

Miguel Fisac y la acústica de la Iglesia de los Dominicos de Arcas Reales: aciertos y vacilaciones en un edificio emblemático de la arquitectura española contemporánea*



Marta Skaf Revenga¹, José Ignacio Sánchez Rivera²

¹ Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos

² ETS de Arquitectura. Universidad de Valladolid
martaskaf@yahoo.es

PACS: 43.55.Gx

Resumen

Desde la fascinación que nos produce Miguel Fisac como arquitecto y experimentador nato, queríamos analizar una de sus obras religiosas más tempranas, con el objetivo de intentar vislumbrar el nivel de sus conocimientos acústicos e interpretar la intencionalidad del autor en el momento de la creación.

El estudio se ha valido del programa de simulación CATT-Acoustic, con una perspectiva doble: analizar la inteligibilidad de la palabra emitida desde el altar y el funcionamiento acústico musical emitiendo desde la zona elevada destinada al coro.

Abstract

Being deeply fascinated by architect Miguel Fisac, this paper discusses one of his earliest religious creations, with the intention of finding out the depth of his knowledge in acoustics and figure out which his aims were when designing this church.

The research was performed through the simulation software CATT-Acoustic, from two perspectives: the first one analyses the intelligibility of the voice when speaking from the altar, and the second one reviews the musical emission from the upper choir.

Introducción

Miguel Fisac (1913-2006), fue un polifacético arquitecto, extremadamente interesado en la acústica y en la experimentación con nuevos materiales. Persona profundamente religiosa, destacan entre sus obras diversas iglesias, una de las primeras fue la Iglesia del Colegio de los PP Dominicos en Valladolid, por la cual recibió en 1954 la Medalla de Oro de la Exposición de Arte Sacro en Viena.

En el presente artículo se pretende analizar esta obra desde el punto de vista acústico, mediante el programa de simulación CATT-Acoustic™, para valorar los conocimientos y la intencionalidad del momento en la creación acústica de este espacio.

La iglesia

El Concilio Vaticano II (1959-1965) dio lugar a una reforma conceptual importante en cuanto a las formas de

la liturgia y la relación de los fieles con la celebración. La obra religiosa de Fisac fue una de las primeras en adaptarse a las nuevas exigencias, y se clasifica por su tipología entre las «iglesias de asamblea conciliares». Un templo de esta época ha sido estudiado ya acústicamente, habiendo obtenido resultados que demuestran el interés del autor en estos momentos por el correcto funcionamiento acústico de sus iglesias. (5)

Sin embargo, el ejercicio religioso de Fisac arranca a principios de los años cincuenta, periodo en el cual tenemos que ubicar la creación de la iglesia de Arcas Reales. En estos primeros tiempos, Fisac se había mantenido fiel al llamado «Género místico» - «*los que concentran la atención de cada uno de los fieles en el altar, usando de los medios que proporciona la forma y la luz, de modo que éste resplandezca en contraste con la penumbra de la nave*» (4). En la Iglesia de los Dominicos, esto se plasma de la siguiente manera:

* Miguel Fisac (1913-2006), «Caracola de la SEA», Vicepresidente y diseñador del logo de la SEA.

El símbolo más importante de la iglesia es el altar. Se observa un amplio presbiterio notablemente realzado en altura. Además, todo el espacio de la iglesia se focaliza hacia el altar: en planta destaca la convergencia de los muros laterales, y en sección se presenta con un ligero ascenso del suelo de la nave, pero sobre todo con la cubierta escalonada que asciende hacia el ábside en tramos separados por vidrieras, que permiten la entrada de luz al templo siempre de atrás hacia delante.

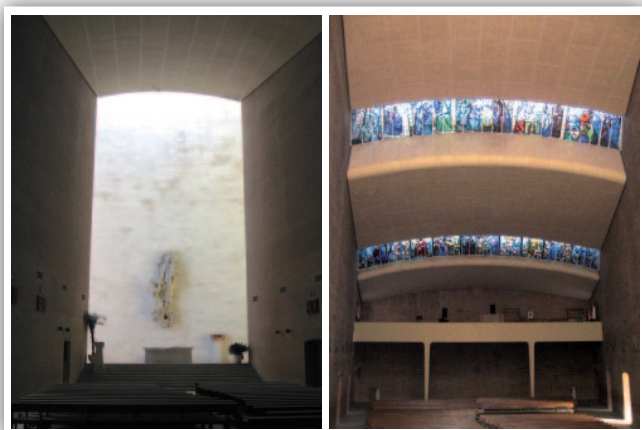


Figura 1. Vistas interiores de la iglesia de los Padres Dominicos en Valladolid hacia el presbiterio y hacia el coro.

La luz se convierte en un elemento trascendente del diseño. La iluminación tenue correspondiente a la zona de los fieles invita al recogimiento con una luz fría. El color adquiere un protagonismo importante: dos fajas de luz en la cubierta dejan caer sobre la nave una luz cenital. Estas vidrieras, que representan los Misterios del Rosa-

rio, presentan un cromatismo cuidado en tonos violáceos y su tonalidad sube al acercarse al altar. Es en el presbiterio donde la intensidad lumínica alcanza mayor grado, a través de dos vidrieras laterales que iluminan plenamente el altar, símbolo nuevamente de esa luz que nos une a Dios.

Destaca la sobriedad y la austeridad de elementos decorativos. Fisac potencia la elección de los materiales que, aunque sean pobres, expone desnudos, mostrando su esencia. Los materiales son, fundamentalmente, dos: los muros laterales en el espacio de culto son de ladrillo visto, ciegos y desnudos; la piedra caliza blanca envuelve el presbiterio, tanto interior como exteriormente, categorizando el espacio. Las formas son escuetas, sobrias, con el fin de valorar la tensión dinámica en dirección al altar.

Proceso de estudio de la acústica de la iglesia

A partir de los planos del Archivo Histórico Municipal, corregidos in situ, dada la complejidad del espacio, se valoró como opción más apropiada para geometrizar el volumen, el crear un modelo tridimensional en AUTO-CAD™ y exportarlo a continuación, mediante una rutina, plano a plano, al programa de simulación acústica CATT-Acoustic™.

Tras la modelización geométrica del espacio se procede a seleccionar las características acústicas de cada uno de los materiales existentes en el edificio. La audiencia se modeliza como un volumen paralelepípedo y los receptores se distribuyen de una manera racional sobre el público.

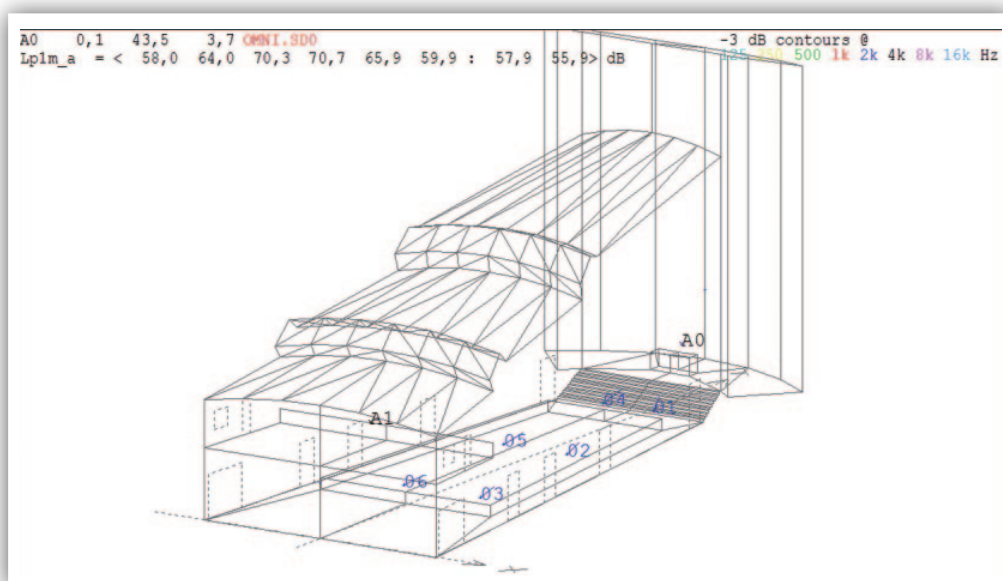


Figura 2. Modelización en el programa CATT de la iglesia, el plano de audiencia, los receptores y las fuentes de emisión.

Se estudia la acústica de la iglesia desde la doble óptica:

- La inteligibilidad de la palabra del orador en el presbiterio: para ello se sitúa una fuente A0 en el altar emitiendo a una altura de 1,7 metros sobre el suelo.
- El funcionamiento acústico musical del coro: se ubica una fuente A1, emitiendo a una altura de 1,7 metros sobre el suelo en el espacio reservado para el coro.

Una vez introducida la geometría, las características acústicas de los planos, las fuentes y los receptores, se introducen una serie de datos adicionales: parámetros que se desean calcular, las frecuencias de cálculo, temperatura, humedad, ruido de fondo (NC20), nº de rayos a trazar para cada uno de los cálculos (50 000 rayos/octava), tiempo de truncado de los rayos (2 000 ms) y el número máximo de reflexiones a considerar (tercer orden). A continuación, se procede a calcular el modelo.

Emisión desde el altar

Un estudio preliminar nos lleva a analizar las trayectorias de los rayos emitidos desde cada fuente, es decir,

comenzar por el análisis acústico geométrico. Para ello, se estudian los **ecogramas** para cada frecuencia y cada receptor.

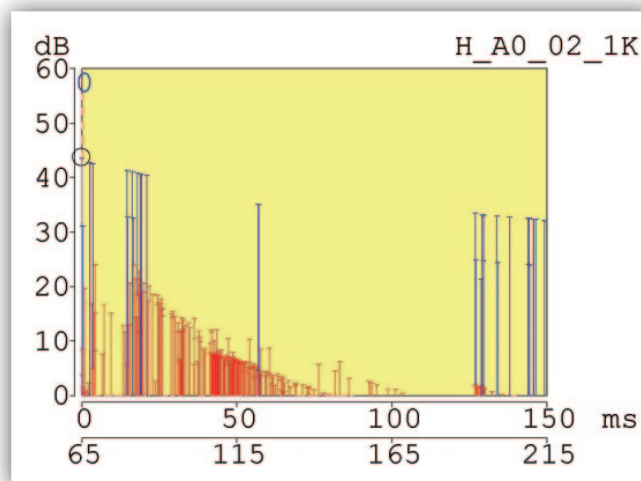


Figura 3. Ejemplo de ecograma correspondiente a la frecuencia de 1 000 Hz para la fuente A0 y el receptor 02.

Del análisis de los ecogramas se extraen los resultados de las reflexiones fundamentales que llegan a cada receptor, en cada intervalo (fig. 4):

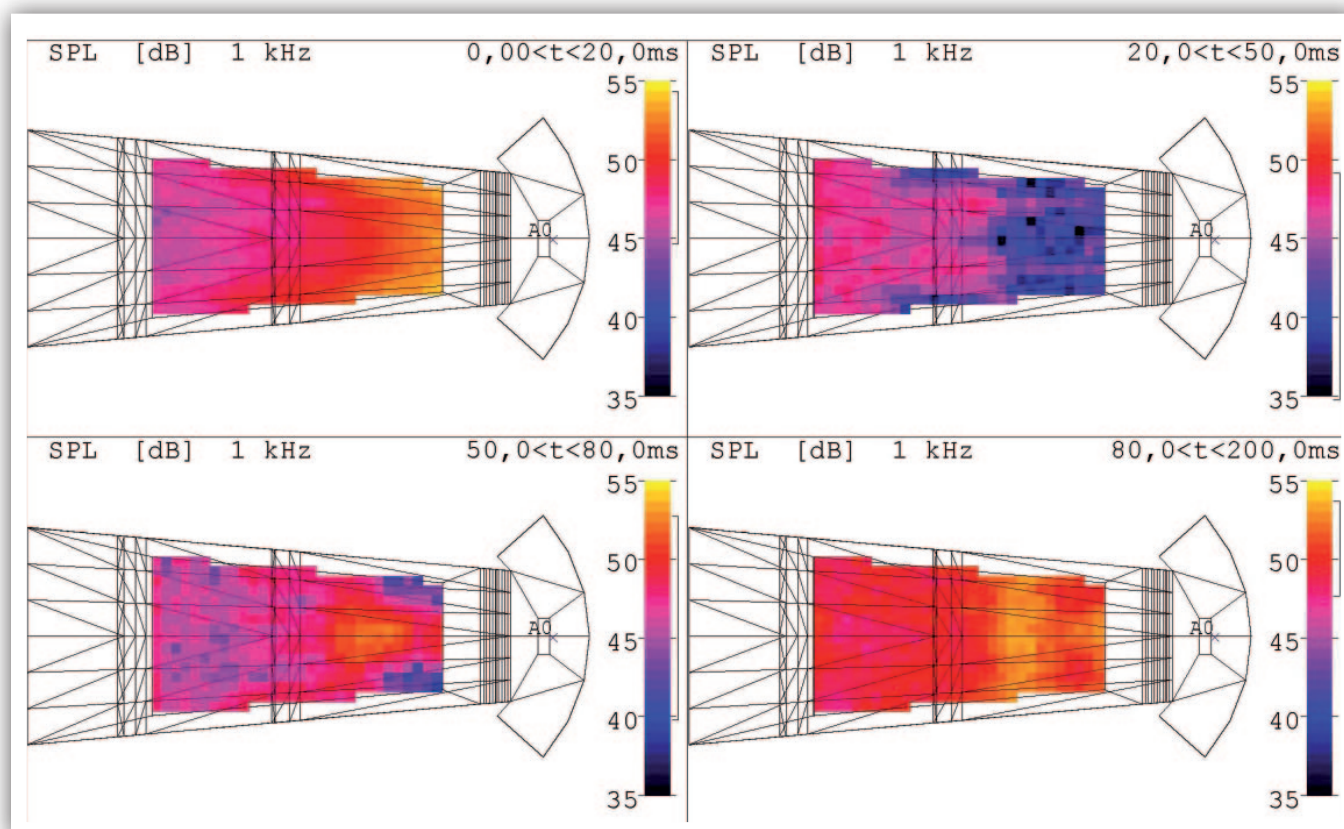


Figura 5. Niveles de presión sonora para la zona de público, y la fuente emitiendo en el altar.

Tiempo (ms)	Reflexiones fundamentales recibidas
0-20	<ul style="list-style-type: none"> • Sonido Directo • Reflexión en la pared lateral • Reflexión en la pared del fondo del presbiterio + Reflexión en la pared lateral
20-50	<ul style="list-style-type: none"> • No se reciben reflexiones de entidad
50-80	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexión en la cubierta + Reflexión en la pared lateral
80-200	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexión en la pared del fondo. • Reflexión en la pared del fondo del presbiterio + Reflex. en la pared del fondo. • Reflex en la pared del fondo + Reflexión en la pared lateral

Figura 4. Ejemplo de análisis para la fuente A0 y el receptor O2

A partir del conocimiento del origen y entidad de las reflexiones que llegan a cada receptor para cada intervalo, es posible interpretar las gráficas que se obtienen del programa para el plano definido como audiencia (fig. 5):

0-20 ms: La distribución de niveles tiene similitud con la del sonido directo y además está reforzada por las reflexiones laterales, por lo que aumenta de nivel con la cercanía al altar y a las paredes laterales.

20-50 ms: Se producen fundamentalmente las reflexiones provenientes de cubierta (fig.6). La zona lateral delantera y media no recibe reflexiones de cubierta, debido a la curvatura de la misma en alzado. La parte lateral trasera sí, debido al cambio de curvatura de la cubierta en la zona trasera. El centro de la bóveda está muy cerca de la fuente, por lo que tiende a concentrar los rayos cerca de ella.

Debido a la escala relativa, aparece una zona oscura en el centro del público: sí se reciben reflexiones de cubierta, pero su retraso respecto al sonido directo, es superior a los de la parte de detrás. El sonido reflejado de cubierta se concentra en este intervalo en la parte de detrás y medio centrado.

50-80 ms: Continúan las reflexiones de cubierta, cubierta-lateral y presbiterio-cubierta. Aparece una coloración en la zona central, en los puntos en los que la cubierta concentra las reflexiones, por su curvatura en alzado, que va disminuyendo con la distancia (con la curvatura de la bóveda) y que produce las zonas oscuras en la parte antero-lateral. Los niveles elevados de la parte de detrás son debidos a la aparición de las reflexiones de la pared de fondo, y combinados con ésta.

80-200 ms: La banda de mayor coloración se corresponde con reflexiones del techo del presbiterio (fig. 7). El resto, reflexiones en las que participa la pared del fondo.

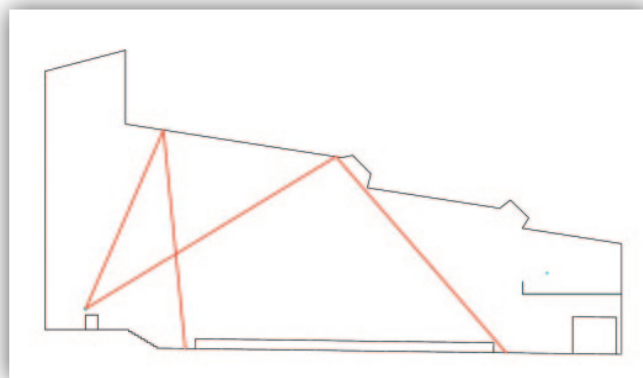


Figura 6. Reflexiones de la cubierta. La cubierta más cercana al presbiterio concentra los rayos, cubriendo toda la audiencia.

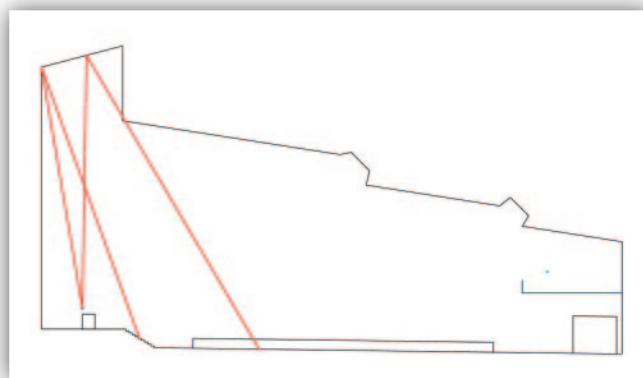


Figura 7. Reflexiones del techo del presbiterio. Producen una coloración tardía en las primeras filas del público.

Evaluación de parámetros acústicos

SPL. Nivel de presión sonora: Se recomienda (4) que las salas carentes de megafonía presenten unos valores de nivel de presión sonora superiores a los 60 dB. El nivel sonoro de nuestra sala se encuentra cercano a estos 60 dB y además, es muy uniforme, considerando un funcionamiento aceptable en este sentido.

RT. Tiempo de reverberación: Para salas en las que predomina la palabra, en torno a los 10000 m³, se recomiendan valores en todo caso inferiores a los 1,5s. Observamos que el RT de este edificio es bastante homogéneo, y se encuentra comprendido en el intervalo entre 2,1 y 2,9 s. Este valor es demasiado elevado y la sala es demasiado «viva» para la palabra

D. Definición: Cuanto mayor sea el valor de D, más elevada será la inteligibilidad y la sonoridad en el punto considerado. Se recomienda (4) que este valor no sea inferior al 50%. La definición es pobre, ya que se encuentra comprendida entre el 20-40%.

STI/RASTI: Se recomienda (4) que estén por encima del 0,65. Los valores son bajos, alrededor del 40-45%,

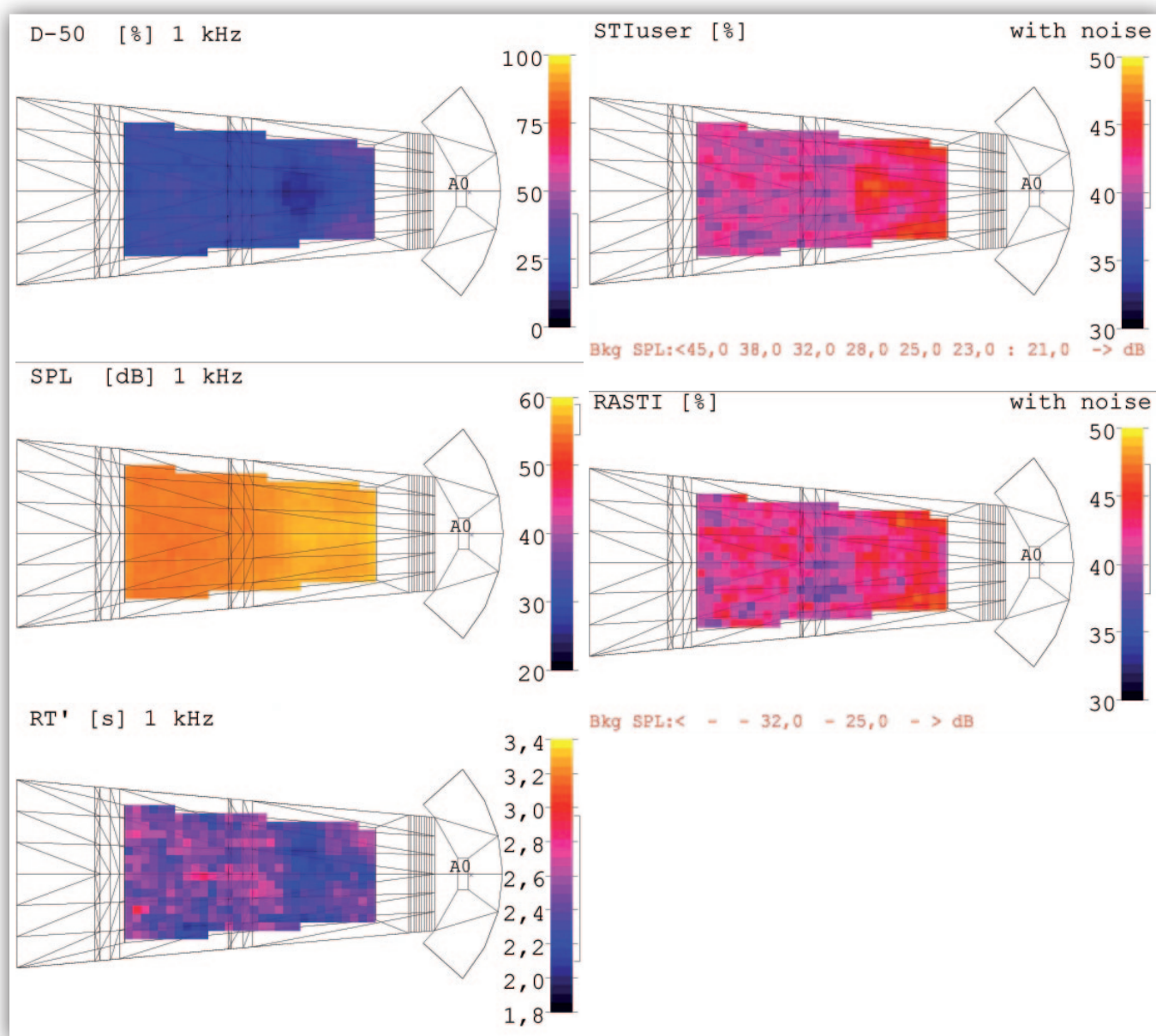


Figura 8. Valores estimados para la zona de público y la fuente A0: Definición, Niveles de presión sonora, Tiempo de reverberación, STI y RASTI.

pero bastante homogéneos en la sala. El nivel de inteligibilidad de la palabra se puede definir como «pobre».

Análisis de los resultados

Las reflexiones que llegan a un oyente dentro de los primeros 50ms desde la llegada del sonido directo son integradas por el oído humano y su percepción no es diferenciada respecto al sonido directo. Por eso tales reflexiones contribuyen a mejorar la inteligibilidad o comprensión del mensaje y, al mismo tiempo, producen un aumento de sonoridad

Por el contrario, la aparición de reflexiones de nivel elevado con un retardo superior a los 50ms es contraproducente para la obtención de una buena inteligibilidad de

la palabra, ya que son percibidas como una repetición del sonido directo. En tal caso, dicha reflexión es percibida como un «eco».

Los parámetros que evalúan la inteligibilidad de la palabra en esta sala la definen como «pobre». Esto es debido, precisamente, a la aparición de reflexiones energéticas muy tardías. Fundamentalmente, provienen de reflexiones de cubierta, del techo del presbiterio y de la pared del fondo. Debemos pensar que el retardo de 50ms equivale a una diferencia de caminos entre el sonido directo y la reflexión de, aproximadamente, 17m, relativamente corto en relación con las dimensiones del edificio.

Podemos afirmar, por lo tanto, que el comportamiento no deseado de la sala es debido fundamentalmente a

las enormes dimensiones de la sala (altura de los techos y longitud de la planta), y a la existencia en general de materiales muy lisos (poco difusores) y muy duros (poco absorbentes), que producen reflexiones tardías de gran entidad, que restan inteligibilidad al mensaje oral.

Dentro de los aciertos de diseño cabe destacar la forma abocinada de la planta, que da lugar a reflexiones laterales interesantes, que refuerzan la intensidad del sonido directo. Otro acierto es la pendiente de la vista en sección de la primera bóveda, ya que refleja la emisión tras el altar, cubriendo toda la audiencia.

Es interesante señalar que el comportamiento acústico de la sala en cuanto a parámetros básicos (tiempos de reverberación, inteligibilidad, etc.) es muy homogéneo a pesar de sus dimensiones. Sin embargo existe un error importante que se deduce de su análisis gráfico: la curvatura de la primera bóveda en alzado, que da lugar a una focalización en la zona central de la parte anterior del público.

Emisión desde el coro

Al igual que en el análisis de la emisión en el altar, se ha realizado un estudio preliminar de la acústica geomé-

trica, mediante la interpretación de los ecogramas para cada frecuencia y cada receptor. A partir de las reflexiones que llegan a cada oyente para cada intervalo, es posible interpretar las gráficas obtenidas del programa para el plano definido como Audiencia:

0-20 ms: De la mitad del público hacia delante, llegan el Sonido Directo, y las reflexiones laterales. A la parte delantera, llegan también las que se combinan con un rebote en la cubierta sobre el coro. La parte de detrás del público, recibe el sonido tras chocar contra la cubierta. Existe una franja que no recibe, ni sonido directo, ni reflexiones de cubierta, que es la que aparece más oscura (fig.10).

20-50 ms: Se producen fundamentalmente las reflexiones provenientes de la cubierta, que actúa como un tornavoz del coro. El sonido llega a todas partes con origen las reflexiones de cubierta. En la parte de detrás, las reflexiones de cubierta están precedidas por una primera reflexión en el suelo del coro. Se mantiene la franja oscura, que veíamos en el apartado anterior, ligeramente retrasada, debido al cambio de dirección de los rayos al pasar por el rebote en el suelo del coro previo a la reflexión de cubierta. A la zona delantera llegan también reflexiones de las escaleras y el altar.

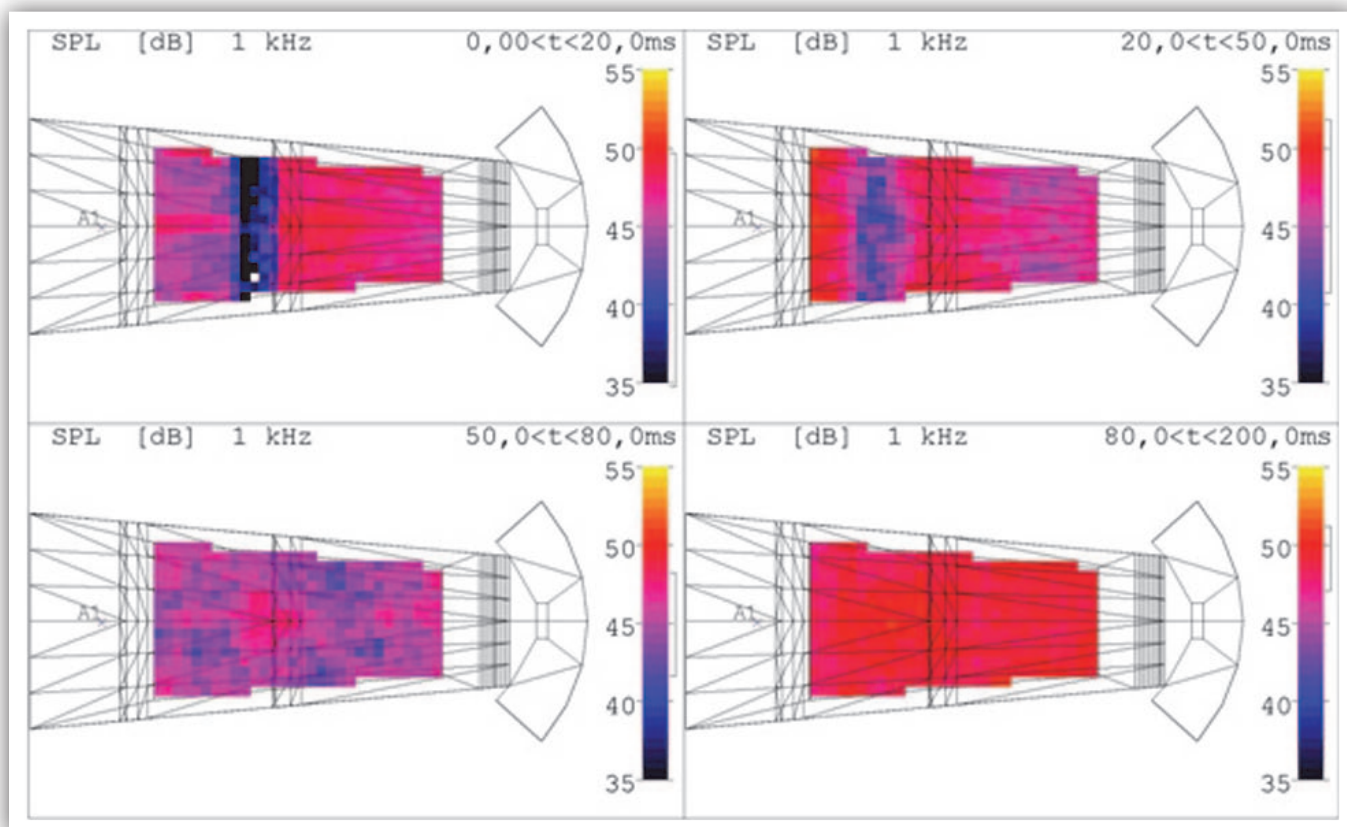


Figura 9. Niveles de presión sonora para la zona de público, y la fuente emitiendo en el coro.

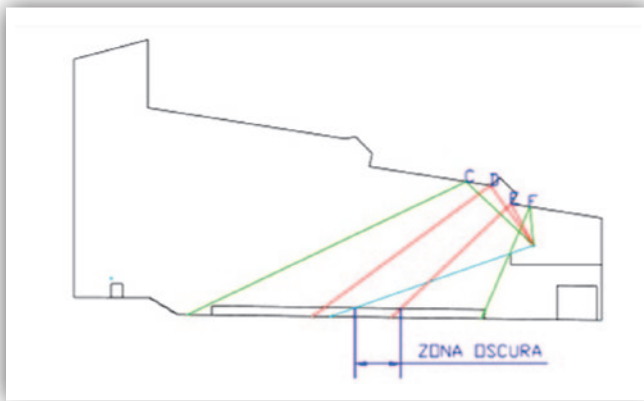


Figura 10. Zona oscura: no llega el sonido directo ni las reflexiones de cubierta.

50-80 ms: Existen pocas reflexiones, todas de segundo y tercer orden. La mayoría son laterales dobles y triples.

80-200 ms: Continúan las reflexiones laterales de segundo y tercer orden. Las zonas intermedia y anterior reciben reflexiones de la pared del presbiterio.

Evaluación de parámetros acústicos

SPL. Nivel de presión sonora: El nivel sonoro de nuestra sala se encuentra cercano a los 60 dB recomendados y además, es muy uniforme, considerando un funcionamiento aceptable en este sentido.

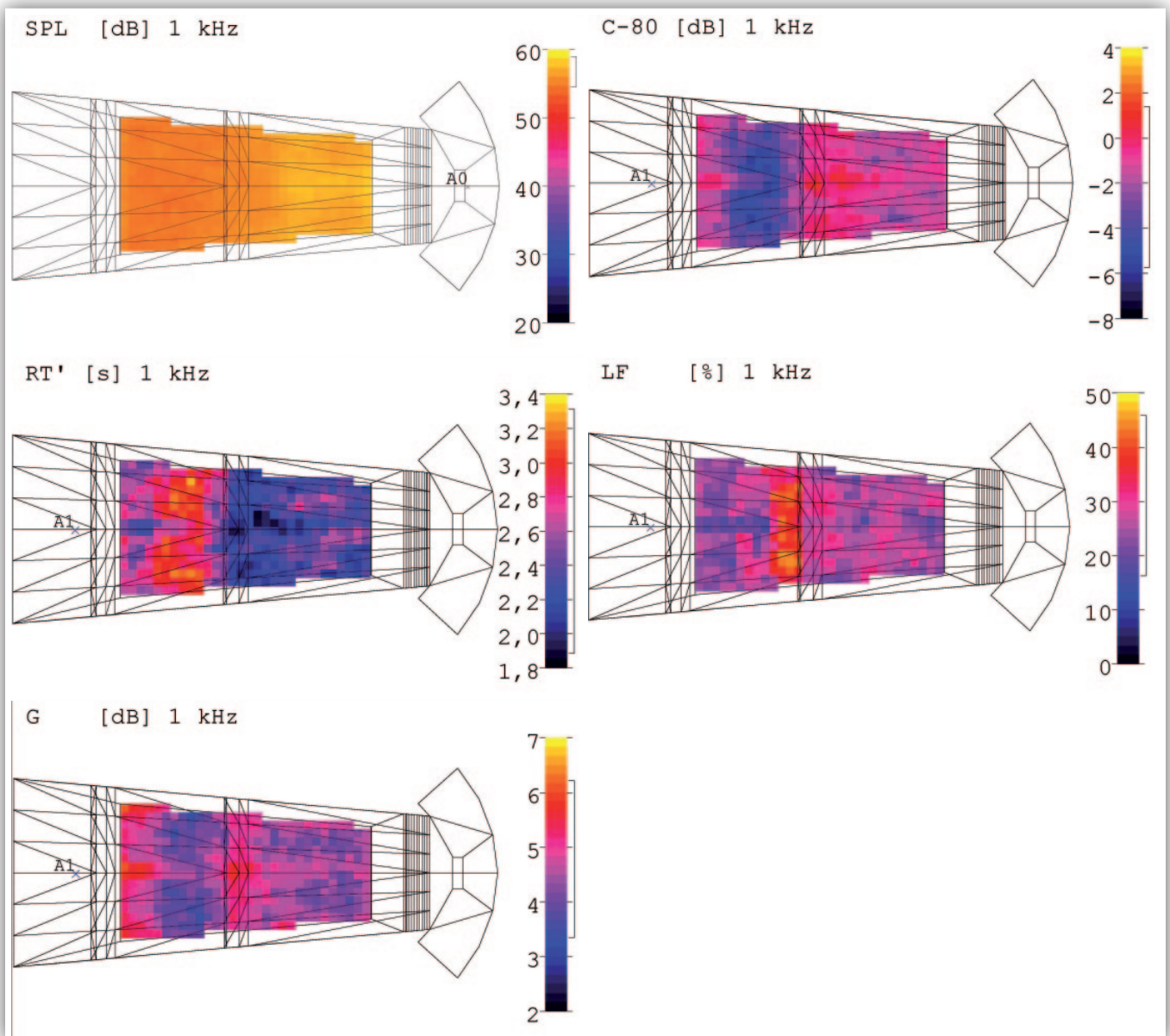


Figura 11. Valores estimados para la zona de público y la fuente A1: Niveles de presión sonora, Tiempo de reverberación, Sonoridad, Claridad Musical y Eficiencia Lateral.

RT. Tiempo de reverberación: El valor recomendado para salas destinadas a órgano y canto coral, (4) se encuentra comprendido entre 1,8 y los 3,2s. Observamos que el RT se encuentra en ese rango en toda la sala, siendo inferior en la zona intermedia y delantera (1,9-2,6s.) La viveza es mayor en la parte de detrás, presentando RT valores entre 2,3 y 3,3s.

G. Sonoridad: La sonoridad G se corresponde con el grado de amplificación producido por la sala. Se recomiendan (4) valores entre 4 y 5,5dB. Como se aprecia en la representación gráfica, G es bastante uniforme, y se encuentra comprendido entre los 3,5 dB y los 6dB, lo cual se aproxima bastante al recomendado.

C₈₀. Claridad Musical: Se recomienda (4) que se sitúe preferentemente entre los -4 y los 0 dB. Observamos que el C₈₀ se encuentra en el intervalo entre -5dB y 1dB, lo cual se aproxima bastante al recomendado.

LF. Eficiencia Lateral: Son deseables (4) valores superiores al 19%. Cuanto más elevado sea el porcentaje de energía lateral recibida, mayor será la impresión espacial del sonido y mejor la valoración subjetiva de la calidad acústica de la sala. Podemos afirmar que la sala tiene un comportamiento excelente en cuanto a espacialidad

Análisis de los resultados

A diferencia de la emisión del mensaje oral, desde el punto de vista de la música, son interesantes todas aquellas reflexiones que llegan a un oyente dentro de los primeros 80 ms desde la llegada del sonido directo. Estas reflexiones son integradas por el oído junto con el sonido directo y, por tanto, contribuyen a aumentar la claridad musical.

De la simulación realizada se desprende que el funcionamiento de la sala es bueno, ya que las reflexiones tardías son escasas, el tiempo de reverberación se encuentra dentro de lo recomendado para este tipo de música coral y de órgano y el porcentaje de reflexiones laterales es elevado, aumentando la espacialidad de la sala.

Dentro de los aciertos de diseño cabe destacar fundamentalmente la pendiente en sección de la cubierta sobre el coro, que actúa eficazísimamente como tornavoz. Otro acierto es la forma abocinada de la planta, que produce un porcentaje elevado de reflexiones laterales, lo cual aumenta la amplitud aparente de la fuente sonora, reforzando la espacialidad de la sala.

Es interesante señalar que el comportamiento acústico de la sala en cuanto a parámetros (tiempos de reverberación, sonoridad, claridad musical..., etc.) es muy homogéneo, pese a sus dimensiones. Sin embargo, existe una franja que presenta, para todos los paráme-

tros, peores resultados. Esto es debido, según revela el análisis, a la combinación de dos factores: la ausencia de sonido directo (debido al parapeto del coro) y a la ubicación del lucernario cercano al coro, que interrumpe la bóveda que actúa como tornavoz.

Conclusiones

Se ha realizado el análisis acústico de la iglesia desde una doble óptica: el funcionamiento para la palabra, emitida desde el altar y el funcionamiento para la música emitida desde el espacio reservado para el coro.

Es importante realizar una apreciación inicial sobre la dificultad para que un espacio funcione adecuadamente para usos tan distintos, sin estar dotado de elementos físicos móviles que den lugar a geometrías variables, lo cual se ha hecho indispensable en la actualidad para espacios multifuncionales con un diseño acústico adecuado.

El análisis se ha hecho mediante el programa de simulación CATT-Acoustic™. Del análisis extenso de los resultados, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Para la **inteligibilidad de la palabra** el funcionamiento es pobre, debido fundamentalmente a las grandes dimensiones de la sala (altura de los techos y longitud de la planta) y a la existencia de materiales en general muy lisos (poco difusores) y muy duros (poco absorbentes), que producen reflexiones tardías (posteriores a los 50 ms), que restan inteligibilidad al mensaje oral.

De la simulación de la emisión desde el coro se desprende que el funcionamiento **musical** de la sala es bueno: el tiempo de reverberación se encuentra dentro de lo recomendado para este tipo de música coral y de órgano, y el porcentaje de reflexiones laterales es elevado, aumentando la espacialidad de la sala.

Aparte de las observaciones de detalle, es interesante señalar que el comportamiento acústico general de la sala es muy **homogéneo**, pese a sus dimensiones.

Dentro de los **aciertos acústicos** de diseño cabe destacar la forma abocinada de la planta, que da lugar a reflexiones laterales interesantes, que refuerzan la intensidad del sonido directo, para la emisión desde ambos lados. Otro gran acierto es la pendiente de las cubiertas en sección, tanto de la primera bóveda, que refleja la emisión tras el altar cubriendo toda la audiencia, como de la última, que actúa como tornavoz del coro.

Sin embargo, existen un par de **errores de detalle**: en primer lugar, la curvatura de la primera bóveda en alzado, que da lugar a una focalización en la zona central de la parte anterior del público. En segundo lugar, la ubicación del lucernario cercano al coro, que interrumpe la bóveda, y da lugar a una franja oscura en la audiencia.

Del análisis realizado se deduce, por tanto, que sí existió una intencionalidad acústica en el diseño de la iglesia de los P.P. Dominicos: hay que reconocer el mérito de la forma abocinada en planta y, sobre todo, del diseño de la cubierta, que tiene una pendiente adecuada en sección y está hecha de un material acústico absorbente (panel resonador).

Sin embargo, el funcionamiento acústico general está supeditado a las grandes dimensiones de la sala y a la elección de los materiales principales (piedra y ladrillo). Estas dos decisiones (dimensiones y materiales), en las que, cabe suponer, primaron criterios plásticos, religiosos o artísticos sobre los acústicos, condicionan determinadamente el funcionamiento de la sala.

Por lo tanto, podemos concluir que Miguel Fisac en esta Iglesia, sin supeditar la grandeza de su diseño arquitectónico, consiguió un gran diseño acústico para el canto coral y de órgano, y un funcionamiento para la palabra superior a la media de las catedrales e iglesias de estas dimensiones de la época.

Bibliografía

- Arques Soler, F. 1996. *Miguel Fisac*. Madrid: Ed. Pro-naos.
- AV Monografías. 2003. *Colegio Apostólico de Arcas Reales: 1952-1953, Valladolid*. Nº 101, pp. 34-39
- BAU. 1989. *Colegio Apostólico PP. Dominicos en Valladolid*. nº1, pp. 84-99
- Beranek, L. 1996. *Concert & Opera Halls. How they sound*. New York: Acoustic Society of America.
- Bueno, A.M.; León, A.L.; Galindo, M. 2011. *La acústica en las iglesias postconciliares de Miguel Fisac: Santa Ana de Moratalaz*. En *Tecniacústica* 2011.
- Carrión Isbert, A. 1998. *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Ed. Universitat Politècnica de Catalunya.
- CATT-Acoustic v8.0. 2002. *User's manual*. Gotheburg: Spectra D'Sin Kopiering AB.
- Cortés, J. A. 2001. *Miguel Fisac: el último pionero*. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla y León Este.
- Fisac Serna, M. 1954. *Iglesia en Valladolid*. Informes de la Construcción nº66.
- Fisac Serna, M. 1955. *Colegio apostólico de los PP. Dominicos en Valladolid*. Revista Nacional de Arquitectura nº157, pp. 3-9.
- Fisac Serna, M. 1967. *Algunas consideraciones sobre el espacio arquitectónico sagrado*. Atlántida, 29-30, p. 527 ss.
- Fisac Serna, M. 1949. *Orientaciones y desorientaciones de la arquitectura religiosa actual*. ÁRBOR nº 39, pp. 379-390.
- García, F. 2006. *El simbolismo en las iglesias de Fisac*. Informes de la Construcción. Vol 58, nº503, pp. 19-32.
- Moya, L. 1961. *Concurso de anteproyectos de la iglesia parroquial de San Esteban Protomártir. Cuenca*. Arquitectura nº25, pp. 13-51.
- Revista Nacional de Arquitectura. 1955. *Sesión crítica de Arquitectura dedicada a la Iglesia de PP Dominicos de Valladolid*. nº157, pp.10-19

Índice de anunciantes

	Pág.
Rockwool	2
Datakustik	6
Cesva Instruments	11-12
Brüel & Kjaer	22-23
Cirrus Research	24
Audiotec	37
Álava Ingenieros	38
Saint-Gobain Isover	48
Ursa	56
AAC Acústica+Lumínica	80
Vibcon	99
Decustik	102

Brüel & Kjær

Líder en ensayos acústicos y de vibración

TODO DEL MISMO PROVEEDOR

Brüel & Kjær posee la gama más completa de sistemas de medida y ensayo de sonido y vibraciones

Soluciones completas para satélites, lanzadores, subsistemas y cajas de equipos

- Vibradores y controladores
- Transductores y sistemas de adquisición
- Software de análisis y procesado
- Gestión de datos e informes



www.bksv.es/aerospace

BRÜEL & KJÆR IBÉRICA, S.A.
Sede Social: Teide, 5 · 28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) · Tel.: 91 659 08 20 · Fax: 91 659 08 24
Delegación: Gran Vía Carles III, 98 – Planta 10 (Ed. Trade – Torre Norte) · 08028 Barcelona
Tel.: 93 226 42 84 · Fax: 93 226 90 90 · www.bksv.es · e-mail: bruelkjaer@bksv.com
Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid: Hoja 209544, Folio 209, Tomo 12977, Libro 0, Sección 8,
Inscripción 11 NIF A-08349649. Accionista único: Fairey Overseas Development Ltd.

Brüel & Kjær 
creating sustainable value

EFICACIA Y EFICIENCIA GARANTIZADAS EN SUS MEDICIONES ACÚSTICAS

MEJORE LA CALIDAD DE SU TRABAJO:

- Soluciones intuitivas fáciles de utilizar
- Precisión, seguridad y confianza en la misma herramienta
- Potencia de cálculo y prestaciones de última tecnología
- Ahorro de tiempo de trabajo en la gestión de datos y resultados
- Futuro garantizado con sistemas modulares



AISLAMIENTO ACÚSTICO

Soluciones completas de medida, cálculo y presentación de informes, con tecnología que busca el máximo rendimiento en el menor tiempo posible y con el mínimo coste de trabajo

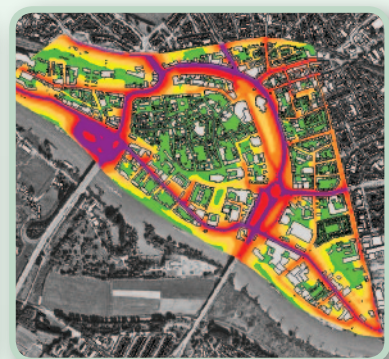
INTENSIDAD SONORA

La herramienta más intuitiva en la palma de su mano. El 2270 simplifica la vida del ingeniero consultor en medidas de potencia acústica y búsqueda de fuentes

SOFTWARE DE PREDICCIÓN Y MAPAS DE RUIDO

Predictor y Lima juntos para crear el programa más rápido y fiable junto con la simplicidad de manejo. Cómodo entorno de trabajo y todas las posibilidades de importación y exportación

En España, Brüel & Kjær Ibérica existe desde hace 40 años. Al contactar con nosotros, usted siempre trata directamente con personal propio, dedicado y formado exclusivamente para la compañía, y no con representantes, intermediarios o agentes multi-marca. Asimismo, le ofrecemos una amplia gama de monitores y servicios de gestión para conocer los niveles reales de ruido en su ciudad, industria o infraestructura conforme a normativa existente.



www.bksv.es

Mida todo. No olvide nada.

**GARANTÍA
DE 15 AÑOS
EXCLUSIVA DE
CIRRUS
RESEARCH**



El sonómetro líder para el ruido medioambiental

El **Optimus Green** de Cirrus Research es:

- Sencillo, efectivo y fácil de usar
- Idóneo para los profesionales que deben cumplir con las regulaciones de ruido medioambiental
- Ahora con nuevas funciones como la verificación de datos **AuditStore™**

Para solicitar una demo **GRATUITA** visite nuestra web

www.cirrusresearch.es

O contacte con nosotros
Cirrus Research, S.L.
Travessera de Gràcia, 62 4º 7ª
08006 Barcelona
Tel: 933622891
E-mail: info@cirrusresearch.es

Cirrus
optimus®
sonómetros