

Evaluación Acústica Objetiva y Subjetiva en Salas y Teatros de Andalucía

Tribunal:

Jaime Navarro Casas, Universidad de Sevilla

Rosa Cibrián Ortiz de Anda, Universitat de València

Alicia Giménez Pérez, Universitat Politècnica de València

Joan Lluís Zamora i Mestre, Universitat Politècnica de Catalunya

Ángel Luis León Rodríguez, Universidad de Sevilla

Resumen:

La tesis doctoral, desarrollada en el seno del grupo de investigación TEP-130 del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación, tiene como objetivo principal caracterizar la acústica de las principales salas de concierto de Andalucía. En concreto, se han analizado nueve salas, entre teatros y auditorios de la comunidad autónoma, actualmente en uso, y que desarrollan un programa musical en su programación regular. Para ello se han registrado in situ las respuestas al impulso (RI), con diversas posiciones de la fuente acústica en la escena, distribuyendo las posiciones de micrófono en la zona de audiencia. Se han utilizado micrófonos omnidireccionales, con directividad en figura de ocho y binaurales (simulador de torso). A partir de estas RI se obtienen los parámetros acústicos que caracterizan y valoran el campo sonoro de los recintos. En los espacios dotados con concha acústica las RI se han obtenido y analizado para las dos configuraciones: con y sin el citado equipamiento instalado.

El campo sonoro en cada sala se ha caracterizado proporcionando y analizando el comportamiento espectral promedio de cada uno de los



Autor:

Pedro Bustamante Rojas

Directores:

Juan José Sendra Salas,

Teófilo Zamarreño García

Exposición:

20 de enero de 2016

Lugar:

Escuela Técnica Superior de
Arquitectura.

Universidad de Sevilla

e-mail:

bustamante@us.es

parámetros acústicos y valorando su dispersión espacial para cada banda de octava de interés. Así mismo se han calculado los valores promedio espectral de calificación, caracterizando también su dispersión espacial en términos de los respectivos umbrales diferenciales (JND).

Se ha valorado el efecto de la concha en el comportamiento del campo acústico en la zona de audiencia, poniendo de manifiesto que su presencia supone leves modificaciones de los parámetros de reverberación, ligeras disminuciones de la calidez, la claridad musical y la definición y, en general, incrementos de la fuerza sonora (2 JND), fracción

de la energía lateral (unos 6 JND) y nivel sonoro lateral final (2 dB) en cada una de las salas.

En el caso del Teatro de la Maestranza de Sevilla, dado su carácter multiconfigurable, se ha realizado un análisis más amplio utilizando técnicas de simulación para las configuraciones que no fue posible medir. Para ello se parte del modelo calibrado para la configuración sinfónica inicial mediante las medidas realizadas in situ. A partir de él se realizan los cambios oportunos para modelar el comportamiento de la segunda configuración sinfónica y la operística. Los resultados de este análisis han dado lugar a un artículo en revista indexada.

También se han realizado encuestas y analizado sus resultados, ítem por ítem, para cada una de las salas, estableciendo un procedimiento gráfico que permite comparar visualmente los resultados y poniendo de manifiesto que los auditorios (Manuel de Falla en Granada y Maestranza en Sevilla) merecen las mejores valoraciones en todos los aspectos encuestados, tanto por parte de expertos, como del público asistente a los conciertos.

Tras la caracterización individual, tanto objetiva (a través de los parámetros acústicos) como perceptiva (con los resultados de las encuestas), se realiza un análisis global del conjunto y se indaga en las relaciones entre los resultados de los parámetros acústicos y distintos aspectos de la sensación percibida a través de las valoraciones de los encuestados. En este contexto, se han comparado los valores medidos con los previstos en cada caso por el modelo revisado de Barron, poniéndose de manifiesto que el modelo es capaz de predecir, en gene-

ral, los valores medidos de los parámetros que presentan una variación con la distancia fuente-receptor (C_{80} , D_{50} , G y T_3) con una precisión aceptable (± 2 JND), especialmente en el caso de que la concha acústica esté instalada. Se han obtenido los índices de calificación de Beranek para cada una de las salas, quedando patente que los dos auditorios ya citados y el teatro Villamarta de Jerez alcanzan las mejores calificaciones. En este análisis de conjunto se ha prestado especial atención a los parámetros relacionados con la sensación espacial percibida (J_{LFm} , J_{LLFm} , L_{Jm} , I_{ACCEm} , I_{ACCLm}). Puesto que estos parámetros no presentan una clara dependencia con la distancia fuente-receptor, se

ha investigado la posible dependencia con la distancia relativa al eje del recinto, llegando a conclusiones de interés en tal sentido, así como con la variación de la posición de la fuente en la escena y la presencia o no de la concha acústica. El análisis dio lugar a un artículo publicado en revista indexada. Finalmente se han analizado y establecido relaciones sugerentes entre los resultados de los parámetros objetivos y las valoraciones de los ítems correspondientes de las encuestas, si bien también ha quedado patente que algunas de las relaciones previsibles no se han puesto de manifiesto.

Las conclusiones alcanzadas, además del interés que pueden aportar al avance del conocimiento,

pretenden igualmente ser de utilidad para arquitectos de salas de concierto, tanto de obras de nueva planta como de reforma o rehabilitación. Se ha intentado aportar a los profesionales de la arquitectura un conocimiento más amplio sobre el comportamiento acústico de este tipo de espacios, suministrando datos y herramientas adecuadas para acometer proyectos de arquitectura de este tipo de espacios culturales. Así mismo, cabe destacar la aportación que el trabajo supone en el sentido de ampliar el concepto de patrimonio arquitectónico, incluyendo los aspectos sonoros como parte del patrimonio inmaterial asociado a estos espacios, especialmente concebidos para la comunicación sonora.

Abstract:

The main objective of the Ph. D. Thesis, developed within the TEP-130 research group of the Andalusian Research, Development and Innovation Research Plan (Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación), is to characterize the acoustics of the main concert halls in Andalusia. Specifically, nine rooms, theatres and auditoriums of the autonomous region have been analysed. These spaces are currently in use and include a music program in their regular programming. To this end, on-site impulse responses (IRs) have been recorded, by using various positions of the sound source on the stage, and by distributing microphone positions in the audience area. Omnidirectional microphones, with figure-of-eight directivity and binaural torso simulators are used. Acoustic parameters, which characterize and assess the sound field of the enclosures, are obtained from these IRs. In spaces equipped with an orchestra shell, the IRs have been obtained and analyzed for the two configurations: with and without the aforementioned equipment installed.

The sound field in each hall has been characterized by providing and analyzing the average of the spectral behaviour of each of the acoustic parameters and by assessing its spatial dispersion for each octave band of interest. Likewise, the spectral average values of qualification have been calculated, by also characterizing their spatial dispersion in terms of the respective Just Noticeable Differences (JND).

The effect of the shell on the behaviour of the acoustic field has been assessed in the audience area, thereby revealing that its presence produces slight changes in reverberation parameters, slight decreases in warmth, musical clarity and definition, and, overall, that it increases the sound strength (2 JND), the lateral energy fraction (about 6 JND) and late lateral sound level (2 dB) in each hall.

In the case of the Maestranza theatre of Seville, due to its multi-configurable character, further analysis has been carried out by using simulation techniques for configurations that were impossible to measure. To this end, the calibrated symphony model for the initial configuration used in the on-site measurements is taken as the starting point. From this model, the appropriate changes are made to model the behaviour of the second symphonic and opera configuration. The results of these analyses have been published in an indexed journal.

Surveys have also been conducted, and analysis of their results, item by item, for each room, has established a graphic procedure that enables a visual comparison of results. These surveys also demonstrate that the auditoriums (Manuel de Falla in Granada and Maestranza Theatre in Seville) deserve the best ratings in all aspects surveyed, both by experts and by the public attending concerts. After both individual objective characterization

(through acoustic parameters) and individual perceptive characterization (with survey results), a global analysis is performed and the relationship between the results of the acoustic parameters and several aspects of the sensation perceived by respondents are researched. In this context, measured values are compared with those provided in each case by the revised Barron model, revealing that the model is able to predict, in general, those measured values of the parameters that present a variation with source-receiver distance (C_{80} , D_{50} , G , and T_9) with acceptable accuracy (± 2 JND), especially in the case when the orchestra shell is installed. The Beranek qualification indices for each hall have been obtained, and it has become evident that the two aforementioned auditoriums and the Villamarta theatre of Jerez achieve the highest rating. In this whole analysis, particular attention has been paid to parameters related to the perceived spatial impression (J_{LFm} , J_{LLFm} , L_{Jm} , I_{ACCEm} , I_{ACCLm}). Since these parameters show no clear dependence on source-receiver distance, the possible dependence on distance relative to the axis of the enclosure has been investigated, and conclusions of interest in this regard have been drawn. Dependence on the variance of the position of the source on the stage and on the presence or absence of the orchestra shell has also been studied. This analysis has been published in an indexed journal.

Finally, indicative relationships between the results of the objective parameters and the valuations of the corresponding items of the surveys have been analyzed and established, although some of the predicted relationships have not appeared.

The conclusions drawn, in addition to the interest that can contribute towards the advancement of knowledge, also promise to be useful for architects of concert halls, inasmuch for new design as for renovation and rehabilitation. We have striven to provide professional architects with a broader knowledge of the acoustic behaviour of these spaces, by providing data and appropriate tools to undertake architectural projects of cultural spaces. In addition, it is worth underlining the contribution that this work involves in the sense of broadening the concept of architectural heritage, including the aspects of sound as part of the intangible heritage associated with these spaces, which have been specially designed for the communication of sound.

