

## LOTHAR CREMER EN ESPAÑA: SU INFLUENCIA EN EL ARQUITECTO GARCÍA DE PAREDES

Gonzalo Vallejo Ortega, José Ignacio Sánchez Rivera

Departamento de Física Aplicada. E.T.S. Arquitectura. Universidad de Valladolid (España)

[gvallejortega@yahoo.es](mailto:gvallejortega@yahoo.es); [jignacio@arq.uva.es](mailto:jignacio@arq.uva.es)

### Resumen

Este trabajo presenta las conclusiones sobre la influencia del consultor alemán Lothar Cremer en el arquitecto español José María García de Paredes. Dentro de la producción de García de Paredes los auditorios constituyen un cuerpo propio de singular importancia, habiendo proyectado y construido más de una docena de grandes auditorios, destacando el Auditorio Nacional de Música (Madrid, 1988). García de Paredes entra en contacto con Cremer para el asesoramiento en la construcción del Auditorio Manuel de Falla (Granada, 1978) y para el Auditorio Nacional de Música, si bien su influencia se extiende a otros auditorios como la Sala Juan de Villanueva (Madrid, 1983) y el Palau de la Música (Valencia, 1987).

El asesoramiento de Cremer se plasma sobre todo en el tratamiento de la acústica geométrica (estudio de reflexiones desde diferentes superficies), en la disposición de la audiencia y en la elección de materiales. El contacto del arquitecto con el asesor acústico es fundamental para entender el resultado final de estas obras, lo que se pondrá de manifiesto analizando la evolución del proyecto hasta la construcción final de los auditorios.

**Palabras-clave:** Lothar Cremer, García de Paredes, Auditorio Manuel de Falla, Auditorio Nacional de Música, maqueta óptica, estudio gráfico de las reflexiones.

### Abstract

This paper presents the conclusions about the influence of the German consultant Lothar Cremer on the Spanish Architect José María García de Paredes. Within the production of García de Paredes, auditoriums constitute a proper board of singular importance as he has designed and built more than a dozen of large auditoriums, highlighting Auditorio Nacional de Musica (Madrid, 1988). García de Paredes was in touch with Lothar Cremer, who collaborated as an Acoustical Consultant in Auditorio Manuel de Falla (Granada, 1978) and Auditorio Nacional de Música, although his influence extends to other halls such as Sala Juan de Villanueva (Madrid, 1983) and Palau de la Música (Valencia, 1987).

Cremer's advice is expressed overall in the treatment of geometrical acoustics (study of reflections from different surfaces), distribution of the audience and choice of materials. The Architect's contact with the Acoustic Consultant is essential to understand the final outcome of these works, which will be demonstrated by analyzing the project evolution until the final construction of the auditoriums.

**Keywords:** Lothar Cremer, García de Paredes, Auditorio Manuel de Falla, Auditorio Nacional de Música, optical model, graphic study of the reflections.

**PACS no. 43.55.**

## 1 Introducción

Este trabajo analiza las concepciones acústicas del arquitecto José María García de Paredes y, particularmente, la influencia que ejerció el consultor Lothar Cremer en su pensamiento. La obra acústica de García de Paredes ha sido parcialmente estudiada en algunos trabajos [1] [2] [3] [4] y en la tesis doctoral [5] realizada y dirigida por los autores de este artículo, donde se han escogido cuatro auditorios:

- Auditorio Manuel de Falla (Granada, 1978 y 1987)
- Sala Juan de Villanueva del Museo del Prado (Madrid, 1983)
- Auditorio Nacional de Música (Madrid, 1988)
- Palau de la Música (Valencia, 1987)

Estas cuatro salas son seguramente sus auditorios más emblemáticos y además definen con certeza su propio estilo, sin añadidos, ya que se trata de los auditorios inaugurados en vida del arquitecto. Por su relevancia, algunos de ellos son citados por Leo Beranek en su libro “Concert halls and opera houses: music acoustics and architecture” [6]. Desde los años de su proyección y construcción, en los que García de Paredes contó con el asesoramiento de Cremer, algunas de estas salas han sido estudiadas por primera vez con nuevos medios no disponibles entonces, la simulación acústica complementada con nuevas mediciones.

## 2 El Arquitecto

José María García de Paredes nació en Sevilla (España) en 1924 y murió en Madrid (España) en 1990. Arquitecto por la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid en 1950, obtuvo el Premio Nacional de Arquitectura en 1956. Ese mismo año contrajo matrimonio con María Isabel de Falla, sobrina del gran compositor español Manuel de Falla. En esta década y en la siguiente García de Paredes viajó sistemáticamente, especialmente por el continente europeo, lo que servirá de contrapunto cosmopolita a su enraizada cultura autóctona. En este contexto conoció, aún en construcción, la Philharmonie de Berlín, construida en 1963 por el arquitecto Hans Scharoun y asesorada acústicamente por Lothar Cremer. En España, la actividad de García de Paredes entronca con un contexto de gran proliferación en la construcción de auditorios, edificios prácticamente inexistentes antes de los 80. Su obra, de una extensión sin precedentes, ejerce de punto de arranque en la construcción de estos edificios.

## 3 Los Auditorios

El Auditorio Manuel de Falla (Granada, 1974-1978, reconstrucción en 1986-1987) se sitúa en la colina de la Alhambra de Granada, lugar protegido por la UNESCO como Bien de Interés Cultural. Su volumen es de unos 10.000 m<sup>3</sup> con un aforo de 1311 localidades, resultando un volumen por persona de 7,6 m<sup>3</sup>. Los planos de la figura 1 muestran su geometría rectangular. El público se distribuye en dos partes: zona A delante del escenario y zona B detrás. El auditorio se construye en 1978, pero se incendia en 1986 y se reinaugura al año siguiente. El auditorio se ha destinado al uso como sala de conciertos, además de para conferencias, congresos y teatro.

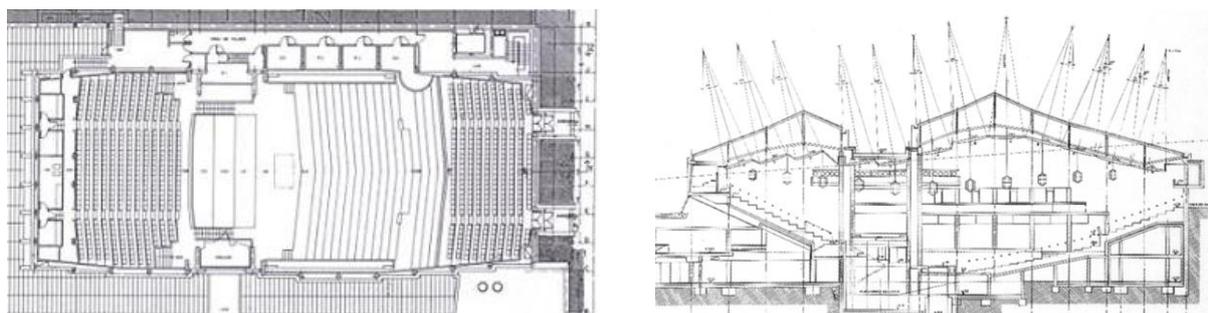


Figura 1 – Auditorio Manuel de Falla: planta (cota 4,59) y sección longitudinal

La Sala Juan de Villanueva del Museo del Prado (Madrid, 1981-1983) tiene un volumen de 2300 m<sup>3</sup>. Su aforo es de 400 plazas, dando un volumen por persona de 5,75 m<sup>3</sup>. Se trata de una restauración en el Museo del Prado con referencias clásicas, como el encasetonado del techo acústico y la distribución del público en U al modo del Teatro Farnese de Parma (Italia). Destaca la disposición de las sillas del patio de butacas al tresbolillo, lo que contribuye a mejorar la visibilidad. La Sala Juan de Villanueva no existe actualmente tras la reforma del Museo del Prado realizada por el arquitecto Rafael Moneo en 2007. La sala fue destinada para conferencias y música de cámara (figura 2).

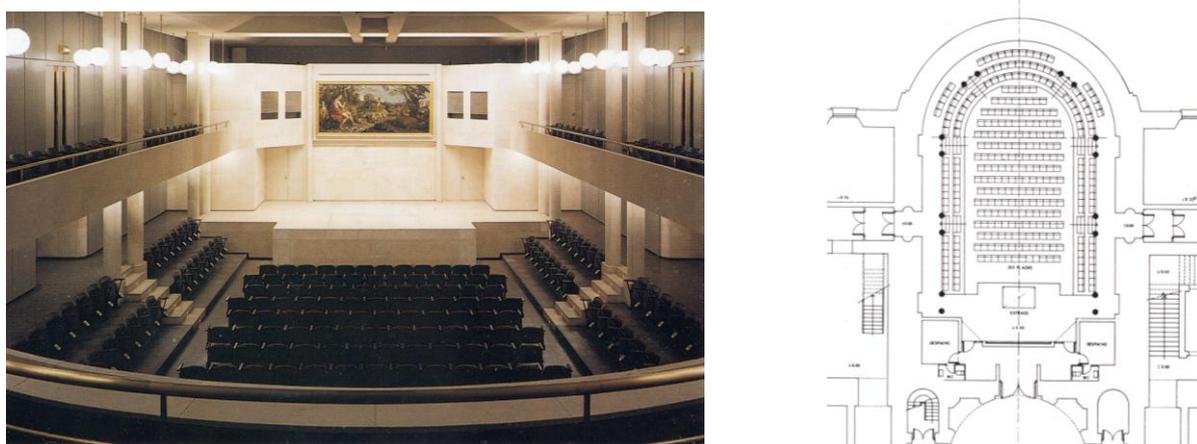


Figura 2 – Sala Juan de Villanueva: fotografía y plano de planta (cota 0,00)

El Auditorio Nacional (Madrid, 1982-1988) tiene un volumen de 22.000 m<sup>3</sup>. Su aforo es 2324 localidades, dando un volumen por persona de 9,6 m<sup>3</sup>. La geometría es rectangular, con el público dispuesto en terrazas. Su uso es para música sinfónica, música de cámara y recitales (figura 3).

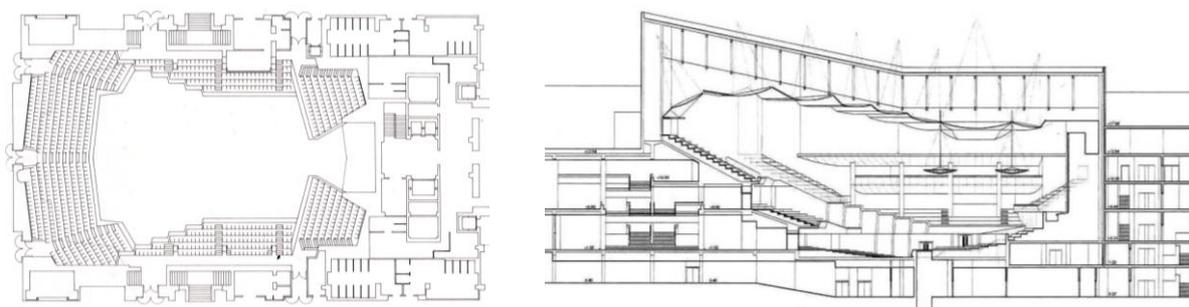


Figura 3 – Auditorio Nacional: planta (cota 6,46) y sección longitudinal

El Palau de la Música (Valencia, 1984-1987) tiene un volumen de 15.000 m<sup>3</sup>, un aforo de 1794 plazas, con un volumen por persona de 8,8 m<sup>3</sup>. La geometría es rectangular, con la audiencia dispuesta en terrazas. El uso previsto es para música, incluso para congresos (figura 4).

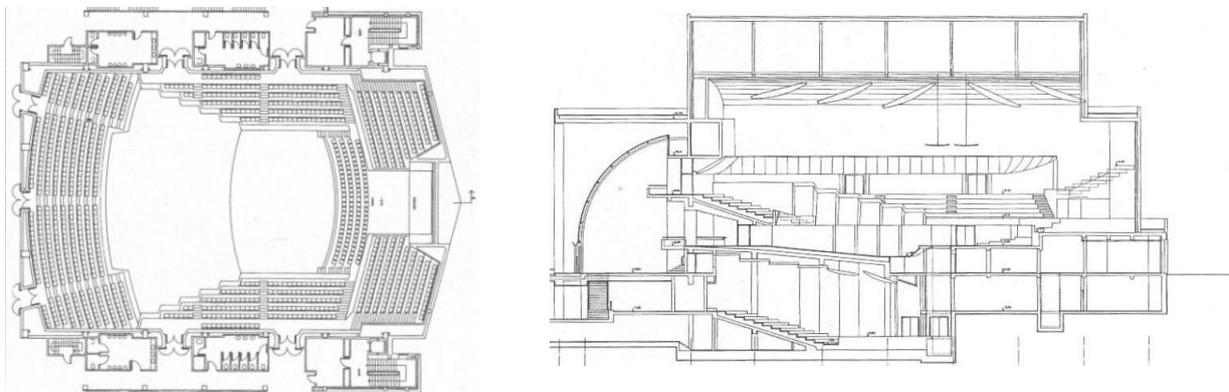


Figura 4 – Palau de la Música: planta (cota 8,33) y sección longitudinal

## 4 La evolución de García de Paredes y Lothar Cremer

Analizaremos la evolución del arquitecto: los primeros años y la influencia de Lothar Cremer, determinante en el resultado final de su obra.

### 4.1 Los primeros años (1962-1973)

Sus primeros años transcurren trabajando en el Concurso de la Ópera de Madrid (1964) y los primeros borradores del Auditorio Manuel de Falla. En el Concurso de la Ópera de Madrid se ocupó de la acústica “elaborando completos cuadros comparativos de las características acústicas de las principales salas de concierto y teatros de Ópera” [7]. En este proceder García de Paredes tomó como modelo la obra de Beranek “Music, Acoustics and Architecture” [8], de la que poseía la primera edición (1962). Muchos de estos auditorios ya los conocía por sus viajes. Algunas de sus referencias fueron el Boston Symphony Hall, de geometría rectangular, el Festpielhaus de Bayreuth, con su disposición dando igual visibilidad a toda la audiencia, y la Philharmonie de Berlín, con la distribución del público en bandejas a ambos lados del escenario, inclinación de los antepechos, y la colocación de reflectores y lámparas sobre el escenario.

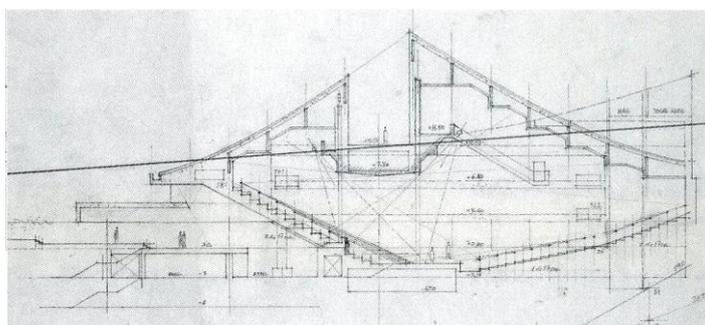


Figura 5 – Sección longitudinal del Auditorio Manuel de Falla: anteproyecto, junio de 1973

La Ópera de Madrid finalmente no se construyó. García de Paredes se centra en el Auditorio Manuel de Falla durante más de diez años. La figura 5 muestra el anteproyecto de junio de 1973, inmediatamente anterior al contacto con Lothar Cremer, donde plantea la geometría rectangular con distribución del público delante y detrás del escenario. Destaca la semejanza del diseño en sección de la cubierta exterior con la de la Philharmonie de Berlín y la propuesta de división del techo interior en secciones cóncavas con planos rectos. Se realizan las primeras trazadas de rayos sonoros, algo imprecisas.

El porqué de la propuesta inicial de la geometría rectangular en esta propuesta reside probablemente en el hecho de que el libro de Beranek (1962), su referencia entonces, considera que las tres mejores salas del mundo son el Musikvereinsaal de Viena, el Concertgebouw de Amsterdam y el Boston Symphony Hall, todas ellas rectangulares. Las dimensiones del Musikverein casi coinciden en planta con las del Manuel de Falla. Ello se visualiza en la figura 6, donde resalta además la analogía en la distribución longitudinal de las lámparas, que García de Paredes proyectó como difusores. Una cita del arquitecto, donde hace compatible una referencia del pasado con una de vanguardia, nos da la clave final: “Comenzando por el interior, se parte de la sala de conciertos estrecha, con unos 20 m de anchura, siguiendo las proporciones de la Musikvereinsaal de Viena, pero acortando las distancias al modo de la Filarmónica de Berlín, del arquitecto Scharoun” [9].



Figura 6 – Musikvereinsaal de Viena (izda) y Auditorio Manuel de Falla de Granada (dcha)

#### 4.2 El asesoramiento de Lothar Cremer (1973-1978 y 1982-1988)

Lothar Cremer (1905-1990) fue el consultor acústico de García de Paredes para el Auditorio Manuel de Falla (1973-1978) y el Auditorio Nacional (1982-1988), si bien se pondrá de manifiesto cómo su influencia se extiende también a la Sala Juan de Villanueva y al Palau de la Música. El asesoramiento de Cremer abarcaba el aislamiento del edificio, de sus dependencias y de la propia sala de concierto, las conducciones de aire acondicionado para obtener en su interior un adecuado nivel de ruido de fondo y, sobre todo, el acondicionamiento acústico de la sala, que se argumentaba desde esta metodología:

- Estudio del comportamiento acústico de la sala con una maqueta óptica
- Estudio gráfico de las primeras reflexiones, sobre todo de las procedentes del techo
- Cálculo previo del tiempo de reverberación

Aunque García de Paredes había trabajado anteriormente con maquetas, las que se elaboraban para auditorios debían tener unas características específicas. En el estudio de Cremer trabajaban generalmente con maquetas de escala 1:50 con la que se realizaba un test óptico (figura 7), que usa el atributo de que el sonido a altas frecuencias es reflejado en las superficies de la misma manera que la luz en los espejos. Esta clase de test era muy útil para extraer información acerca de la distribución de las reflexiones sonoras de todas las superficies interiores y encontrar fácilmente reflexiones con demasiado tiempo de retraso (ecos). Thomas Fütterer, el ingeniero colaborador de Cremer, explica el proceso de estudio:

“Para tener un rayo de luz muy fuerte, fácilmente visible y también pequeño fue utilizado un pequeño equipo láser. Este equipo fue colocado fuera de la maqueta y el rayo de luz proveniente de allí fue enviado a un pequeño espejo (la fuente sonora) posicionado en el escenario, que puede ser girado en todas las direcciones. Con este espejo rotatorio el rayo de luz fue dirigido a todas las superficies interiores de interés. Desde allí, era reflejada por pequeños espejos fijados a cualquier otra parte de la sala. Estos puntos de reflexión dan información de a qué lugares es reflejado el sonido proveniente de cierta superficie. Así las reflexiones sonoras pueden ser visibles y controladas. En su caso, se puede mostrar en seguida cómo cambiar la inclinación de una superficie para conseguir las reflexiones necesarias en los lugares previstos y medir el tiempo de retardo” [10].

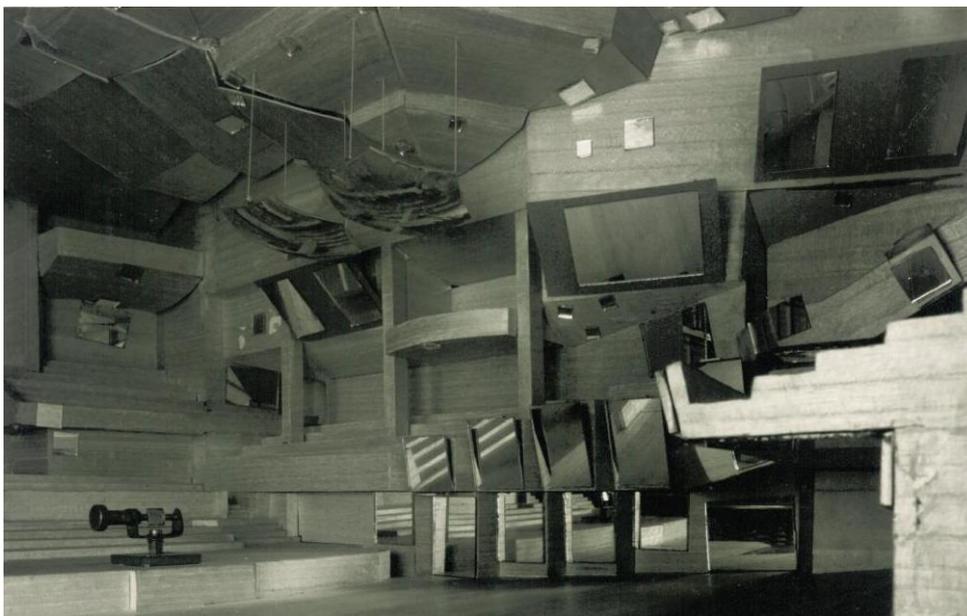


Figura 7 – Maqueta para test óptico: Auditorio Nacional

En las maquetas se construía independientemente, por una parte, el escenario, el área de audiencia y las paredes, y, por otra, el techo, donde las partes curvas interiores deberían ser fácilmente intercambiables por otras. Las superficies de todos los materiales interiores tenían que ser sólidas y lisas, de manera que pequeños espejos de cristal pudiesen ser varias veces fijados y despegados sin que hubiera deformaciones en las mismas.

García de Paredes contactó con Lothar Cremer para el asesoramiento del Manuel de Falla hasta su construcción en 1978. Dado que su primer encuentro tuvo lugar el 27 de agosto de 1973, lo más lógico es que discutieran el anteproyecto de junio de aquel año, antes aludido. La figura 8 muestra los cambios realizados: en vez de la fragmentación del techo en superficies cóncavas con planos rectos, el techo se encuentra ahora dividido en pequeñas superficies convexas cuidadosamente diseñadas para

obtener la máxima difusión del campo sonoro. El techo es ahora continuo y debe descender en la zona del escenario para evitar reflectores acústicos sobre la orquesta; de esta forma, el techo es el que únicamente se encarga de la reflexión al escenario y hacia los grupos de espectadores situados a un lado y otro del mismo.

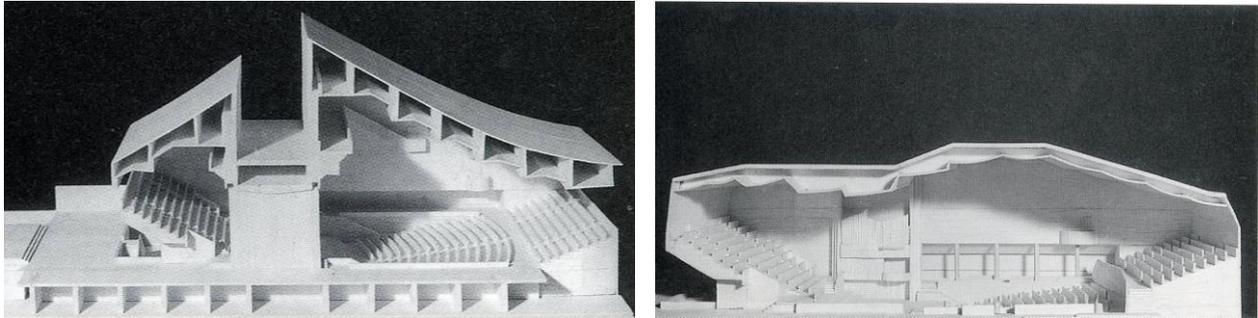


Figura 8 – Maquetas del Auditorio Manuel de Falla  
 izda: anteproyecto, junio de 1973; dcha: proyecto que condujo a la construcción en 1978

Además, entre las zonas A y B se proponen cortinas en lugar de divisiones rígidas, se discutieron el aire acondicionado y los materiales. La inclinación del graderío de la zona B detrás del escenario está pensada con el fin de optimizar el balance entre la cuerda y los metales. Los faroles poliédricos, antes mencionados, son vistos como buena solución al actuar como difusores acústicos adicionales.

Como complemento al estudio de las reflexiones con la maqueta, Lothar Cremer realizaba dibujos de las superficies objeto de estudio, con el fin de verificar que las reflexiones que producían barrían las zonas de audiencia que pretendía cubrir. La figura 9 muestra la influencia que Cremer ejerce sobre García de Paredes en la manera de plantear el trazado de rayos sonoros desde el techo, método de trabajo que se avenía perfectamente a una persona con el talento para el dibujo y la visión espacial de García de Paredes. Al igual que Cremer, el arquitecto calcula la extensión que abarcan las reflexiones de cada panel tomando como referencia sus extremos, así como la diferencia de camino recorrido para cada trayectoria entre la primera reflexión y el sonido directo con el fin de comprobar la ausencia de ecos. En ambos dibujos se plantea la convexidad de los paneles del techo, que aumenta el ángulo de barrido de los rayos sonoros, así como la inclinación de las paredes de los extremos para evitar ecos de rincón.

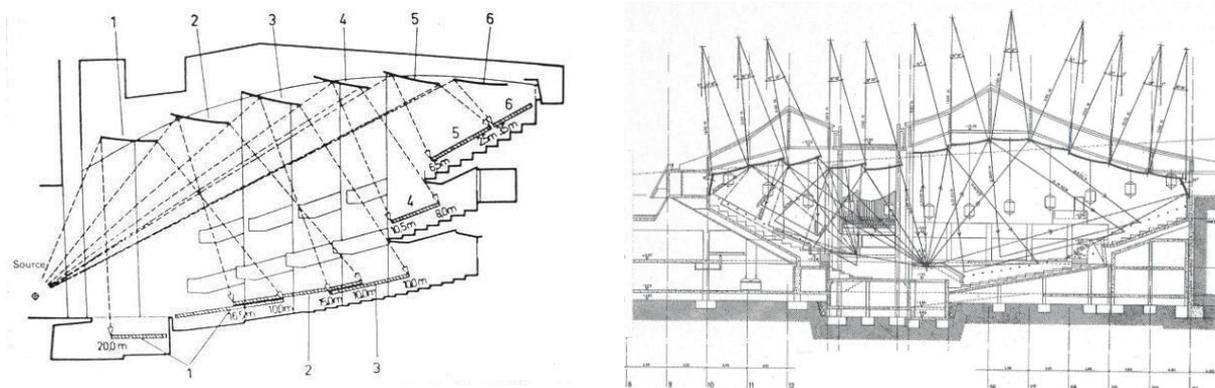


Figura 9 – Trazadas de rayos sonoros  
 izda: Cremer (Deutsche Oper, Berlín 1962); dcha: García de Paredes (Manuel de Falla, Granada 1978)

Este mismo método se asimila cinco años después en la Sala Juan de Villanueva, donde el arquitecto diseña un techo acústico en casetones con secciones convexas y rectas, para el que plantea una trazada de rayos en los planos de sección.

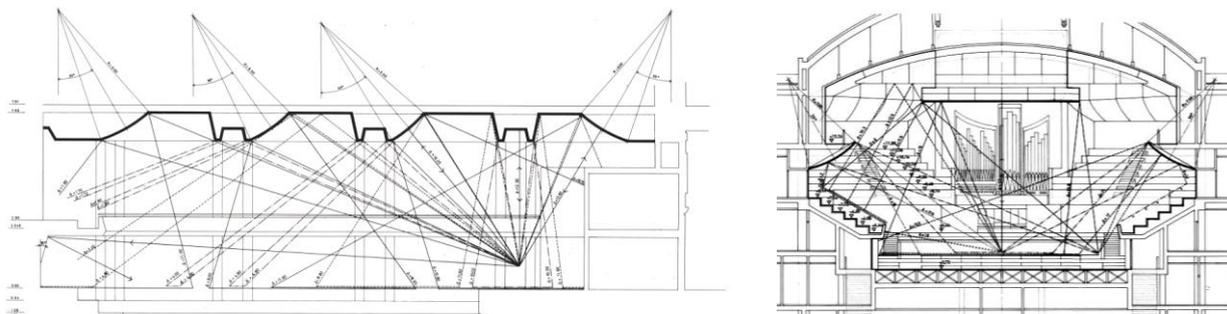


Figura 10 – Trazadas de rayos sonoros realizadas por el arquitecto  
 izda: Sala Juan de Villanueva, sección longitudinal; dcha: Palau de la Música, sección transversal

La figura 10 muestra el estudio de la inclinación de las secciones (ángulos de las bisectrices de los arcos con la vertical de 30°, 35° y 40°), sus radios, así como el alcance de las primeras reflexiones. En cada trazado calcula la diferencia de camino recorrido entre la primera reflexión y el sonido directo, y evita de nuevo un eco de rincón mediante el diseño en chaflán en el ábside de la planta baja. No obstante, se aprecian algunas diferencias de concepto con respecto al trazado del Manuel de Falla:

- En el Manuel de Falla las diferencias de camino recorrido entre las primeras reflexiones y el sonido directo no superaban los 27 m, mientras que en la Sala Juan de Villanueva el incremento máximo está en 16,6 m. Ello hace pensar que el objetivo aquí estaba en no superar los 17 m, lo que se plantea cuando la sala se concibe para el uso de la palabra.
- En el Manuel de Falla el origen de los rayos parte de un mismo punto del escenario situado a una altura de 1,5 m mientras que en la Sala Juan de Villanueva se encuentra centrado en el escenario y a 1m de altura, seguramente pensando en un orador sentado, lo que redonda en el destino de la sala para el uso de la palabra.

Actualmente conocemos una trazada de rayos que García de Paredes hizo para el techo del Auditorio Nacional. El dibujo está realizado en el centro de la sección longitudinal; como la sala, aún teniendo simetría longitudinal, no es uniforme en sección, los resultados son aplicables solamente a dicha sección central.

No hemos encontrado trazadas de rayos para el techo general del Palau de la Música. Sin embargo, sí tenemos para esta sala una trazada para el techo de los balcones en un plano de sección transversal, con idéntico procedimiento de trabajo y que reproducimos en la figura 10.

Lothar Cremer aplicaba cálculos previos del tiempo de reverberación partiendo de la fórmula de Sabine. Por una parte tenía en cuenta los materiales de la sala y, por otra, las distintas situaciones posibles: sala llena y escenario ocupado (concierto), sala vacía y escenario ocupado (ensayo), sala llena y escenario prácticamente vacío (concierto solista o conferencia), y sala vacía. Fütterer realizó cálculos muy ilustrativos para el Auditorio Nacional y anteriormente para el Manuel de Falla en septiembre de 1978, ya inaugurada la sala, con el fin de ganar reverberación en las frecuencias graves modificando la absorción del techo. García de Paredes aplicó idéntico proceso de cálculo para la Sala Juan de Villanueva, como se visualiza en la figura 11.

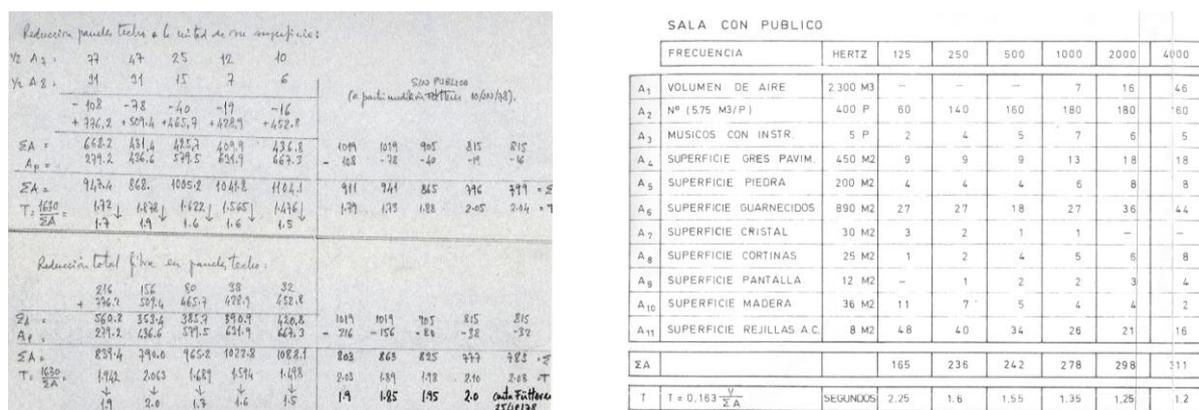


Figura 11 – Cálculos del tiempo de reverberación  
 iza: Fütterer (Manuel de Falla 1978); dcha: García de Paredes (Sala Juan de Villanueva 1981)

Resulta interesante la posición de equilibrio que García de Paredes adopta en la búsqueda del tiempo de reverberación de 1,45 s en la banda de frecuencias medias para la sala llena. Una cita en la que el arquitecto compara tiempos de reverberación más elevados de salas de concierto con los más cortos de teatros de ópera, aclara su opinión: “Una solución de compromiso representa el nuevo Festpielhaus de Salzburgo, con 1,45 s para frecuencias medias, en el que cabe todo el repertorio” [11]. Una coincidencia no casual para esta sala que pretendía combinar el uso para conferencias con el de conciertos de música de cámara.

El Auditorio Nacional es, con respecto al Manuel de Falla y la Sala Juan de Villanueva, una sala de gran formato. Presenta elementos novedosos como la disposición del público en terrazas, con el fin de crear una sensación de intimidad en la escucha mediante el aprovechamiento de las reflexiones laterales, y la inclinación de los antepechos, diseñados para dar reflexiones a distintas partes del público. Estos dos elementos derivan del asesoramiento realizado por Cremer para la Philharmonie de Berlín, teniendo por ello ambas salas claras similitudes. Otra semejanza importante es su gran aforo (Philharmonie: 2335 asientos, Auditorio Nacional: 2324 asientos), lo que dificulta la sensación de proximidad del sonido. Precisamente es la sensación de proximidad e intimidad lo que Cremer pretendía con estas terrazas, que él llamaba “viñedos”.

La diferencia entre las dos salas radica sobre todo en que, frente a la disposición del público envolviendo totalmente el escenario en la Philharmonie, García de Paredes propone nuevamente la geometría rectangular para el Auditorio Nacional, potenciando incluso la sensación de sala tradicional con el órgano situado detrás del escenario (figura 12); lo que ocurre es que en Madrid hay una parte significativa del público que rodea el escenario lateralmente y por detrás. De este modo, el arquitecto hace compatible la disposición envolvente del público en terrazas con la geometría rectangular, cuya eficacia ha sido probada repetidas veces, incluso por él mismo en el Falla.

Dos citas aclaran definitivamente el porqué de esta solución de compromiso. La primera es de García de Paredes y refleja la opinión que Cremer le transmite sobre la disposición envolvente de la audiencia en la Philharmonie: “Esta disposición tiene una serie de ventajas e inconvenientes. Por una parte, acerca al espectador al centro de producción del sonido, y esto es importante porque el sonido pierde intensidad lo que constituye uno de los problemas técnicos de las salas de conciertos: no sobrepasar la distancia de unos 35 a 40 metros, que es la máxima para una buena audición del sonido directo. Esto lo consigue Scharoun partiendo el auditorio. Pero tiene algunos inconvenientes. Ensancha extraordinariamente la sala, que es casi tan larga como ancha, lo que constituye un verdadero fallo, según me comentó Cremer” [9].

La segunda cita es de Lothar Cremer, comparando la sala de Berlín y el Manuel de Falla: “La existencia de paredes reflectoras quebradas por pequeños balcones a ambos lados del escenario, garantiza no sólo un excelente contacto entre los músicos, sino un mayor equilibrio entre los sectores de la orquesta para los espectadores situados detrás. En el Auditorio de Granada las condiciones en esta zona son aún mejores que en la de la Filarmónica de Berlín, donde las paredes próximas a los laterales de la escena han sido sacrificadas para más localidades que actúan como superficies absorbentes del sonido. Es, además, bien conocido experimentalmente que las salas estrechas son acústicamente mejores que las anchas” [12].

Con la geometría rectangular García de Paredes consigue estrechar considerablemente el Auditorio Nacional con respecto a la Philharmonie. En contrapartida, la máxima distancia entre fuente y receptor en el Auditorio Nacional es 42 m, medida en el anfiteatro del segundo piso.

El Palau de Valencia, encargado posteriormente pero inaugurado un año antes que el Auditorio Nacional, parte de un concepto muy similar a éste. La geometría es nuevamente rectangular. Trabajando a la vez en las dos salas, planificó de forma prácticamente idéntica la disposición con respecto al escenario del patio de butacas, de los bancos del coro y del órgano, así como del primer piso donde se encuentran el primer anfiteatro, las tribunas laterales y las tribunas traseras (figura 12).



Figura 12 – Auditorio Nacional (izda) y Palau de la Música (dcha)

Aunque el asesoramiento de la sala valenciana se debe a la consultora española García BBM, es obvio que los planteamientos de Cremer están presentes en estas partes de la sala. Las diferencias entre el Palau y el Auditorio Nacional están en la supresión en aquella de la segunda planta y en el diseño de los techos. Mientras en Madrid el techo se plantea en secciones convexas en forma de ramificaciones que crecen a partir de simetrías, en Valencia se proyectaron cinco paneles convexas bajo la concavidad del techo superior para dar reflexiones a lo largo de la sala de forma similar a los paneles del Manuel de Falla.

En cuanto a los materiales, cabe destacar el empleo sistemático de algunos de ellos, como el linóleo de los suelos del área de audiencia, la madera de los suelos del escenario y de los pasillos y escaleras que acceden a las zonas de audiencia, el ladrillo pintado o superficies con un comportamiento similar en las paredes, y los techos construidos en madera. Excepciones a estas directrices las encontramos en el techo de ladrillo hueco doble guarnecido y pintado de la Sala Juan de Villanueva, y el suave recubrimiento en yeso de gran parte de las paredes del Manuel de Falla. Tratándose aquí de su primera sala es probable que el arquitecto tuviera presente lejanas referencias: “... cabe subrayar que las superficies de paredes y techos de los tres mejores auditorios del mundo – Viena, Amsterdam y Boston – están resueltos a base de capas de yeso” [11].

Mención especial tienen las lámparas. En el Manuel de Falla actúan como elementos estrictamente difusores, mientras que en el Auditorio Nacional y el Palau se diseñan para actuar, por una parte, como reflectores sobre el escenario y zonas aledañas, y, por otra, produciendo difusión del sonido. Esta difusión se consigue en Madrid por la geometría esférica de las superficies reflectoras y por la presencia de los racimos de luces dispersos a un nivel inferior, mientras que en Valencia se favorece por la leve curvatura de la planta rectangular de cada lámpara combinada con la presencia de los focos en su periferia. En los informes de Cremer para el Auditorio Nacional [10] se expresa la necesidad de que las reflexiones cubran con regularidad todo el área del escenario y de que el peso desde estos reflectores suspendidos sin elementos adicionales sea al menos de  $10 \text{ Kg/m}^2$ .

Las butacas han sido otro de los aspectos tratados con Cremer, quien no se mostró totalmente conforme con las instaladas en el Manuel de Falla de 1978, de la marca Figueras, considerando que estaban más confortablemente tapizadas de lo que hubiera deseado. Teniendo conocimiento de que la absorción de las butacas Castelli, instaladas en 1987 tanto en el Palau de la Música como en el Manuel de Falla tras su inauguración, variaba drásticamente según estuvieran ocupadas o vacías, dio instrucciones precisas sobre las características de las butacas que deberían ser instaladas el año siguiente en el Auditorio Nacional [10]. Estas directrices abarcan aspectos como la dimensión de la butaca, ángulos del respaldo y de plegado de la silla, así como los materiales. Finalmente se colocaron butacas de la marca Minipleyel, que tenían unas absorciones más uniformes ocupadas y vacías.

En los proyectos de algunas de estas salas aflora tímidamente la posibilidad de considerar la acústica variable mediante la sustitución de materiales en algunas superficies según el evento a celebrar. García de Paredes no es en aquellos años precisamente entusiasta de esta opción, prefiriendo buscar tiempos de reverberación equilibrados dentro del uso que se pretendía dar a las mismas (pensemos en el cálculo realizado para la Sala Juan de Villanueva). La mención más significativa aparece en uno de los informes de Cremer para el Auditorio Nacional [10], en donde se contempla la posibilidad de añadir paneles a las superficies triangulares del segundo anfiteatro lateral y en las paredes a ambos lados del órgano, con el fin de cambiar la calidad acústica. En cualquier caso se trata de superficies pequeñas comparadas con el tamaño de la sala.

## 5 Conclusiones

Las directrices que marcan el estilo y la forma de trabajo de García de Paredes tras su contacto con Lothar Cremer se resumen en los siguientes extremos:

1. Partiendo siempre de la geometría rectangular como referente de buena acústica, aplica el criterio de división de la audiencia ubicándola delante y detrás del escenario, incluso en sus laterales.
2. Aplicación de la acústica geométrica mediante la construcción de maquetas de las salas y la realización de dibujos en sección, particularmente para los techos. Con estas herramientas estudia el alcance de las primeras reflexiones y la diferencia de camino recorrido entre éstas y el sonido directo para asegurarse de la ausencia de ecos. Ello le lleva a plasmar en sus salas techos con forma y curvatura predeterminada, terrazas de público e inclinación de los antepechos para el aprovechamiento de las reflexiones y lámparas con función reflectora y difusora.
3. Búsqueda de un tiempo de reverberación adecuado mediante la elección de los materiales y el estudio previo mediante la fórmula de Sabine.
4. Distribución de la audiencia buscando la buena visión, con soluciones que abarcan desde la diferente inclinación de las gradas a la disposición de los espectadores al tresbolillo.

## Agradecimientos

Los informes de Lothar Cremer han sido proporcionados por Ignacio García Pedrosa, arquitecto colaborador de García de Paredes en el Auditorio Nacional; agradecemos al estudio Paredes-Pedrosa el suministro de este material. Las mediciones de la absorción de las butacas a las que hemos hecho referencia han sido realizadas por la empresa consultora García BBM; agradecemos a Vicente Mestre (García BBM) la provisión de estos resultados. También agradecemos a Pedro Álvarez, Jefe de Mantenimiento del Museo del Prado y a mi amiga Teresa Villalón Esteve la provisión del plano titulado “Estudio acústico”, en el que figura el cálculo del tiempo de reverberación para la Sala Juan de Villanueva (fig. 11). Con esta excepción y los planos del Palau de la Música (fig. 4 y fig. 10), suministrados por Ignacio García Pedrosa, las fotografías y los dibujos de los auditorios están tomados de los libros sobre García de Paredes [7] [13], así como de los informes de Lothar Cremer referenciados a continuación.

## Referencias

- [1] Vallejo Ortega, G.; Sánchez Rivera, J. I. Estudio acústico del Auditorio Manuel de Falla de Granada: evolución del proyecto de construcción. *Actas del 41º Congreso Español de Acústica “Tecnacústica”*, León, 13 a 15 de octubre de 2010, archivo ASL 13.
- [2] Vallejo Ortega, G.; Sánchez Rivera, J. I. Simulación acústica del Auditorio Manuel de Falla de Granada. *Actas del 41º Congreso Español de Acústica “Tecnacústica”*, León, 13 a 15 de octubre de 2010, archivo ASL 14.
- [3] Vallejo Ortega, G.; Sánchez Rivera, J. I. Acoustic study of Madrid Auditorio Nacional de Música, *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Auditorium Acoustics*, Dublin, 20 a 22 de mayo de 2011, pp. 338–345.
- [4] Vallejo Ortega, G.; Sánchez Rivera, J. I. Acoustic study of Madrid Auditorio Nacional de Música: Comparison between simulation and measurements, *Proceedings of the 41<sup>th</sup> International Congress INTER-NOISE*, New York, 19 a 22 de agosto de 2012, archivo in12 874.
- [5] Vallejo Ortega, G. *La obra acústica del arquitecto García de Paredes*, tesis doctoral inédita. Universidad de Valladolid (España), 2011.
- [6] Beranek, L. *Concert halls and Opera houses: Music, Acoustics & Architecture*, Springer Verlag, New York, 1992.
- [7] García de Paredes, A; García de Paredes, J. M. *Auditorio Manuel de Falla, Granada, 1975-1978*, Colegio de Arquitectos de Almería, 1995.
- [8] Beranek, L. *Music, Acoustics & Architecture*, John Wiley, New York, 1962.
- [9] García de Paredes, J. M. *La Arquitectura para la Música*, Arte Contemporáneo y Sociedad, Ed. San Esteban, Salamanca, 1982. Pág 175-186.
- [10] Cremer, L; Fütterer, T. *Reports (acoustical advice for Auditorio Nacional)*, 1982, 1985, 1987 y 1988, inédito.
- [11] García de Paredes, J. M. *Paseo por la Arquitectura de la Música*, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid, 1986.
- [12] Cremer, L. Medios acústicos en el Auditorio Manuel de Falla, *Revista Arquitectura* Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, N°215, Noviembre-Diciembre 1978, pp. 74.
- [13] Hernández Pezzi, C. *José María García de Paredes*, Colegio de Arquitectos de Málaga, Málaga, 1992.