

GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE MEDICIONES ACÚSTICAS EN LAS PLAZAS DE TOROS

Martín-Castizo, M.¹, Girón, S.², Galindo, M.²

¹ Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (INTROMAC). Campus Universitario, s/n. 10071 – Cáceres, España
{e-mail: manuel.martin@org.juntaex.es}

² Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción (IUACC). Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes 2. 41012 - Sevilla, España.
{e-mail: sgiron@us.es; mgalindo@us.es}

Resumen

Se presenta una guía para la realización de mediciones acústicas en las plazas de toros. El objetivo es la caracterización acústica de este tipo de espacios al aire libre a partir del tiempo de reverberación y el resto de parámetros acústicos siguiendo las directrices de la norma ISO 3382 y la comparabilidad de mediciones acústicas y simulaciones para los diferentes tipos de plazas de toros. La guía analiza aquellas prescripciones de la norma que tienen alguna influencia en las medidas acústicas en las plazas de toros. A partir de la identificación de las fuentes sonoras y zonas de audiencia características de los festejos taurinos, se proponen las localizaciones y se sugieren las combinaciones de fuentes y receptores más adecuados para estudiar la casuística del entorno acústico en el que se desarrolla el espectáculo taurino. También se realizan algunas consideraciones de tipo práctico, tales como tipologías, ejes y coordenadas a considerar para referenciar fuentes y receptores, o las condiciones ambientales a controlar en un espacio influenciado por el soleamiento de algunas zonas. Como ejemplo de aplicación de la guía se presenta la desaparecida Plaza de Toros Monumental de Sevilla.

Palabras clave: Plazas de toros, Guía de medidas acústicas, ISO 3382, Acústica de espacios al aire libre.

Abstract

This paper presents guidelines for acoustical measurements in bullrings. The aim is to facilitate both the experimental measurement of reverberation time and other acoustic parameters in these open-air spaces in accordance with the ISO 3382 standard, and the comparability of acoustic measurements and simulations for the different types of bullrings. The guidelines analyse those items in the standard that exert certain influence on acoustic measurements in bullrings. Based on the identification of the sound sources and on audience areas characteristic of bullfights, the locations are proposed and the most suitable source-receiver combinations are recommended for the study of the acoustic environment of bullfighting. Certain practical considerations are also made, such as typologies, axes, and coordinates to be taken into account when referencing sources and receivers, as are the environmental conditions in a space influenced by sunlight in some areas. As an example of the application of the guidelines, the disappeared Bullring of Monumental de Sevilla is presented.

Keywords: Bullrings, Guidelines for acoustical measurement, ISO 3382, Open-air spaces acoustics.

PACS nº. 43.55.Gx

1 Introducción

El método de caracterización acústica internacionalmente aceptado combina medidas experimentales in situ y la utilización de técnicas de simulación del campo sonoro mediante ordenador para conocer y predecir el comportamiento acústico de recintos. La realización de medidas experimentales para conocer el tiempo de reverberación y otros parámetros acústicos en salas de espectáculos siguiendo las directrices de la norma ISO 3382-1[1] , es el procedimiento comúnmente utilizado para la evaluación acústica de los recintos a partir de las respuestas impulsivas. Es conveniente señalar que la parte 1 de norma ISO 3382 tiene como campo de aplicación los recintos de espectáculos en general sin especificar un tipo concreto, mientras la parte 2 [2] se refiere a recintos ordinarios y la parte 3 [3] a espacios de oficinas diáfanas.

Con las prescripciones de la antigua norma ISO 3382 [4,5], y especialmente desde 2009 con la vigente norma ISO 3382-1, son numerosos los espacios de espectáculos (performance spaces) que han sido evaluados para conocer la calidad acústica de los mismos. Desde espacios principalmente destinados a la audición de la música y la palabra como salas de conciertos, salas de ópera, auditorios y teatros, hasta los espacios de culto como templos, mezquitas, iglesias, catedrales, sinagogas etc., pasando por otros recintos al aire libre como antiguos teatros griegos y romanos, o modernos auditorios para conciertos musicales de gran afluencia de público.

La norma ISO 3382-1 se refiere básicamente a espacios o recintos cerrados, donde existe un gran consenso sobre la validez para valorar el comportamiento acústico de éstos, sin embargo en la actualidad existen algunas incertidumbres a la hora de evaluar la acústica en recintos abiertos con los parámetros definidos en la citada norma, ya que estos espacios poseen un campo sonoro característico bastante diferente al campo reverberado de los recintos cerrados.

Las plazas de toros son recintos para la celebración de espectáculos y festejos taurinos, concebidos, la mayoría, como recintos al aire libre. En esta comunicación se presenta una guía para la caracterización acústica de las plazas de toros a partir del tiempo de reverberación y el resto de parámetros acústicos siguiendo las directrices de la norma ISO 3382-1 y la comparabilidad de mediciones acústicas y simulaciones a realizar en las diferentes plazas de toros.

2 Análisis de la norma ISO 3382-1

Como ya se ha mencionado la norma ISO 3382-1 especifica los métodos de medición del tiempo de reverberación y de otros parámetros acústicos en salas de espectáculos a partir de las respuestas impulsivas, a la vez que describe el procedimiento de medición. En este apartado se analizan aquellos aspectos y prescripciones de la norma que afectan o no suponen impedimento a las medidas acústicas que se realicen en unos espacios donde la propagación del sonido se ve influenciada por factores como la divergencia geométrica desde la fuente, la absorción por el aire, el efecto del suelo o las reflexiones producidas por las superficies y elementos constructivos que los rodean, como es el caso de las plazas de toros.

De los diferentes estados de ocupación que se contemplan en la norma, el estado de inocupación será el utilizado, debido a la imposibilidad práctica de realizar medidas en condiciones controladas durante el espectáculo taurino, debido al propio desarrollo de la lidia y al bullicio del público.

Las posiciones de las fuentes se deberían colocar donde se sitúan generalmente las fuentes sonoras naturales del espectáculo y los festejos taurinos, como se describe en el apartado 3. Se situará la fuente omnidireccional utilizada a 1,5 m sobre el suelo, “*para evitar una modificación de baja frecuencia de la potencia de salida de la fuente en el rango de frecuencias de medición*”, como se indica en la norma.

Las posiciones de micrófonos, distribuidas convenientemente, se deberían colocar en posiciones representativas donde se acomodan los espectadores (tendidos, palcos, gradas, etc.) y los participantes (callejón y ruedo), de manera que aporten información sobre las variaciones sistemáticas posibles y anticipe las principales influencias y perturbaciones acústicas. En todo caso, y para cumplir norma, se cuidará que estén alejadas unas de otras al menos 2 m, de superficies reflectantes 1m, y alejadas de las posiciones de la fuente. Las posiciones de micrófonos se colocarán a una altura que corresponda a la altura de los oídos de los oyentes, siendo está de 1,2 m sobre el suelo para las localidades del público general, y algo mayor para los oyentes que se mantienen de pie en el callejón.

Las plazas de toros son edificios abiertos, generalmente circulares y descubiertos, donde no es de esperar que resulten tiempos de reverberación muy diferentes que tuvieran que analizarse y medirse por separado, como prescribe la norma cuando se tratan de recintos que no presentan una distribución aceptablemente uniforme o con volúmenes comunicados, debido a que estos edificios están concebidos tanto formal como funcionalmente con un objetivo claro: que la observación y disfrute del espectáculo taurino sea igual para todos los asistentes.

No obstante, y como bien prescribe la norma en su anexo A, “*las diferentes magnitudes medidas no son propiedades estadísticas del conjunto del auditorio y variarán de forma sistemática de un asiento a otro*”, por lo que es importante definir un número adecuado de posiciones de fuentes y micrófonos. En las plazas de toros se utilizarán un mínimo de tres posiciones de fuentes, cumpliendo así con lo especificado en norma, situadas en posiciones representativas de los sonidos que se escuchan en el espectáculo taurino, como se describe en el apartado 3, y con referencia a los ejes que se definen en el apartado 5. Estos ejes también servirán para referenciar las posiciones de los receptores.

Entre las magnitudes acústicas que se recogen en el anexo A de la norma, hay que descartar la posibilidad de medir la presión acústica instantánea de la respuesta impulsiva en campo libre a una distancia de 10 m ($L_{pE,10}$) de la fuente sonora para obtener la magnitud G (dB), fuerza sonora, debido a la presencia de reflexiones del sonido provenientes del suelo que impiden las condiciones de campo libre. Para solventar el problema anterior se recomienda medir $L_{pE,10}$ en una cámara anecoica mediante el procedimiento alternativo descrito en la norma.

Por último, la norma prescribe la información que debe ser facilitada junto a los resultados medidos. Resulta conveniente destacar entre dicha información la relativa al volumen del recinto, para la que se especifica que “*si el recinto no está completamente cerrado, se debería dar una explicación de cómo se define el volumen estudiado*”. El volumen a considerar en las medidas de las plazas de toros será el contenido por sus superficies delimitadoras, la superficie ficticia de cielo que cubre la plaza definida por su borde más elevado o cumbre, y las superficies ficticias de huecos definidas por el contorno de acceso a puertas y vomitorios.

3 Identificación de fuentes sonoras en una plaza de toros

El paisaje sonoro, definido por Davies *et al.* [6] como “*la totalidad de los sonidos dentro de una ubicación, con énfasis entre la relación entre la percepción, comprensión e interacción del individuo o la sociedad con el entorno sonoro*”, a partir de la definición básica creada por Schafer [7] en el Word

Soundscape Project (WSP), que se desarrolla en el espectáculo taurino está determinado por el entorno al que pertenecen, por su configuración, por la manera en que son producidos, y por la forma en que propagan de manera natural en el ambiente. Existen sonidos que son característicos de un ambiente particular, y son éstos los que determinan su singularidad sonora.

Los sonidos que se escuchan en una corrida de toros, tales como la música, las expresiones de la afición, del torero, las acciones del animal, y como éstas se hibridan con la intercalación de silencios, describen el paisaje sonoro que se escucha en el espectáculo taurino. Por tanto, para el objetivo de la presente guía se puede considerar que la voz, la música y el sonido ambiente son las principales fuentes de sonido, que conjuntamente, recrean el espectáculo y permiten entenderlo. Llegados a este punto es conveniente recordar que la fiesta de los toros es principalmente un espectáculo visual, donde el sonido lo enriquece de forma tal, que se puede entender únicamente con ellos.

A continuación se describen las fuentes sonoras que mayor protagonismo tienen en una corrida de toros (voz, música, y sonido ambiente) y algunos conceptos básicos sobre los mismos, y cómo la hibridación de éstas construye el conjunto, que dan a entender una corrida de toros únicamente con sonidos.

3.1 La voz

Aunque durante el desarrollo de la lidia predomina el silencio de sus protagonistas, éstos no permanecen mudos. Son numerosas las ocasiones en la que se establecen, de manera análoga a como ocurre en los espectáculos teatrales, el diálogo entre toreros, entre el torero y su cuadrilla, picadores y banderilleros, con la gente del callejón, incluso con el público presente. También existe un diálogo irracional entre toro y torero, cuando éste emplea algunas vocalizaciones para llamar al toro de forma imperativa y provocar la embestida como las interjecciones *¡ey!*, el *¡ája!* o *¡toro!*.

Las propias características físicas de la voz (duración, tono, timbre e intensidad) hacen que transmitamos valores al hablar, que los oyentes perciben e interpretan como emociones, sensaciones o sentimientos al escuchar sus voces. La psicoacústica nos enseña que escuchar no es simplemente un fenómeno físico o mecánico basado en la propagación de ondas sonoras, sino que también entran en juego diversas cuestiones de carácter sensorial, perceptivo y emocional. La experiencia de escucha viene determinada no solo por el punto de vista físico y fisiológico sino también desde el punto de vista de la experiencia y la memoria. Cualquier actividad sensorial involucra a la memoria, tanto por reconocimiento como por recuerdo, como ocurre con la escucha del sonido.

Del otro protagonista del espectáculo, el toro, se le distinguen tres voces: el “pitido”, bramidos agudos e interrumpidos, que avisa del peligro, el “reburdeo”, ronquido bajo y grave, que presagia la pelea y el “berreo”, ese que anuncia la cobardía o, para orgullo del ganadero, la casta.

3.2 La música

“La fiesta de los toros es una fiesta con música. Está forma parte del ritual taurino... La música, durante la corrida, es como una dimensión más del colorido propio e inseparable de la fiesta”. Esta frase del capítulo “Los Toros en la Música”, del Tomo 7 de la enciclopedia taurina “Los Toros. Tratado técnico e histórico” [8], introduce un amplio tema sobre música taurina, limitando la que está directamente relacionada con la celebración de la corrida a dos manifestaciones: los toques de clarín para señalar los cambios de tercio y las interpretaciones de *pasodoble* en el repertorio de las bandas de música que actúan en las plazas de toros.

3.2.1 Toques de clarín para cambios de tercio

Ordenados por el presidente, los cambios de tercio durante la lidia se anuncian al público a través de toques de clarines y timbales, para ordenar el “despeje” e inicio del paseíllo, la salida del toro y para indicar los tres tercios: el de varas, el segundo de banderillas y el último: faena de muleta y la suerte suprema. Con una nota prolongada, también se dan los avisos a los espadas y se devuelve el toro al corral.

Los toques se interpretan, por lo general, por dos clarines y un juego de dos timbales. Los clarines son sustituidos, con frecuencia, por una o dos trompetas, y en ocasiones, se prescindir de los timbales o se les sustituye por otro tipo de redoble. En algunas plazas se utilizan instrumentos tradicionales típicos de la región: chirimías, dulzainas, gaitas, etc.

Los encargados de dar estos toques se sitúan, por regla general, en el lugar de la plaza diametralmente opuesto a la presidencia y cada vez que el presidente saca el pañuelo ejecutan el toque que corresponda, que sirve de notificación a todos, lidiadores y público.

Deben su origen a los “de ordenanza” de las fuerzas de Infantería o Caballería que velaban por el orden en los festejos taurinos. En la actualidad hay gran variedad de toques, la mayoría tienen un origen común, a partir de cuatro o cinco prototipos. Casi puede afirmarse que cada plaza tiene su propia modalidad, siendo muy reconocible el toque de clarín de la Maestranza sevillana, donde no se usan timbales.

3.2.2 La banda de música

En todas las plazas de toros, desde comienzo del siglo XIX, es obligatoria la intervención de una banda de música, encargada de amenizar musicalmente el espectáculo. No están reguladas en ningún reglamento taurino y obedecen, como otros muchos aspectos de la fiesta, al arraigo de populares costumbres. La finalidad de la banda de música es la de ofrecer a los espectadores la singular muestra sonora, genuinamente española y muy popular del alegre “pasodoble”.

La banda de música está integrada por instrumentos musicales exclusivamente de viento (madera y metal), con un añadido mínimo de percusión. Se suelen situar en la parte alta de la plaza, generalmente en un palco reservado para este fin, en los tendidos de sombra. El número de los músicos que lo forman es muy variable de unas plazas a otras, e incluso según las circunstancias y ocasiones.

Las intervenciones de la banda de música tiene lugar en los siguientes momentos de la corrida: al inicio, durante el “paseíllo” o desfile de las cuadrillas, hasta que se ordena la salida del primer toro; en los intermedios, durante el arrastre de cada toro y/o la ovacionada vuelta al ruedo, hasta que se ordena la salida del toro siguiente, y también en la devolución a los corrales del toro defectuoso; y, por último, a petición del público, o bien, porque lo considere el director de la banda, para amenizar las grandes faenas de muleta.

En algunas plazas es costumbre que la banda arranque a tocar cuando el matador toma las banderillas. En cambio, en la primera plaza de toros del mundo, la plaza monumental de Las Ventas, es costumbre la ausencia de música durante las faenas.

El género musical interpretado en las corridas de toros es el “pasodoble torero”, salvo en determinados casos de tradición regional, como el de la jota de Aragón, Navarra y La Rioja, donde la banda de música interpreta otro tipo de música que no sea la del pasodoble torero.

El pasodoble se trata de una composición musical escrita en compás binario, de dos por cuatro subdividido en corcheas y tiempo *allegro moderato*, que tiene un claro origen en la marcha militar (final del siglo XVIII y principios del XIX) y su nombre deriva del paso ágil de la infantería. En opinión del musicólogo Manuel Delgado-Iribarren [8,9] el pasodoble fue adquiriendo popularidad hasta derivar su primitivo carácter patriótico hacia variantes lúdicas. “Y así, el pasodoble acabaría por hacerse callejero, popular, castizo, retozón y danzarín. Y, cómo no, el pasodoble acabaría por hacerse torero”.

3.3 Sonido ambiente

El sonido ambiente es de vital importancia porque contextualiza y ubica al oyente en el espacio e incluso el tiempo en el que suceden los hechos. El sonido ambiente engloba dos naturalezas:

- El público, con sonidos que tienen fuentes más visibles y puntuales además de pasar menos desapercibidos, tales como los gritos de *olé* o los aplausos.
- Atmósfera o sonido del entorno, se trata de sonidos que pueden no tener una fuente clara y no son tan audibles, como el sonido de la ciudad, la brisa, la lluvia o algunas condiciones climáticas que emiten sonidos que pasan desapercibidos.

Siendo la corrida de toros un acto de gran afluencia de personas, las acciones de los protagonistas pueden verse enmascaradas por algunos sonidos que las opacan, público y música principalmente. Por eso, resulta útil centrarse en lo primordial del espectáculo, tratando de utilizar los sonidos más limpios y dando protagonismo al toro, torero y música, sin embargo no se deben dejar a un lado las expresiones del público que forman parte del paisaje sonoro de la corrida de toros.

De forma espontánea, los espectadores ponen sonoridad a las corridas de toros, al manifestarse con aplausos u ovaciones o, por contra, con silbidos y gritos de censura que a veces degeneran en “división de opiniones” o una fuerte “bronca” a los lidiadores o al presidente. Cuando hay lucimiento, el público, acompaña rítmicamente los pases del diestro en cada tanda con el “olé” continuo y si el lance o muletazo es muy rápido se impone la versión sincopada: “óle”. Las llamadas “palmas de tango”, se usan para rechazar un toro, coreado con diversos gritos: “otro, otro,...”, “fuera, fuera,...”. También suenan estas palmas cuando el público se aburre. Tampoco faltan las intervenciones sorpresivas y en solitario de algunos espectadores. En una corrida de toros se encuentran todas las fuentes de sonidos descritas con anterioridad, estamos en un entorno multifuente y no deben entenderse separados. En el espectáculo taurino todos los sonidos son esenciales, sin uno de ellos no podría entenderse en su plenitud, lo que significa que se hibridan naturalmente, aunque cada uno tiene su función y cumple un papel determinado.

4 Identificación de posiciones receptoras en una plaza de toros

Para los propósitos de esta guía, la parte de la plaza de toros destinada al público espectador se considera zona de escucha o audiencia. Para una mayor precisión, la barrera o valla que circunda y separa el círculo de terreno donde se corren y lidian los toros delimita la plaza en dos zonas acústicas: el ruedo, también llamado redondel, arena, en el que se distinguen los medios, tercios y tablas, y la zona de escucha, que comprende el callejón, tendidos, gradas y palcos.

La valla o barrera que sirve de defensa al torero cuando salta perseguido por el toro, tiene por regla general 1,6 m de altura por la parte del ruedo y 1,3 m por la del callejón, siendo el nivel del piso de este último más alto que el del ruedo. El callejón circular donde se refugian las cuadrillas, ayudantes y empleados de la plaza, comprendido entre la barrera y el muro de fábrica de donde arranca el tendido,

suele tener una anchura de 1,6 m. En la valla, por la parte del ruedo, se disponen un número conveniente de “burladeros”, que son una breve valla de la misma altura y construcción de la barrera que se coloca paralela a ella, con una separación de unos 35 cm, para que en ellos pueda refugiarse el torero entrando de costado y no pueda hacerlo el toro. También dentro del callejón se disponen “burladeros” para refugio de empleados y ayudantes que, por razón de su oficio, deben estar entre barreras. Todas estas personas siguen la lidia con especial atención mediante la vista y el oído, por lo que se considera el callejón una zona de escucha de primera importancia.

Es práctica común que cada persona del público espectador que asiste a una corrida de toros lo haga acomodado en un asiento o localidad, entre todas las dispuestas en las distintas zonas habilitadas para ello. Estas localidades se agrupan en zonas con diferentes denominaciones [8].

El “tendido”, es la parte del edificio, construido de cantería o fábrica de ladrillos, que cerca el ruedo tras la barrera a modo de anillo y en forma escalonada, como en los circos y anfiteatros romanos, constituyendo la zona más amplia donde se ubican los espectadores en las plazas de toros. La primera fila del tendido se llama barrera, y contrabarrera la que sigue o siguen hasta un pasillo que suele estar entre las filas bajas y el numeroso público del tendido. La fila primera sobre ese pasillo se llama delantera, y las demás están numeradas de abajo a arriba.

Toda la gradería que forma el tendido está dividido en diversos sectores, numerados asimismo, y separados unos de otros. La separación y precio de cada uno de estos sectores o tendidos, según sea de sombra o de sol, o más o menos próximo al centro de la sombra, varía, y ello es la causa de tal separación. Cada tendido tiene acceso por una puerta abierta en el graderío como breve túnel o cañón, denominado vomitorio.

Sobre los tendidos se erigen uno o dos pisos de “gradas” en forma de balconaje corrido con su barandilla y la gradería que permita su anchura. La grada del piso alto se suele denominar “andanada”. En la parte de sombra de la grada baja, y en algunas plazas de la grada alta, suelen estar los “palcos”. Compartimentos de localidades que tienen las mismas características de los teatros y otros recintos destinados a espectáculos. El palco central, sobre todo en plazas donde ha sido frecuente la asistencia de reyes o Maestranzas, suele estar ornamentado.

5 Ejes de referencia y otras consideraciones prácticas

En este apartado se realizan algunas consideraciones de tipo práctico para una mejor realización de las mediciones acústicas en una plaza de toros, como los ejes y coordenadas para referenciar fuentes y receptores o las condiciones ambientales a controlar en un espacio influenciado por el meteoro y el soleamiento de algunas zonas.

Las plazas de toros se ordenan de acuerdo con la lógica de su uso y construcción, desde unos ejes que determinan el orden y composición de sus elementos [10]. Así tenemos tres ejes diferenciados (Figura 1):

1. Presidencia-toriles. Antiguamente se hacía coincidir la puerta principal (exterior) con el balcón (interior), normalmente situado en sombra, y frente a éstos, ubicar toriles y corrales.
2. Sol-sombra. La orientación de este eje sol y sombra, variable según la latitud del lugar y relativo según la hora del espectáculo, resulta especialmente interesante en el análisis de las plazas de toros, ya que explica la situación de los elementos definatorios en planta del edificio.

3. Eje urbano-puerta principal de la plaza. Con el paso del tiempo, este eje ha tenido más interés, haciendo coincidir la puerta principal de la plaza con las principales vías de crecimiento urbano.

Este sistema de ejes se cumple en muchas plazas, aunque no se cumple perfectamente en todas. En algunas plazas, eje urbano, eje interior presidencia-toriles y eje solar coinciden en uno solo. Desde el punto de vista acústico, para una correcta localización de las posiciones de fuentes de sonido y receptoras, y especialmente para una mejor comparabilidad de mediciones acústicas entre los diferentes tipos de plazas de toros, el eje sol-sombra, o simplemente solar, resulta el más pertinente por: la disposición del público en torno a los diferentes tendidos de sombra y sol, el propio desarrollo de la lidia que se concentra la mayor parte del tiempo en zona de sombra, y la influencia que en la propagación del sonido van a tener factores como la divergencia geométrica desde las principales fuentes de voz y música que se localizan en zona de sombra, o la refracción producida por los gradientes verticales de temperatura del suelo. Para mostrar gráficamente la disposición de estos ejes, y también como homenaje a un edificio que hoy sería un monumento de no haberse demolido en 1930, se presenta la Plaza de Toros Monumental de Sevilla, inaugurada en 1918, que tuvo en su momento gran relevancia y que impulsara Joselito El Gallo, promotor intelectual de otras plazas monumentales como Madrid, Pamplona y Barcelona, como se observa en las Figuras 1 y 2 [11].

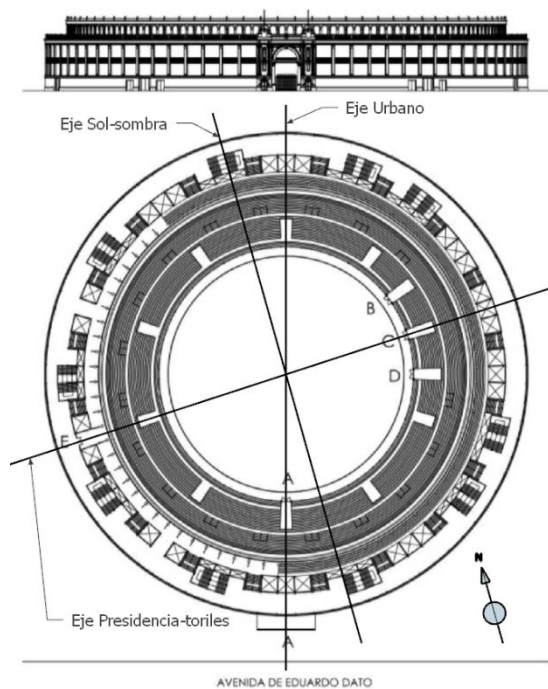


Figura 1 – Alzado principal y planta de gradas y palcos de la Monumental de Sevilla: A- Puerta Grande, B- Puerta de cuadrillas, C- Toriles, D- Puerta de arrastre, E- Palco Real. Fuente: Carrasco *et al.* [11].

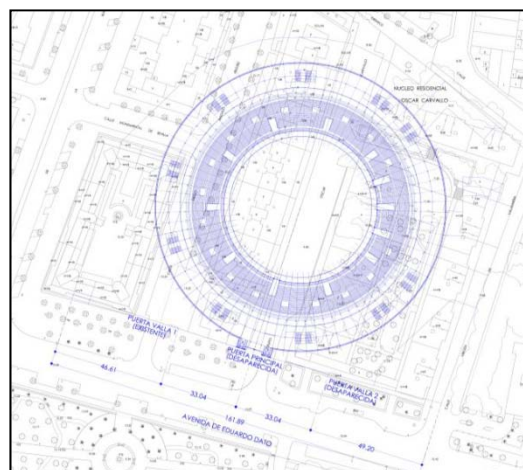


Figura 2 – Ubicación de la Monumental de Sevilla en planta, montada sobre el parcelario actual de la zona. La Puerta Grande de la plaza estaría próxima al nº 37 de la Avda. Eduardo Dato. Fuente: Carrasco *et al.* [11].

A partir del eje solar, se propone para el posicionamiento de fuentes y receptores un sistema de coordenadas rectangulares, con origen de coordenadas el centro del ruedo y con semieje X^+ el semieje solar con sentido Sur y eje Z la vertical del lugar, mediante el vector de posición (x,y,z) . Alternativamente, se puede usar un sistema de coordenadas cilíndricas, con origen el anterior y como eje polar el semieje X^+ , mediante el radio (r), azimuth (ϕ) y elevación (z). Para facilitar el posicionamiento también se propone la nomenclatura con sentido horario de 12 horas. Para terminar este apartado,

recordar la importancia de medir con un termo-higro-anemómetro, además de la temperatura y la humedad relativa del aire como prescribe la ISO 3382-1, con una precisión $\pm 1^\circ\text{C}$ y $\pm 5\%$, respectivamente, la velocidad del aire, variables atmosféricas que resultan determinantes en estos espacios al aire libre con zonas de sol y sombra.

6 Propuesta de localización de fuentes sonoras para las medidas acústicas

Identificadas las principales fuentes sonoras que existen en el espectáculo taurino y como se hibridan las mismas en un entorno multifuente, parece complejo, a priori, el análisis detallado del campo sonoro en las plazas de toros. Sin embargo, para afrontar con éxito las mediciones a realizar para la caracterización acústica y la comparabilidad con diferentes equipos y plazas de toros, se proponen las siguientes ubicaciones de fuentes sonoras:

- 1º. La primera posición (F1) en el centro del ruedo se considera como de referencia, por su simetría central y equidistancia a todos los puntos de la plaza.
- 2º. La segunda posición (F2) se elige en el tercio del ruedo en la zona de sombra, donde se desarrollan la mayoría de las faenas. En concreto, se situará en la intersección de la raya de 7 m de picadores (doble línea circular situada a un tercio de la barrera, que señala el terreno en el que deben situarse los picadores) con uno de los radios de los nombrados entre 6 y 12, dependiendo de su proximidad al burladero de matadores.
- 3º. La tercera posición (F3) se ubicará en un lugar centrado del palco reservado para la banda de música, que se suelen situar en la parte alta de la plaza, generalmente en los tendidos de sombra.
- 4º. La cuarta posición (F4) se ubicará en el lugar donde se asientan los intérpretes de los toques de clarines y tímpanos, que se sitúan, por regla general, en el lugar de la plaza diametralmente opuesto a la presidencia.
- 5º. La quinta posición (F5) y siguientes (F6, F7,...), se ubican en el tendido, para caracterizar el sonido ambiente del público. En concreto, se situará en la intersección de una fila media del tendido con alguno de los 12 radios nombrados. No se especifica límite superior para estas posiciones de sonido ambiente del público, dependiendo de las circunstancias y disponibilidad.

No obstante, hay plazas de toros que, bien por tamaño bien por costumbres, pueden no encontrarse todas las fuentes sonoras apuntadas, lo que obligará a realizar los cambios precisos, pero manteniendo siempre un mínimo de tres posiciones de fuentes, para cumplir con lo especificado en la norma ISO 3382-1.

Siguiendo con el ejemplo de la Plaza de Toros de la Monumental de Sevilla, en la Fig. 3 (a) se muestra gráficamente la propuesta de ubicación de fuentes sonoras.

Trabajos recientes en otros tipos de recintos han analizado la influencia de la localización de las fuentes sonoras en los parámetros acústicos medidos, haciendo uso de los Just Noticeable Difference (JND) para identificar las diferencias perceptibles, concluyendo que la posición de la fuente influye poco en el promediado espacial del tiempo de reverberación, pero sí que afecta al resto de parámetros acústicos, especialmente el valor de G, fuerza sonora, decreciendo con la distancia fuente-receptor, de aquí la importancia de estandarizar las posiciones de fuente y también receptores, como veremos a continuación.

7 Propuesta de localización de posiciones receptoras para las medidas acústicas

La disposición del público espectador alrededor del callejón, tendidos, gradas y palcos, y la configuración simétrica central de la mayoría de las plazas de toros, facilita la ubicación de las posiciones receptoras. No obstante, hay que tener en cuenta que algunas plazas de toros presentan irregularidades en la traza del ruedo, las hay que existen ochavadas, incluso cuadrilongas, lo que conllevará hacer ajustes en el posicionamiento. También hay plazas que incorporan elementos y zonas que rompen la uniformidad de su arquitectura, como palcos especiales, sectores de tendidos desiguales, etc. que obligará a realizar correcciones y buscar alternativas a la propuesta que se plantea a continuación.

El número y la ubicación de posiciones de recepción será función de la capacidad o aforo de la plaza y de la variabilidad espacial previsible de los resultados. Las plazas de toros son recintos de gran aforo, la mayoría de ellas mayor a los 2000 ocupantes que indica la tabla 2 del anexo A de la norma ISO 3382-1, por lo que serán necesarias un número mayor a las 10 posiciones de micrófono que establece la norma. La elección final del número y ubicación será un resultado de compromiso entre la necesidad de tener una aceptable precisión en la variación de los resultados en términos de JND de los parámetros acústicos de interés y el tiempo disponible para la realización de las medidas.

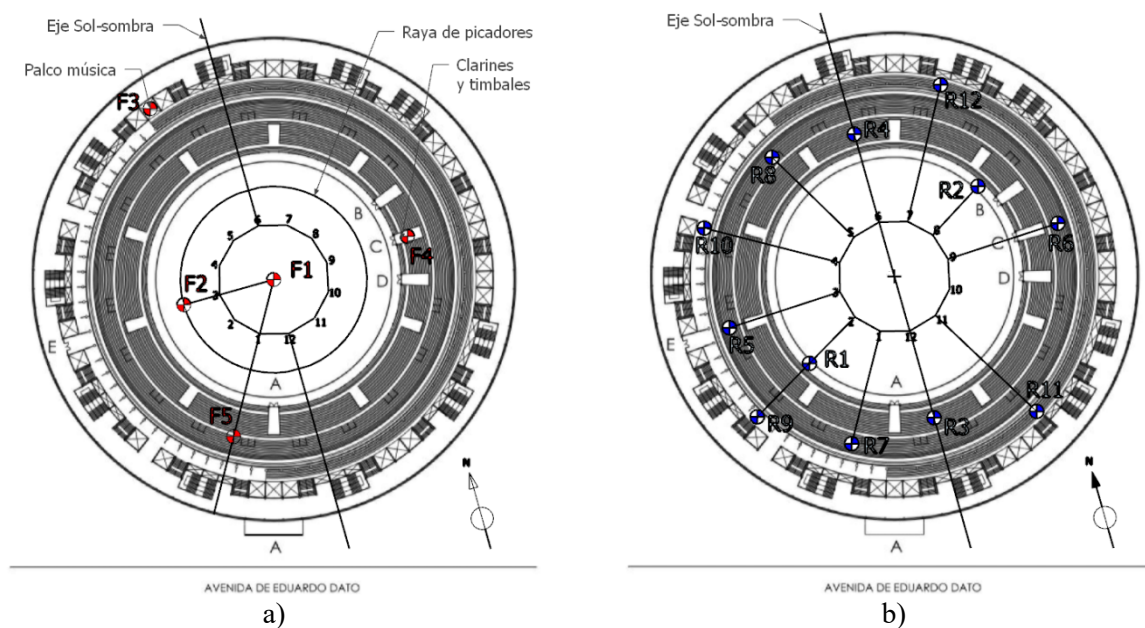


Figura 3 – Planta de gradas y palcos de la Monumental de Sevilla.
Propuesta de localización de fuentes sonoras (a) y de receptores (b).

Una buena práctica, una vez realizada las medidas sería analizar los valores promedio espectral de cada uno de los parámetros acústicos y su dispersión espacial en términos de los respectivos umbrales diferenciales (JND).

Las posiciones de recepción se seleccionarán teniendo como referencia el eje de sol-sombra, entre las zonas de escucha en la que se encuentran habitualmente los oyentes, más concretamente en las intersecciones de la barrera del callejón o de las filas de tendidos, gradas y palcos con alguno de los 12 radios de referencia. Se distribuirán aprovechando la simetría central y evitando aquellas zonas que

carecen de sonido directo dependiendo de las posiciones de las fuentes, especialmente en gradas y palcos cuando la fuentes están desplazadas del centro del ruedo, lo que determinará las configuraciones de fuente-receptor como se verá en el siguiente apartado.

Para cumplir requisitos de la norma ISO 3382-1, las posiciones de micrófono se dispondrán alejadas unas de otras, al menos 2 m; se evitarán las superficies reflectantes a menos de 1m; se alejaran de las posiciones de fuentes; y se colocarán a una altura de 1,2 m sobre el suelo para las localidades del público sentado. Para los oyentes que se mantienen de pie en el callejón la altura será 1,6 m, como excepción a la norma.

Como ejemplo, se muestra en la Figura 3 (b) la ubicación de 12 posiciones de recepción de la desaparecida Plaza de Toros de la Monumental de Sevilla.

8 Combinaciones fuentes-receptores

La configuración de las plazas de toros como recintos, generalmente circulares y descubiertos, no presentan como ocurre en otros tipos de recintos de espectáculos una complejidad espacial, y no debería obligar a la realización de un elevado número de combinaciones fuente-receptor para su caracterización acústica, ya que están concebidas tanto formal como funcionalmente con un objetivo claro: que la observación y disfrute del espectáculo taurino sea igual para todos los asistentes. Ahora bien, el carácter multifuente en el que se desarrolla el espectáculo taurino, sí aconseja contar con un buen número de combinaciones para una correcta definición de su campo sonoro, y por ende de la información acústica suficiente para la comprensión de su sonoridad. Especial atención a tener en cuenta a la hora de establecer las diferentes combinaciones de fuente-receptor, será el relativo al diferente zonificación de sol y sombra, y a la existencia de zonas que carecen de sonido directo dependiendo de la posición de la fuente, lo que suele suceder en algunas gradas y palcos cuando las fuentes están fuera de las vista del espectador.

Las características acústicas de una plaza de toros dependen en gran medida de la combinación de posiciones fuente-receptor tenidas en cuenta. Una descripción completa de su comportamiento acústico implica el uso del mayor conjunto posible de combinaciones fuente-receptor de origen y receptor. Sin embargo, las restricciones de tiempo a menudo impiden tal grado de detalle porque mover los micrófonos con sus cables en muchos puntos es una actividad que consume mucho tiempo.

Una configuración de medición “mínima” debería incluir al menos tres ubicaciones de fuente (F1 y otras dos), dependiendo del propósito principal de la medición, y el número mínimo de posiciones receptores. Sin embargo, con el fin de un mejor aprovechamiento de la sesión de medidas, se recomienda que aparte de la posición de la fuente F1, que debe utilizarse siempre en combinación con todos los receptores, cuando se utilizan más de 2 posiciones de fuente, se puede utilizar un menor número de receptores de acuerdo con el esquema siguiente:

Tabla 1 – Combinaciones fuente-receptor recomendadas.

Fuente	Receptores en callejón y tendidos	Receptores en gradas y palcos
F1, centro del ruedo	Todos	Todos
F2, tercio del ruedo	Todos	75 %
F3, banda de música	75 %	50 %
F4, clarines y timbales	50 %	50 %
F5..., público	50 %	50 %

9 Conclusiones

La presente guía para medidas acústicas en las plazas de toros tiene como objetivo la caracterización acústica de este tipo de espacios al aire libre a partir del tiempo de reverberación y el resto de parámetros acústicos siguiendo las directrices de la norma ISO 3382-1 y la comparabilidad de mediciones acústicas y simulaciones para los diferentes tipos de plazas de toros. En la presente guía se analizan aquellas prescripciones y aspectos de la norma ISO 3382-1 que tienen alguna influencia en las medidas acústicas en las plazas de toros. Se describen e identifican las fuentes sonoras y las zonas de audiencia características del espectáculo y los festejos taurinos, y se realizan algunas consideraciones de tipo práctico para una mejor realización de las mediciones acústicas en una plaza de toros, como los ejes y coordenadas para referenciar fuentes y receptores, o las condiciones ambientales a controlar en un espacio influenciado por el meteoro y el soleamiento de algunas zonas. En la guía se proponen unas localizaciones de las fuentes de sonido y de los receptores en función de las configuraciones que nos podemos encontrar en las diferentes plazas de toros, presentándose como ejemplo de aplicación la desaparecida Plaza de Toros Monumental de Sevilla. Por último, se sugieren las combinaciones de fuentes y receptores más adecuados para abordar la casuística que se aproxime al entorno acústico en el que se desarrolla el espectáculo taurino. Las directrices propuestas, basadas principalmente en la experiencia de los autores en la medición de las características acústicas de un gran número de recintos, tuvieron en cuenta aspectos prácticos, arquitectónicos y taurinos. Finalmente, se acogen con satisfacción otras sugerencias para mejorar el método de medida.

Referencias

- [1] ISO 3382-1:2009 - Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 1: Performance spaces. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/40979.html>
- [2] ISO 3382-2:2008 - Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary room. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/36201.html>
- [3] ISO 3382-3:2012 - Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 3: Open plan offices, Disponible en: <https://www.iso.org/standard/46520.html>
- [4] ISO 3382:1975 - Acoustics — Measurement of reverberation time in auditoria. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/8673.html>
- [5] ISO 3382:1997 - Acoustics — Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/2354.html>
- [6] Davies, W.J.; Adams, M.D.; Bruce, N.S.; Cain, R.; Carlyle, A.; Cusack, P.; *et al.* Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. *Applied Acoustics*, Vol. 74(2), 2013, pp. 224–231.
- [7] Schafer, R.M. World Soundscape Project [Internet]. Simon Fraser University. 1970 [citado 2020 Aug 20]. Disponible en: <http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>
- [8] Cossio, J.M. Los Toros. Tratado técnico e histórico [Internet]. Espasa-Calpe, S.A.; 1943 [citado 2020 Aug 22]. Disponible en: http://www.espasa.com/nuevaweb/ficha_cossio.asp
- [9] Silva-Berdús, J. Música y Toros. El pasodoble torero [Internet]. Los Sabios. Fundación Escalera del Éxito; 2008. 156 p. Disponible en: <http://www.escaleradelexito.com/>
- [10] Diaz-Recasens, G.; Vázquez-Consuegra, G. Las plazas de toros. 4ª. Transporte DG de A y VC de OP y, editor. Sevilla: Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Consejería de Obras Públicas y Transportes; 2004. p. 364.
- [11] Carrasco, F.; Del Castillo, C.; Carrasco J. Evolución urbana del entorno y ubicación de la Plaza de Toros Monumental de Sevilla, un edificio perdido para el patrimonio de la ciudad. *Anales de Edificación*, Vol. 4(1), 2018, pp. 37-46.