanchis A, Marín A, Tur A. Tempo, ritmo y calidad sonora en la Masclatá. Acústica'2004 Guimaraes, Portugal

Zwicker E, Fastl H. Pasychoacoustics, Ed. Springer 1999

Lara A. Análisis acústico de una manifestación pirotécnica: "Masclatá". Rev. Acustica vol 3, 2-3 1972

Daumal F. Arquitectura Acústica 2, Rehabilitació. Edicions UPC, Barcelona, 2007

Pérez-Vidal C, Cerdá S, Montell R, Cibrián R, Segura J, Barba A, Querol L, Giménez A. Metodología para medidas de absorción acústica in-situ mediante sensores de presión y velocidad. TecniAcustica'2013, Valladolid

Pätynen J, Pulkki V, Lokki, T. Anechoic recording system for symphony orchestra, Acta Acustica united with Acustica, vol. 94, 6, pp. 856-865, 2008.

Cerdá S, Segura J, Planells A, Cibrián R, Giménez A. Caracterización del coro como fuente extensa mediante un sistema de grabación multicanal para su uso en auralizaciones. TecniAcústica'2014, Murcia.

Planells A, Segura J, Cerdá S, Barba A, Cibrián R, Giménez A. Acústica virtual patrimonial. Aplicación a la auralización del Misteri d'Elx. Tecniacústica'2015, Valencia.

Barba A, Giménez A. El teatro principal de Valencia. Acústica y arquitectura escénica. Ed. Teatres de la Generalitat Valenciana y Universitat Politècnica de València, 2011.

Segura J, Barba A, Planells A, Cerdá S, Cibrián R, Giménez A. Acústica arqueológica: Reconstrucción de la Casa de la Olivera, teatro valenciano del siglo XVII. Tecniacústica'2015, Valencia.

Segura J, Barba A, Planells A, Cerdá S, Cibrián R, Giménez A. Auralización en la iglesia de un monasterio jerónimo en ruinas. Tecniacústica'2014, Murcia.

Auralización de la pieza musical "Deus in adjutorium meum intende" (incipit del salmo 70) de Mosen Vicent Olmos Claver (1744-1800) en la iglesia de Santa María de la Murta (URL: <http://goo.gl/VZNypx>)