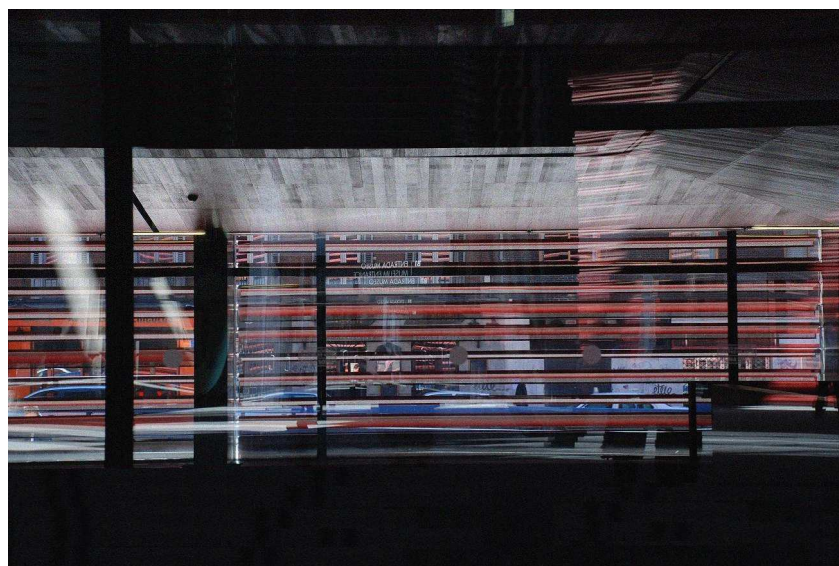


ESPACIOS SONOROS Y AUDIOVISUALES 2013: CREACIÓN, REPRESENTACIÓN Y DISEÑO



**Centro Superior de Investigación y Promoción de la Música,
y Departamento Interfacultativo de Música,
Universidad Autónoma de Madrid**



Centro Superior
de Investigación
y Promoción
de la Música



Esta publicación se realiza bajo el Proyecto de I + D:
"IMPLICACIONES ESPACIO-TEMPORALES DE LA CREACION MUSICAL"
(Ministerio de Ciencia e Innovación).

REFERENCIA: HAR2011-23318 INVESTIGADOR PRINCIPAL: JOSE LUIS CARLES ARRIBAS.
DURACIÓN EN AÑOS: 3

Directores de la Publicación:

José Luis Carles Arribas. Departamento Interfacultativo de Música. UAM
Adolfo Núñez Pérez. LIEM (CTE-INAEM). Departamento Interfacultativo de Música. UAM.

Coordinadora de Edición y Maquetación:

Maria Luisa Luceño Ramos. Departamento Interfacultativo de Música. UAM

Imagen de Portada: *Interior del MNCARS*, de Cristina Palmese

Copyright de los Textos: Los Autores de los Textos

ISBN-978-84-606-8023-9

Edición digital no comercial

Madrid: Autor-Editor, 2015

Los Directores y Coordinadora de la publicación no se hacen responsables de las opiniones vertidas por los Autores, siendo éstos asimismo los únicos responsables ante la Ley y frente a terceros de infracciones sobre la propiedad intelectual.

ÍNDICE

<i>SECCIÓN y Artículo</i>	<i>Página</i>
<u><i>Sonido y Espacio: Taxonomía pluridisciplinar / Tratamiento del espacio en la música electrónica en vivo</i></u>	
Tiago GATI: <i>Immersion, Presence and Drama in the Musical Space of Performance with Loudspeakers.</i>	6
Marta LOZANO MOLANO: <i>Dialogue de l'ombre double</i> de Pierre Boulez. Un análisis poético.	18
Adolfo NÚÑEZ PÉREZ: <i>La relocalización virtual de instrumentos acústicos presentes en un escenario real.</i>	28
Cristina PALMESE y Jose Luis CARLES: <i>Habitar un espacio y un tiempo. La importancia del cuerpo y el movimiento en el análisis del espacio.</i>	45
<u><i>El tratamiento del espacio en la música acusmática</i></u>	
Guilherme BERTISSOLO y Lia SFOGGIA: <i>M'bolumbumba: Sound in/and Movement in Acoustic, Bodily and Metaphorical Spaces.</i>	52
Concha GARCÍA: <i>Dadme sonido y cambiaré (la percepción de) el mundo.</i>	63
Gregorio GARCÍA KARMAN: <i>"Uprooted Sounds": International Electroacoustic Output of Spanish Pioneers in Times of Francoism.</i>	74
Adam STANSBIE: <i>The Acousmatic Sound Sculpture: an ontological account of works, performances and the centrality of space.</i>	92
<u><i>Entornos radiofónicos, informáticos y electroacústicos</i></u>	
Mario MARY: <i>Renacimiento electroacústico. Orquestación electroacústica y polifonía del espacio.</i>	113
Víctor PADILLA MARTÍN-CARO y Antonio PALMER APARICIO: <i>Desajustes y retardos en la percepción musical. Desarrollo de las herramientas MusicProb y MusicNeural.</i>	125
Ana VEGA TOSCANO: <i>Culturas sonoras: una ventana al arte sonoro en el espacio radiofónico español.</i>	143
<u><i>Relaciones entre la percepción de estructuras en el tiempo de la música y en el espacio de las artes visuales</i></u>	
Daniel BISIG y Pablo PALACIO: <i>Fusión espacial y acoplamientos dinámicos en Stocos.</i>	158

	<i>Página</i>
Marta CURESES: <i>La estructura-espacio en los proyectos de Anna Bofill: nuevos conceptos del arte sonoro en arquitectura.</i>	172
Francesc DAUMAL y Jose Arturo CAMPOS: <i>Las tonalidades de Gaudí.</i>	187
Luca NASCIUTI: <i>Epoché.</i>	205
 <u><i>Análisis y representación del espacio, del silencio y del vacío en la música y en la arquitectura</i></u>	
Javier BONED PURKISS: <i>El vacío / silencio en arquitectura a partir de la música serial.</i>	216
Francesc DAUMAL, Jimena de GORTARI, y Fernando VALDÉS: <i>Comparación de la estética sonora de espacios públicos en Barcelona y en la ciudad de México.</i>	225
Lino GARCÍA MORALES y Jorge GRÜNDMAN: <i>Documentación sonora del Espacio.</i>	239
Rocío GARRIGA: <i>El silencio y su dimensión sensible: haciendo del espacio vacío el sonido y del sonido otros espacios.</i>	256
 <u><i>Análisis del espacio: paisaje sonoro, paisaje cultural arte sonoro, instalación audiovisual</i></u>	
Ricardo ATIENZA BADELL: <i>Ruido contra ruido: tratamientos sonoros aditivos para el espacio público.</i>	269
Laura GARCÍA, Jara GORDILLO, y Víctor PASTOR: <i>Música, gente, inclusión y tecnología: pasado y presente en la ciudad de Madrid.</i>	282
Maria Luisa LUCEÑO RAMOS y Miguel SALMERÓN INFANTE: <i>La Música del Futuro: de la preterición musical en Wagner a las realidades efectivas en su repertorio en torno al concepto de Paisaje Sonoro.</i>	291
Arianne VANRELL VELOSILLO: <i>La exposición de obras de arte con elementos sonoros en colecciones de arte contemporáneo.</i>	312
 <u><i>Experiencias presenciales y no presenciales</i></u>	
Spiros PAPAPOULOS, Angeliki MALAKASIOTI, and Giorgos LOUKAKIS: <i>Estímulos Espaciales en los Videojuegos. Un Desglose Audio-Visual.</i>	326
Jose Luis ESPEJO: <i>Políticas de la escucha en el Ayuntamiento de Madrid.</i>	342

Francesc DAUMAL y Jose Arturo CAMPOS²⁵⁵: *Las tonalidades de Gaudí*.

Resumen

Los ambientes generados por el arquitecto Antoni Gaudí, con sus formas y proporciones inspiradas en la propia naturaleza y en su gran dominio de la geometría, producen unos tonos musicales característicos que hacen que esta arquitectura sea única. Cada material, forma y espacio del Park Güell o de la Sagrada Familia, están pensados para producir una sensación sonora distinta. Los pisos, techos, paredes, esculturas, y los distintos materiales, aportan cada uno una nota con un sonido específico que, en conjunto, crean el recorrido sonoro vivo.

En el Parque Güell los itinerarios sonoros transforman el recorrido. Desde el acceso las tonalidades de las diferentes formas y materiales marcan la pauta del trayecto. A su vez, una vez planteada las características de sonoridad del Templo de la Sagrada Familia, podemos mostrar también el análisis acústico por medio de un modelo lumínico realizado por uno de los autores.

Gaudí

Gaudí no sólo vivió en el ambiente de una época donde la música y los sonidos formaban parte de la vida cotidiana y conformaban la cultura de la sociedad; sino que estas manifestaciones artísticas estuvieron fácilmente a su alcance; su espíritu sensible las recogía convirtiéndolas en arquitectura. Está claro que tuvo conocimientos físicos sobre acústica y, tomando en cuenta su espíritu entusiasta, descubridor y altamente emprendedor, seguramente tuvo siempre presentes las condiciones acústicas de tipo físico y poético. La arquitectura y los sonidos en Gaudí, espacio y tiempo, actúan al unísono en su obra, intuyendo cómo sonarían cada una de sus viviendas, espacios

²⁵⁵ Francesc Daumal. Catedrático. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB), Avda. Diagonal 649, 08028 Barcelona, francesc.daumal@upc.edu, y Jose Arturo Campos. Profesor. Universidad (FAUADY), calle 50 s/n ex convento de La Mejorada, Mérida Yucatán, México, joseartca@yahoo.com. Francesc Daumal y Domenèch es un arquitecto acústico que se enamoró de Gaudí antes de comenzar sus estudios de arquitectura, gracias a las múltiples visitas al Park Güell que realizaba con su padre. Actualmente es Catedrático de Universidad y especialista en acústica. Arturo Campos es un arquitecto joven que se enamoró de Gaudí durante sus estudios de doctorado en Barcelona, convirtiéndolo en tema central de su tesis doctoral *Las Voces de Gaudí*, presentada en la ETSAB, por la que obtuvo la calificación de "cum laude".

religiosos o espacios públicos y, por lo tanto, cómo los sentirían las personas que los recorrerían.

Gaudí hace marcadas zonificaciones en sus edificios; crea elementos de gran importancia acústica para el aislamiento sonoro entre espacios, basándose en la flexibilidad y compartimentación de los mismos, fachadas internas amortiguadoras de sonido, separación de espacios por sonidos, materiales y formas, fachadas que siguen ese espíritu misterioso y místico intentando aislar al edificio de sucesos exteriores para crear así una vida sonora propia e intentando hacer de su obra arquitectónica una sinfonía de formas, espacios y sonidos; reales o como producto de esa imaginación incontrolable.

Los itinerarios acústicos de Gaudí son poéticos, con sonidos e imágenes que transportan en el tiempo, en las vivencias y los sueños. Cada material, forma, espacio, está pensado para producir una sensación visual y sonora distinta. Los pisos, techos, paredes, esculturas, mediante el uso de distintos materiales, aportan cada uno una nota con un sonido específico que, en conjunto, crean el recorrido sonoro vivo. El uso del agua y de los elementos naturales hace los espacios espirituales; donde el regocijo al contemplarlos se incrementa con los murmullos sonoros que rodean el ambiente. Recorridos sonoros que mantienen la mente despierta y que se disfrutan a cada instante. No solamente pretendió que sus obras fueran un deleite musical para quien se encontraba en ellas; su arquitectura religiosa pretendió hacerla a manera de un gran instrumento musical, del cual pudiera participar toda la ciudad. Sus iglesias tienen una acústica interna muy planeada; coros, órganos, campanarios y campanas, todo con la ubicación necesaria para que el disfrute interior y exterior del templo fuese máximo. Al mismo tiempo, los espacios religiosos son muy privados, aislados, con sonidos de acuerdo a la función de espacios de oración y rezo.

La arquitectura de Gaudí es una arquitectura que se comporta casi como ser vivo, suena y su voz se escucha tanto que cada día el acercamiento popular a su obra es mayor; cada día sus edificios son capaces de despertar los sentimientos más profundos de comunión entre ellos y el pueblo. Todos los edificios de Gaudí tienen algo que decir, tienen voz propia, su voz se escucha, incluso en el silencio de sus dragones, o los jardines de guerreros que observan o las olas del mar reflejadas en alguna de sus fachadas ondulantes.

En la arquitectura de Gaudí cada material, forma y color, proporciona una nota musical, las pausas y ritmos son creados por la realidad o la irrealidad, la fantasía y la

imaginación que se despiertan al avanzar y descubrir a cada paso sensaciones sonoras entusiastas y dinámicas.

Gaudí tuvo a su alcance todos los conocimientos posibles de la época respecto al arte musical; conciertos y compositores, por eso tuvo siempre presente la acústica en sus obras; quería que produjeran sensaciones sonoras a través de itinerarios; que se comunicaran con toda la ciudad, como sus templos, y que formaran voces en las calles; que la gente pudiera oír sus mensajes a través de su obra, con sonidos que se perciben con fuerza al observar cada simbolismo. Formas, materiales, símbolos, fantasía y realidad, son los componentes básicos de la gran música que se convierte en arquitectura; de la arquitectura que hace música a través de notas sonoras que aporta cada espacio.

El Parc Güell



Imagen 1. Parc Güell. Visión del acceso. Fotografía de Arturo Campos.

En el Parque Güell los itinerarios sonoros transforman el recorrido y desde el acceso las tonalidades de los diferentes materiales marcan la pauta del trayecto. Tonalidades que son reales e imaginarias como las que produce en nuestra mente la gran fuente con forma de salamandra multicolor que, dejando caer el agua, crea múltiples sonidos que cambian con el recorrer de las personas y sus pisadas en las escalinatas de piedra.



Imagen 2. Parc Güell. Escalinata con la fuente salamandra. Fotografía Arturo Campos.

El parque posee muchas características acústicas, desde las más “audibles” como las fuentes hasta las más imperceptibles como los sonidos reflejados o absorbidos por la diversidad de materiales, el contraste entre rústicas piedras y el delicado troceado de azulejos y piezas de vidrio (Imagen 3).



Imagen 3. Parc Güell. Detalle del “trencadís”. Fotografía de Arturo Campos.

Los pisos de piedra, de cemento, o arena; cada uno con su particular sonido; espacios con el susurrar del agua, con la reverberación de la gran sala hipóstila y la completa falta de reverberación en el espacio abierto del teatro. Los pasillos de arena, con su sonido al pisarla y al cruzarse con las pisadas de las demás personas como si se rascara en el piso, llevan a unas tonalidades muy particulares. Los viaductos de piedra, donde la forma, su estado semiabierto y su recubrimiento con grandes piedras rústicas absorben el sonido, el cual parece perderse en el interior de las paredes. El piso de arena contribuye con esta absorción; estos viaductos coinciden con las partes del parque más silenciosas y su absorción es casi total. Esta tranquilidad producida por la absorción se complementa únicamente por el sonido de los árboles y los pájaros.

En cuanto a los materiales, están en concordancia con las características acústicas de la zonificación. Utiliza básicamente dos tipos de materiales que producen dos fenómenos acústicos opuestos. En las áreas de gran sonido, o sea, de recepción o públicas que, al igual que lo hará en sus edificios de ciudad las coloca al frente, (recibiendo todo el ruido exterior y con ellas mismas generando un ruido interior importante), utiliza en el parque materiales difusores de sonido que, junto con las formas cóncavas y las grandes alturas generan espacios reverberantes. Tales materiales son las botellas de vidrio, cemento y azulejo troceado, los cuales incrementan la sonoridad en lugares como la sala hipóstila (Imagen 4).



Imagen 4. Parc Güell. Sala Hipóstila. Fotografía de Arturo Campos.

El otro tipo de materiales lo une a los espacios silenciosos, como bajo los viaductos que como tales, los recubre de piedras porosas grandes, sumamente rústicas y absorbentes. Sus materiales en pisos también están de acuerdo a esto, de cemento o piedra, reflejantes, o de arena absorbente. Todo logrando una perfecta sincronía tanto visual como acústica (Imagen 5).



Imagen 5. Parc Güell, bajo los viaductos. Fotografía de Arturo Campos.

En cuanto a los tiempos de reverberación también se confirman los dos tipos de espacios; reverberantes y absorbentes según las formas y materiales que los conforman. Los espacios más “cálidos” están en la sala hipóstila; con tiempos de reverberación altos en todas las frecuencias pero principalmente en las frecuencias bajas de 125 y 250 Hz; en los que se superan los 4 segundos.

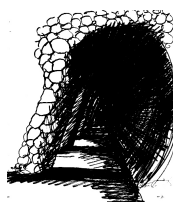
Todos los materiales de esta sala son reflejantes y forman un bosque de anchas columnas estriadas, altamente difusoras; además con su gran altura permite aún más la reverberación. El piso de cemento, las columnas estriadas de cemento y azulejo, el techo con pequeñas concavidades y recubrimiento de azulejo y “trencadís” difusor, incrementan el RT a bajas y medias frecuencias. El tiempo de reverberación baja un poco a frecuencias agudas por la absorción del aire ya que no es un espacio completamente cerrado, pero en general es alto. Uno de los autores recuerda en su juventud que este espacio era perfecto para jugar al escondite sónico, puesto que esta reverberación hacía que no se conociera exactamente el lugar donde se encontraban, dificultado en la visión por el grosor de las columnas (Imagen 6).



Imagen 6. Parc Güell. Músicos en la Sala Hipóstila. Fotografía de Arturo Campos

En el otro tipo de espacio, bajo los viaductos recubiertos, se presenta con piedra de gran tamaño y porosidad, y por ello los tiempos de reverberación son muy bajos. En ellos podemos distinguir también dos tipos de comportamiento; los viaductos con un solo lado abierto tienen ligeramente mayor reverberación a frecuencias bajas por la difusión de una de las paredes laterales (menos escape sonoro) y por el piso de piedra. Los viaductos con dos lados abiertos, tienen tiempos de reverberación aún más bajos en todas las frecuencias porque hay menos superficie para reflexiones, además de que son espacios altos, con techos también muy porosos por la forma de colocar la piedra y piso de arena. Se produce entonces mucha absorción tanto por escape sonoro como por los materiales. En estos espacios es muy constante el comportamiento del RT en todas las frecuencias por su alta absorción (Imagen 7).

Imagen 7. Parc Güell. Los arcos del viaducto. Dibujo de Arturo Campos.



Se tiene así la descripción del comportamiento sonoro del parque, demostrando con las mediciones tanto la existencia de las zonas de ruido alto y bajo, como las de reverberación diferentes, con íntima vinculación con los materiales empleados en cada espacio. (Imágenes 8 y 9).

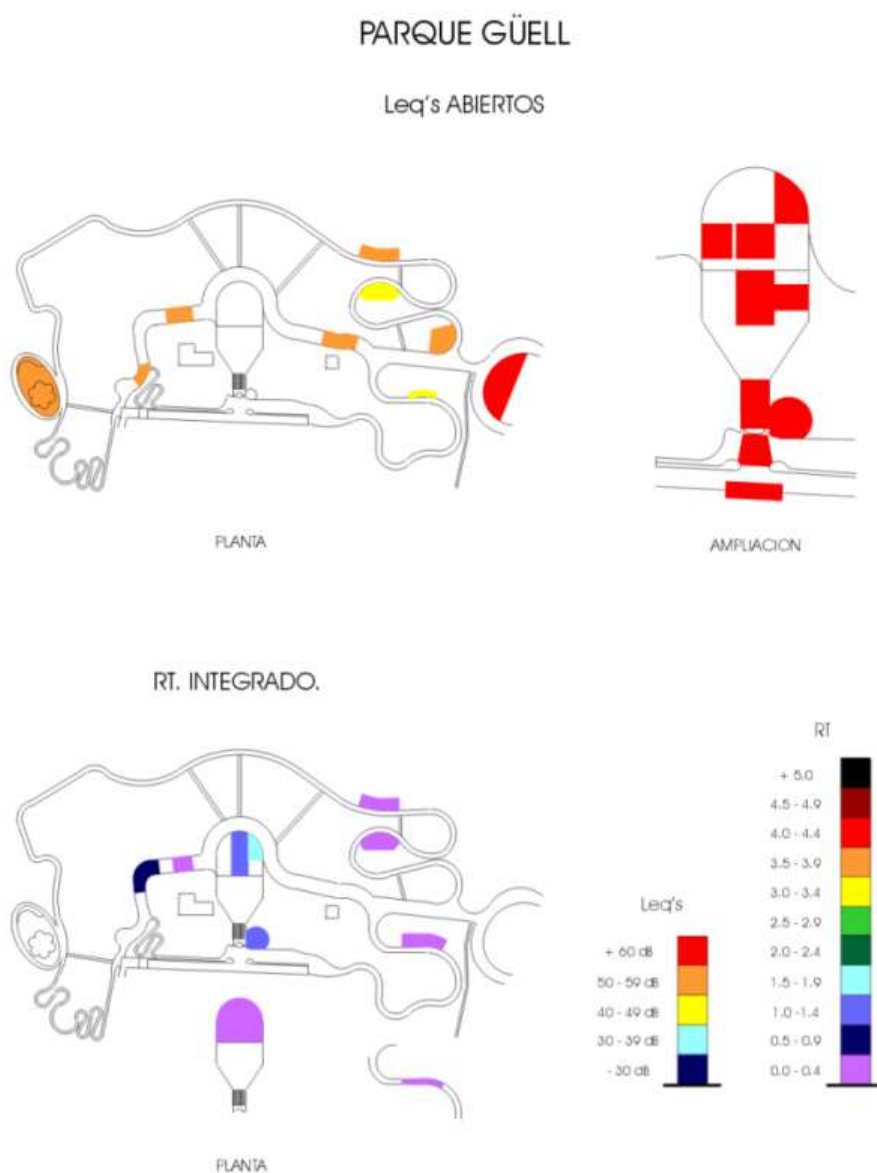


Imagen 8. Valores de los niveles de sonido y los tiempos de reverberación integrado en los espacios del Parc Güell. Fuente: Tesis doctoral Arturo Campos.

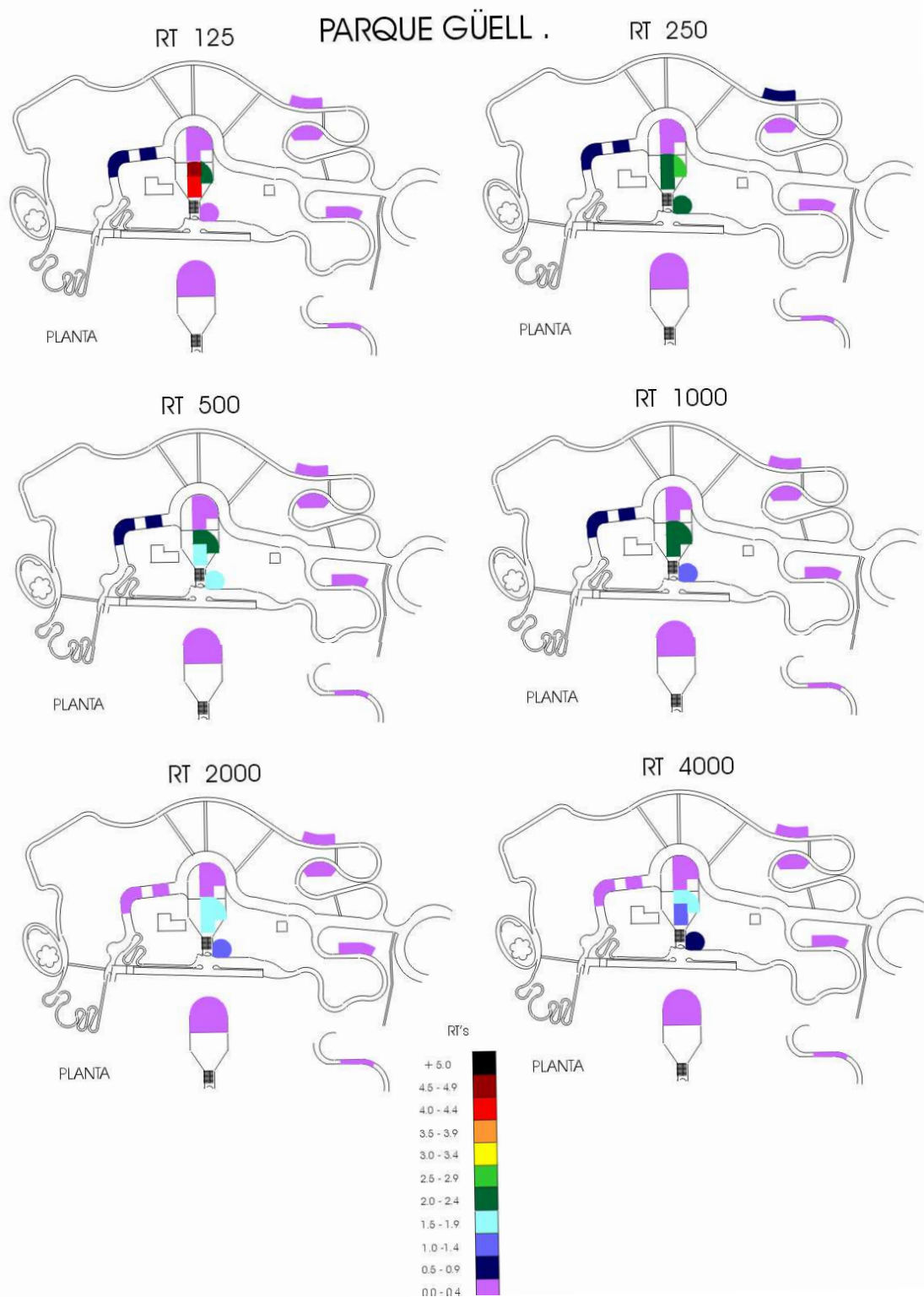


Imagen 9. Tiempos de reverberación por frecuencias, en los espacios del Parc Güell.
Fuente: Tesis doctoral Arturo Campos.

La Sagrada Familia.- La arquitectura religiosa de Gaudí está llena de sonidos místicos, espacios destinados al recogimiento espiritual y a la contemplación, y se inicia en el caso de la cripta de la Colonia Güell. Los itinerarios sonoros existen desde el exterior, donde el diseño acústico de coros, campanas y campanarios fue su idea primordial. El misticismo sonoro de los espacios para el culto; el canto al exterior para hacer partícipe a todo el pueblo y escuchar la voz del edificio como un individuo más. Un edificio donde el sonido real y el imaginario, lo objetivo y lo subjetivo, se mezclan formando una sensación sonora de imágenes y donde las tonalidades musicales existen gracias a los materiales y las formas geométricas de los edificios.

El Templo de la Sagrada Familia por ejemplo, es capaz de despertar un sentimiento de gran fuerza e impacto; con un ambiente sonoro enriquecedor; la concepción del proyecto, itinerarios, campanas y campanarios tuvieron un estudio importante y lleno de intenciones acústicas y no sólo visuales. Es un templo aislado acústica y visualmente por grandes paredes de piedra, levantado encima del nivel de la calle y rodeado de un claustro perimetral para alcanzar un aislamiento mayor.

La vida y los sonidos son internos; van del interior hacia la ciudad. El claustro perimetral es un elemento importante entre la calle y el templo; un sitio de amortiguamiento sonoro pero a la vez un espacio para procesiones y peregrinaciones internas; y, por lo tanto, un emisor sonoro durante ciertas actividades y que será rico en tonalidades y cantos. Las grandes y cerradas paredes del Templo lo aíslan del exterior, del cual únicamente penetra la luz, que conforma una imagen y sensación de bosque entre las columnas ramificadas. El aspecto grande y monumental del interior contribuye también a la sensación subjetiva de aislamiento y silencio; aunque el gran volumen de las naves central y crucero crea una fuerte resonancia que, a su vez, produce una suave calidez visual y sonora como si realmente se estuviera en medio de un alto bosque, quizá mágico o encantado, de mucho recogimiento espiritual, pero sin perder la sensación de encontrarse dentro de una catedral.

En condiciones normales de visita, sin actividad religiosa, el Templo presenta un gran aislamiento y unos niveles sonoros bajos y equilibrados. El pavimento de corcho amortigua el impacto de los zapatos y mejora el aislamiento térmico. En el momento de una celebración, en la iglesia existe un incremento sonoro proveniente de varios puntos emisores, diversos tanto en su ubicación como en el tipo de sonido producido.

En una celebración habrá sonido, en primer lugar, proveniente del oficiante desde el altar, localizado delante del ábside; en segundo lugar, sonido proveniente de los coros localizados detrás del altar, rodeándolo o en las naves laterales y desde una posición elevada; estos coros permiten emitir cantos mezclados con el canto del pueblo situado en el centro del espacio y a nivel del piso principal. Por último, el sonido musical proveniente de los órganos se emitirá²⁵⁶ desde arriba y en el centro. Se trata entonces de una distribución sonora global, desde el frente, el centro, coros laterales y desde arriba la música, de tal manera que juntos alcanzan todo el espacio uniformemente.

El material, a base de piedra, combinado con las formas cóncavo – convexas y las esculturas adosadas, crean una completa difusión del sonido que reciben y generan también diversas tonalidades provenientes del granito, el pórfido, el vidrio y otros materiales. Al conjugarse con las formas, los materiales crean sonidos y reverberaciones especiales, buscando ese deseo de Gaudí de que el templo fuera viva voz de la ciudad; que su vista y sonidos llegaran mucho más allá del interior del mismo y alcanzaran al exterior, involucrando al pueblo en cantos y celebraciones (Imágenes 10 a 12).

Como sabemos, un aspecto cabe mejorar, puesto que la planeidad de la pared de cierre del acceso principal produce algunas tonalidades específicas no deseadas. Al respecto, un trabajo de un alumno de la asignatura Acústica y Electroacústica de Salas del Máster Universitario de Tecnología Arquitectónica de la ETSAB, propuso un conjunto de difusores diseñados siguiendo con la tradición gaudiniana aunque con materiales y técnicas de este siglo XXI²⁵⁷.

Gaudí realizó un amplio estudio sobre la colocación y distribución de los coros y del órgano, así como experimentos sobre la sonoridad de las campanas²⁵⁸. Dentro de estas ideas de sonoridad destacaba el ímpetu por la participación popular en el canto; la palabra y la voz de coros, sacerdote y fieles que debían combinarse y predominar sobre la música. Dispuso sitios determinados para los coros según el tipo de voz y su capacidad interpretativa, por tal motivo, en la Sagrada Familia se encuentran los coros

²⁵⁶ Actualmente se finaliza la fase de acabados de vidrios emplomados, pero todavía falta la colocación del órgano.

²⁵⁷ El autor fue Frederic Fargas.

²⁵⁸ El arquitecto Galdric Santana se está realizando una tesis doctoral sobre las campanas de la Sagrada Familia.

de niños alrededor del ábside y se complementa el presbiterio con el coro de clérigos, situado en la parte posterior a un nivel intermedio.

Los coros para 1300 mujeres cantantes se ubican perimetralmente y a una altura de 15 m sobre el nivel de la planta principal. En este caso, el sonido llega a los fieles desde arriba y rodeándolos, parece un sonido celestial, donde los cantantes no son vistos desde abajo. En el centro del Templo se produce el canto del pueblo. Los órganos se colocarán entre las columnas que sostienen el cimborio principal y serán cuatro órganos que estarán a 45 m de altura. Habrá por lo tanto una colocación por niveles de los diversos tipos de sonido, los fieles o espectadores en el nivel bajo, las voces y coros en niveles de altura intermedia y la música siempre proveniente de la parte superior, ya que los tubos de los órganos estarán en la parte más alta.

Con esta disposición, en la Sagrada Familia se logrará una mezcla total del sonido, dándose una difusión total en todo el volumen del templo; los cantos provienen de abajo y de en medio y, desde arriba, la música de los órganos, justamente en el centro, en el cruce de naves. Esta distribución sonora de arriba a abajo y de abajo a arriba, ayudada por las formas difusoras internas y el volumen del espacio, debe producir una mezcla óptima de canto y música, de voces y melodías creando gran cantidad de tonalidades (Imagen 13).

Un aspecto de suma importancia es la alta difusión derivada de sus formas internas, el empleo de las superficies parabólicas e hiperboloides, columnas estriadas, así como gran cantidad de superficies en relieve que consiguen una difusión sonora espacial que evita concentraciones en determinados puntos.

Esta cualidad se va a apreciar en gran medida en los techos de las graderías de los coros, formados por una gran composición de paraboloides hiperbólicos intersecados que logran una difusión hacia abajo y al frente de los cantantes, de manera uniforme en el espacio.



Imagen 10. Sagrada Familia. Techo del crucero. Fotografía: Arturo Campos.

Ya se ha realizado la prueba de sonido (a la que pudo asistir uno de nosotros), donde por cierto, se comprobó cierto desconcierto entre los intérpretes de los coros que debían realizar el seguimiento del director mediante pantallas de televisión debido a la escasa visibilidad con la nave, y la baja conjunción de las cuerdas entre sí por la elevada distancia existente entre ellas.

Una vez planteadas las características de sonoridad del Templo de la Sagrada Familia, se muestra el análisis acústico por medio de un modelo lumínico. Tomando en cuenta que ambos fenómenos físicos, sonido y luz manifiestan comportamientos de reflexión similares, se elaboró una maqueta recubierta de plástico espejo, a escala 1:50, de la sección del Templo que abarca los coros de mujeres y, por medio de un haz de luz, se comprueba el comportamiento difusor de las formas del techo, paraboloides e hiperboloides, correspondientes a dichos coros. Esta maqueta y el análisis del “light tracing” confirman los comentarios realizados respecto al ascenso y descenso del sonido en la nave central de la Sagrada Familia, donde la difusión cobra una trascendencia muy importante derivada de las formas del espacio. En la maqueta está representada una sección transversal del templo, detallando un módulo de coros y graderías, cuyas dimensiones son 3,50 x 15,0 m. y se encuentra a 15 m. de altura respecto la planta principal. Las dimensiones totales de la maqueta son de 0,60 x 0,90 m. y está recubierta de plástico transparente y papel vegetal. La difusión que se observa favorece el efecto sonoro de mezcla ascendente y descendente entre el sonido de las voces de los fieles, la música de los órganos y las voces de los coros, creando la sensación de envoltura espacial por el sonido. Se observa en las imágenes 14 a 19 que las paredes y los techos, formados por paraboloides e hiperboloides, crean una difusión del sonido en todos los

sentidos pero principalmente hacia la nave central, que es donde se mezclan los diversos sonidos de música y voz.

Muchos de los rayos sonoros alcanzan aún a reflejarse en el techo de la nave central, llegando también a la zona baja de congregación de fieles y también a la zona de coros al otro lado de la nave principal, creándose así una serie de reflexiones entre las dos zonas de coros. Existen zonas de mayor concentración sonora pero también de mayor difusión, como son las uniones entre techos y paredes, las cuales a través de las fotografías muestran este reparto del sonido, observándose que en cualquier punto donde se esté situado el sonido llegará con viveza. El haz de luz, colocado en la zona mencionada, alcanza a la parte de la nave central, arriba de la cual se producirá el sonido que vendrá de los órganos, situados a 45 m. de altura, de manera que el sonido directo hacia los fieles es de mucha importancia y destaca también la difusión sonora del techo de esta zona. El sonido proveniente de los órganos se debe mezclar así con los sonidos de los coros y los cantos de los fieles.



Imagen 11

Fotografía: Arturo Campos



Imagen 12.

Fotografía: Arturo Campos

descendente del sonido. Esta difusión debida tanto a las formas como a los materiales sumamente reflejantes, de las paredes techos y suelos, contribuye también a que el tiempo de reverberación en el Templo, una vez terminado, será alto, incluso con la absorción sonora producida principalmente por la gente congregada.



Imagen 16. Más trazados de luces. Fuente: Arturo Campos.



Imagen 17. Más trazados de luces. Fuente: Arturo Campos.

Finalmente, es de mencionar que este comportamiento sonoro de alta difusión puede aplicarse a todas las demás construcciones de Gaudí que siguen estas formas en sus techos y paredes, como es el caso de la Cripta Güell, o el salón central del Palacio Güell.



Imagen 18. Parte superior de un campanario.

Fotografía: Arturo Campos



Imagen 19. Campana tubular. Modelo existente en la antigua catedral

También Gaudí puso especial esmero en el estudio de los campanarios de la Sagrada Familia y de sus campanas; trató sus campanarios como grandes tornavoces; los sonidos emitidos por las campanas interiores serían reflejados y difundidos desde lo alto hacia

toda la ciudad auxiliándose en los campanarios por pequeñas aberturas con un elemento inclinado hacia fuera. Este aspecto es parecido al de los difusores de los campanarios de Nôtre Dame, en París, aunque en dicho caso la forma y dispersión es siempre la misma. Con esto seguramente se alcanzaría una proyección sonora mayor y mejor, llegando la voz del templo a gran parte de la ciudad (Imágenes 18 y 19).

En la Sagrada Familia se encontrará un itinerario acústico no solamente por lo que se perciba físicamente, sino por todos aquellos símbolos del Templo que crean mensajes sonoros en el pensamiento. Gaudí se propuso hacer del Templo un cántico completo (Imagen 20).

Es de esperar que el itinerario acústico de la Sagrada Familia esté lleno de sorpresas sonoras. Las tortugas que sostienen el peso de la fachada del Nacimiento, que aparentan realmente estar vivas y moverse, o los ángeles que con sus trompetas hacen que se escuche en la mente una verdadera música celestial; también llenas de símbolos están la fachada de la Gloria y de la Pasión. Acústica donde cada símbolo, imagen o forma parecen poderse escuchar, todo a través de su gran espíritu, el espíritu mismo de Gaudí.



Imagen 20. Esculturas y música en la Sagrada Familia. Fotografía Arturo Campos.

Bibliografía

Las Voces de Gaudí. José Arturo Campos Rodríguez. Ediciones UPC. Barcelona 2002.

Arquitectura Acústica. 1. Poètica. Francesc Daumal i Domènech. Edicions UPC. Barcelona 1998.

Arquitectura Acústica. 2. Disseny. Francesc Daumal i Domènech. Edicions UPC. Barcelona 2000.

Arquitectura acústica. Poética y diseño. Francesc Daumal i Domènech. Edicions UPC. Barcelona 2002.

Arquitectura Acústica. 3. Rehabilitació. Francesc Daumal i Domènech. Edicions UPC. Barcelona 2007.

Tesis doctoral “Las Voces de Gaudí” José Arturo Campos Rodríguez. ETSAB. UPC 1999.

Este libro se publicó como autoedición el 25 de Mayo de 2015

