

IMPLEMENTACIÓN DE CONFORT ACÚSTICO EN ESCENARIOS A GRAN ESCALA

Parámetros fundamentales de la acústica determinando criterios de diseño

AUTOR: SANTIAGO JESUS CEPEDA HERNANDEZ

DIRECTOR: ALBERTO JOSE CARVAJALINO ROCA
SEMINARISTA: CAROLINA MARGARITA RODRIGUEZ BERNAL

FACULTAD ARQUITECTURA Y ARTES, UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
2021-1

Resumen	3
Palabras clave	3
Abstract	4
Key words	4
Introducción	5
Metodología	5
Núcleo problémico	6
Parámetros acústicos	8
Aislamiento y acondicionamiento acústico	8
Conclusiones	16
Referencias	18

RESUMEN

Los eventos masivos se han convertido en fuente primordial para el crecimiento económico de una ciudad o país, la realización de estos dispone de elaborar una logística desde la consecución del evento como la organización de escenarios donde se llevan a cabo. Elaborar un espacio interior con objetivos acústicos específicos, al mismo tiempo que su diseño no se vea comprometido con los requerimientos técnicos no es tan fácil como parece.

Muchas decisiones tomadas para lograr acustizar un espacio de acuerdo con su uso específico pueden comprometer las intenciones originales del diseño arquitectónico y la parte estética del lugar. Para el acondicionamiento acústico en escenarios se definen los parámetros acústicos más importantes que afectan al diseño estableciendo los valores recomendados para el proyecto.

PALABRAS CLAVE

- Acústica
- Sostenibilidad
- Acondicionamiento acústico
- Diseño arquitectónico

ABSTRACT

Massive events have become a primary source for the economic growth of a city or country, the realization of these has to develop logistics from the achievement of the event such as the organization of scenarios where they take place. Elaborating an interior space with specific acoustic objectives, while its design is not compromised with technical requirements, is not as easy as it seems.

Many decisions taken to achieve acoustification of a space according to its specific use can compromise the original intentions of the architectural design and the aesthetic part of the place. For acoustic conditioning in stages, the most important acoustic parameters that affect the design are defined by establishing the recommended values for the project to be analyzed.

KEY WORDS

- Acoustics
- Sustainability
- Acoustic conditioning

- Architectural design

INTRODUCCIÓN

El diseño de escenarios destinados a la interpretación musical es, sin lugar a duda, uno de los escenarios que acarrea más complejidad desde el punto de vista acústico. Por una parte, no existen fórmulas magistrales que puedan garantizar a priori la calidad acústica de una sala, por el contrario, cada espacio tiene dimensiones y características diferentes que necesitan ser estudiadas al igual que su entorno. Por otra parte, cada tipo de música requiere un recinto con unas características específicas y diferenciadas que permitan la correcta optimización del sonido.

A lo largo de las últimas décadas se han hecho importantes esfuerzos encaminados a relacionar las valoraciones subjetivas sobre la calidad acústica de una sala con una serie de parámetros objetivos (físicamente medibles). Aún cuándo en la actualidad todavía nos hallamos lejos de conseguir una perfecta correspondencia según lo enunciado por Carlos Rivas, arquitecto egresado de la universidad Ricardo Palma, el progreso en los últimos años en cuanto a este importante tema, es notorio.

METODOLOGÍA

Se realiza desde el proceso de observación y análisis de autores que tocan temas referentes a el proceso de construcción del texto final y el cual aporta como herramientas para e trabajo las entrevistas estructuradas, la observación de campo, el diario de campo, además de las técnicas de sistematización y presentación de resultados. El estado del arte y el marco teórico van a brindar las sustentaciones correspondientes a lo novedoso del tema, lo trabajado anteriormente y los fundamentos de las corrientes pedagógica, investigativa y geográficas que dinamizan el trabajo.

Esta etapa de evaluación es un proceso continuo de indagación y valoración de las etapas de diseño, ejecución y finalizaron del proyecto. Su finalidad es generar información, conocimiento y aprendizaje dirigidos a alimentar la toma de decisiones oportunas y pertinentes para ganar la eficiencia, eficacia y calidad de los procesos, resultados y los impactos de los proyectos, todo ello en función del mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones beneficiadas. Además, se presenta una determinación sistemática y precisa de las distintas formas en que se presentan las características individuales en los diferentes tiempos y lugares.

NUCLEO PROBLEMICO

El margen de valores recomendados para cada parámetro no se ha establecido como fruto de profundos estudios matemáticos, sino que, por el contrario, se ha basado en un proceso completamente empírico que ha ido avanzando sobre la marcha con el fin de responder a las necesidades particulares. Tal proceso ha consistido en analizar un numeroso

conjunto de salas de conciertos de todo el mundo y determinar los valores de sus parámetros acústicos más representativos. Un claro ejemplo de uno de los centros de eventos cuya arquitectura se ha tomado como ejemplo es “The O2 Arena” ubicado en el reino unido donde se han celebrado múltiples eventos como el último concierto de Celine Dion que se llevó a cabo el pasado 22 de abril. Los valores correspondientes a aquellos recintos considerados excelentes desde un punto de vista acústico y arquitectónico han sido los elegidos como punto de partida para el diseño de nuevas salas.

DOMO - THE O2 ARENA

REFERENTE



El Millennium Dome es la mayor estructura de techo único del mundo. Externamente se asemeja a una gran carpa blanca con torres amarillas de sujeción de 100 m de altura, una por cada mes del año o cada hora de la esfera del reloj, representando el papel jugado por el Tiempo Medio de Greenwich. Su planta es circular, de 365 m de diámetro, uno por cada día del año, con bordes ondulados. Se ha convertido en uno de los edificios singulares más reconocibles del Reino Unido, fácilmente visible desde el aire. Su exterior recuerda al Dome of Discovery construido para el Festival of Britain de 1951. El arquitecto del Millennium Dome fue Richard Rogers y lo construyó Sir Robert McAlpine.



The O2 es un gran distrito de entretenimiento en la península de Greenwich en el sureste de Londres, Inglaterra, que incluye un estadio cubierto, un club de música, un cine Cineworld, un espacio expositivo, plazas, bares y restaurantes. Fue construido en gran parte dentro del antiguo Millennium Dome, un gran dosel en forma de cúpula construido para albergar una exposición que celebra el cambio del tercer milenio; en consecuencia, "The Dome" sigue siendo un nombre de uso común para el lugar. A veces se le conoce como The O2 Arena, pero ese nombre se refiere al estadio interior más pequeño dentro de The O2. Los derechos de denominación del distrito fueron adquiridos por el proveedor de telefonía móvil O2 de sus desarrolladores, Anschutz Entertainment Group (AEG), durante el desarrollo del distrito.



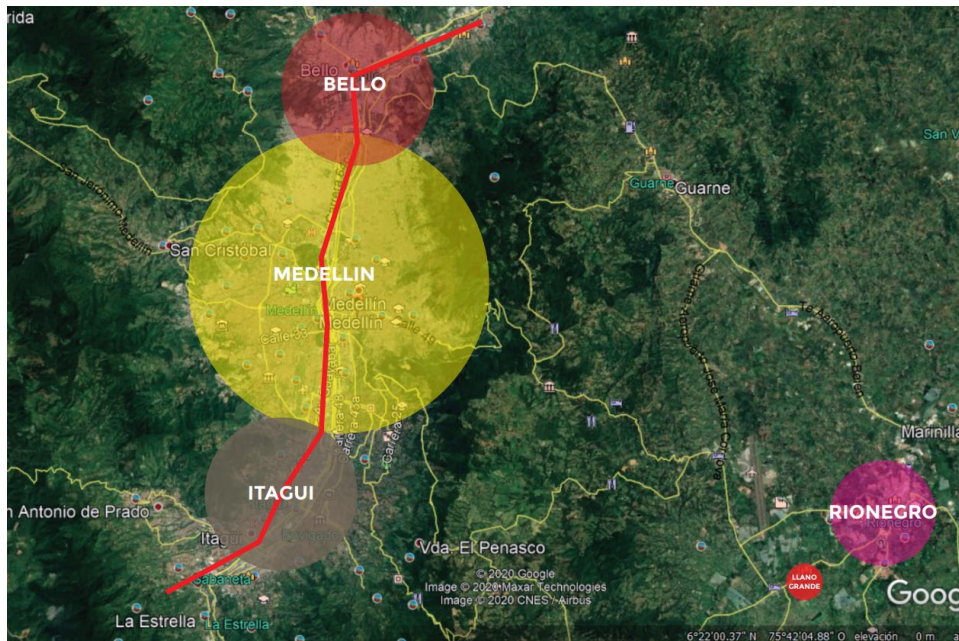
El éxito en el diseño no radica sólo en lograr que tales valores se mantengan dentro del margen deseado, sino en que ello ocurra en todos los puntos de la sala. En pocas palabras, la acústica de un lugar se considera aceptable cuando hay uniformidad del sonido. Un oyente ubicado en cualquier punto de la sala recibe dos tipos de energía acústica. Estas dos contribuciones del sonido, se denominan sonido directo y sonido reverberado. Se define

sonido directo según la RAE como “Aquél que le llega al oyente directamente desde el foco sonoro sin ningún tipo de interferencia”. Por otra parte, el sonido indirecto o reverberado, se origina como consecuencia de las diferentes reflexiones que presenta el sonido directo y este puede ser alterado por las características geométricas de la sala.

Debido a las características de uso de la sala definida como sala musical, se busca la mayor adaptación posible para condiciones musicales.

CONTEXTO GEOGRAFICO :

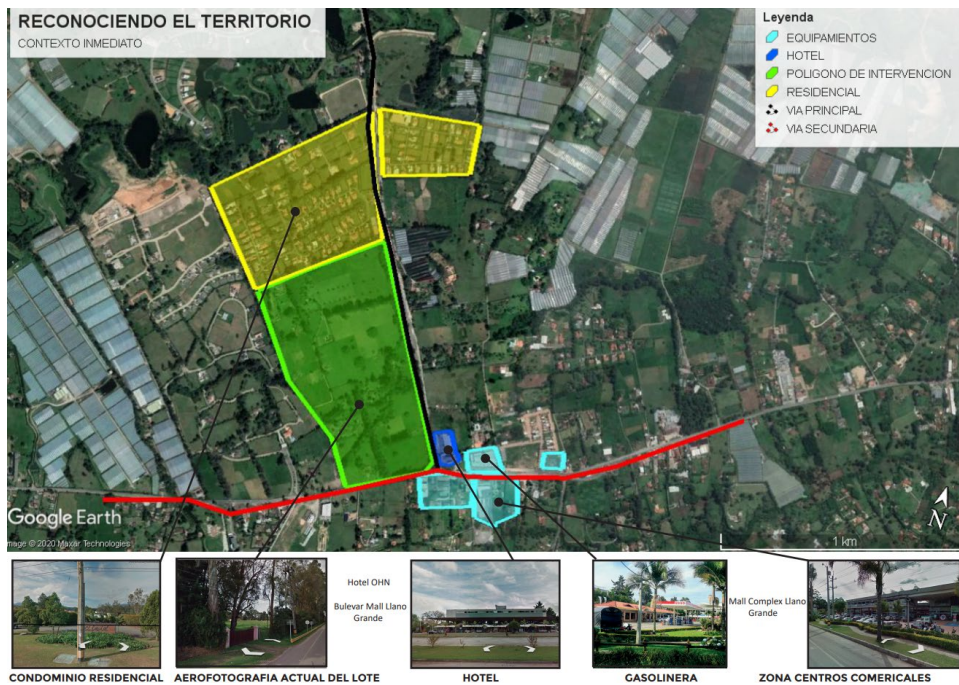
El territorio a intervenir se encuentra ubicado en Llano grande un corregimiento del municipio de Rio Negro a tan solo 20 min de la ciudad de Medellín.



En el grafico anterior se encuentra ubicado en el punto rojo más pequeño Llano Grande muy cercano al Aeropuerto José María Córdoba que es el aeropuerto más importante de Antioquia y el segundo a nivel nacional después de El Dorado de Bogotá.2

Está ubicado a 2.137 msnm y cuenta con una pista cuya capacidad es de 205.000 operaciones al año.³ La terminal de pasajeros tiene capacidad para recibir hasta 17 aeronaves con puentes de embarque, 10 nacionales y 7 internacionales, siendo las posiciones 7, 8, 9 y 10 mixtas para vuelos nacionales e internacionales.

El lote se encuentra ubicado entre las vías; Llano Grande – José María Córdoba y Río Negro – Llano grande



Como entorno inmediato al lote tenemos una bomba de Gasolina, un Centro comercial Mall Complex Llano Grande, la zona hotelera Hotel OHN junto al Bulevar Mall Llano grande, es importante para este proyecto tener una zona hotelera cercana debido a que una vez ejecutado el proyecto al momento de la realización de un evento genera la congregación de personas de distintos lugares ya sea Nacional o Internacional, teniendo en cuenta también al artista participante. Un punto a favor es tener el Aeropuerto José María Córdoba cerca al proyecto facilitando así la movilidad de aquellas personas provenientes de

otras Ciudades o Países hacia el lugar del Centro de evento y concierto “OG Arena” para las personas provenientes de Medellín la movilidad se facilita por el Túnel de Oriente el proyecto es una mega obra que se traduce en desarrollo y bienestar, que convierte en un territorio ejemplar para el país; con una inversión cercana al billón de pesos, es un referente de conexión y progreso que permite reducir a la mitad los tiempos de desplazamiento al Aeropuerto, Llano grande, Rio negro y otros municipios cercanos a Medellín.

PARÁMETROS ACÚSTICOS:

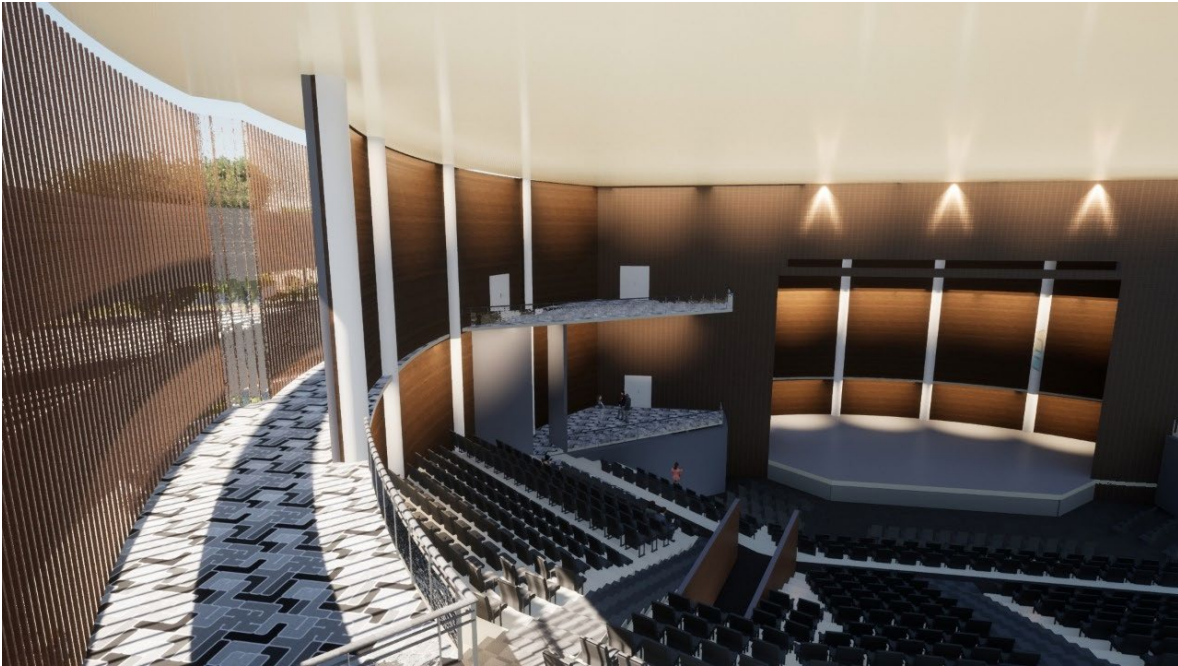
Para evaluar un recinto cerrado, hay que estudiar los parámetros que pueden llegar a ser fundamentales para un buen desempeño del espacio en cuanto a desempeño y apreciación musical.

A continuación, se detallan algunos parámetros básicos a tener en cuenta para su diseño:

- Tiempo de Reverberación (Tr)
- Claridad musical (C80)
- Calidez acústica (BR)
- Sonoridad (G)

AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE UN AUDITORIO:

- Eficiencia lateral (LF/LFC) - Intimidad
- Early decay time (EDT)

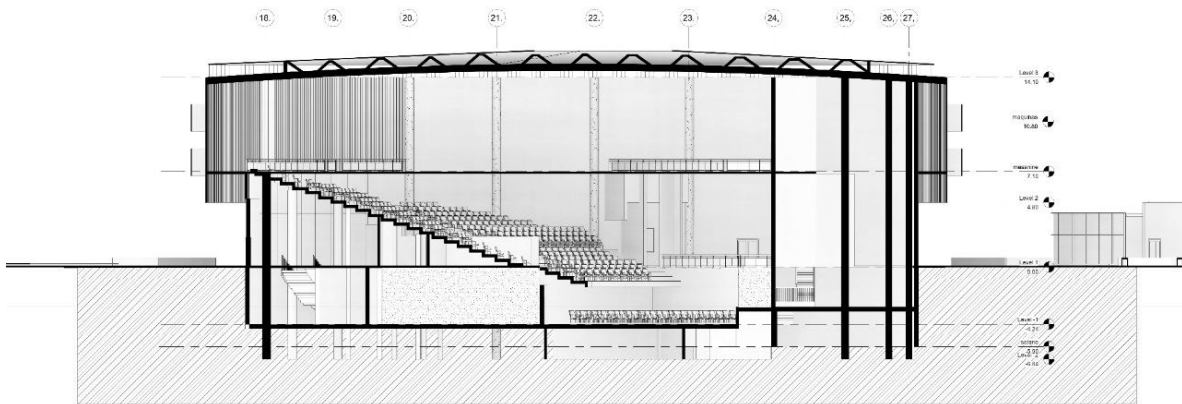


La existencia de primeras reflexiones en un punto cualquiera produce un aumento de inteligibilidad (comprensión del mensaje oral) y sonoridad. Existen parámetros para medir la respuesta global de la sala, tales como la calidez y el brillo, el Early Time Decay (EDT) o factores dependientes de las dimensiones o geometría de la sala que pueden provocar efectos indeseados en la uniformidad del sonido, mediante ecos, focalizaciones o modos propios.

No obstante, los tres parámetros fundamentales para una buena audición musical son: claridad, reverberación e impresión espacial.

Uno de los artículos más destacados frente a este tema es Chilton et al. (2012). En esta investigación se discuten los elementos utilizados para realizar aislamiento al paso de aire desde el exterior, y se evalúan tres tipos de atenuadores acústicos utilizados en la actualidad, rejilla acústica (rejilla con aletas compuestas con material absorbente), atenuador de bifurcación (sistema con divisores internos formados por paneles resonadores), campana forrada acústicamente (ducto que en su interior se forra con material aislante). Esta investigación concluye que tanto las rejillas acústicas como las campanas forradas sirven para ubicarse en lugares donde solo se necesiten reducir 10 dB, para reducciones mayores a 10 dB se deben utilizar atenuadores de bifurcación.

El techo de las salas está formado por losas de hormigón, por debajo de las cuales si instalará el techo acústico. Para obtener el aislamiento necesario, se adoptan distintas técnicas de aislamiento que combinan cámaras de aire con fibras absorbentes, elastómeros y cambios de impedancias. Dicho techo acústico está compuesto por dos partes: el primer techo que proporciona aislamiento acústico, y el segundo que acondiciona acústicamente la sala.



En términos de acústica, los materiales son clasificados en dos grandes familias: los aislantes acústicos y los absorbentes acústicos. Cada grupo presenta diferencias de acuerdo a su composición, entendiendo que el sonido viene a ser una energía por lo que la ley física de la conservación de la energía afirma que la energía no puede crearse ni destruirse, sólo se transforma. Los materiales absorbentes acústicos son útiles cuando deseamos controlar la energía que permanece en el interior de la sala, y los aislantes acústicos son útiles para reducir la energía que se transmite. Cuando una onda sonora con una energía (E_i) incide sobre la superficie de un material, una porción de su energía será reflejada de forma especular (E_r), otra porción de energía será 'absorbida' por el material (E_a) y finalmente otra parte de la energía será transmitida a través del material (E_t).

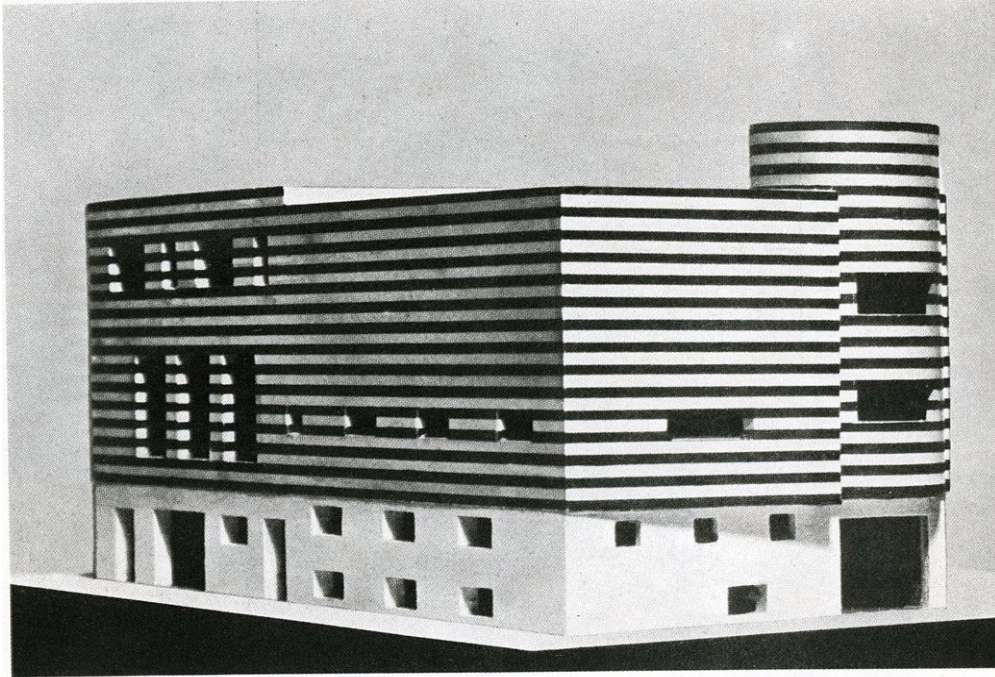
Dentro de los ejemplos podemos encontrar el AmericanAirLines Arena ubicado en Miami, Florida cuya tecnología de la acústica ha logrado que el sonido se propague con la perfección más absoluta en el auditorio central gracias a 10.000 placas de fibra de yeso, fabricadas en parte con papel reciclado y cuyo peso varía de los 35 hasta los 200 kg. Cada una es única, creada específicamente para su posición por un algoritmo diseñado por Koren

siguiendo las instrucciones de Toyota, para que las ondas de sonido reboten en ellas consiguiendo uno de los patrones acústicos más perfectos del mundo.

Normalmente cuando se habla de insonorización, la persona que se refiere a este término suele referirse al tratamiento acústico. Por lo general se piensa erróneamente que estos dos términos se refieren a lo mismo cuando en realidad los dos términos se complementan formando así una integralidad acústica en el espacio. Es necesario aclarar que la función de la insonorización es que el espacio sea más silencioso bloqueando los ruidos de fuera. Por el contrario, el tratamiento acústico hace que la reverberación alcance un nivel de nitidez adecuado, absorbiendo el exceso de sonido ambiente con el fin de mejorar el sonido.

Por lo general, la insonorización se aplica en los estudios de grabación musical, o en lugares cercanos a avenidas principales, colegios o zonas de construcción. Insonorizar un espacio es como protegerlo contra el ruido y la estructura debe ser lo más sólida posible y sin agujeros ni grietas. Para reducir el ruido que entra y sale de una habitación, se debe aumentar la masa estructural de las paredes, el piso y el techo, y sellar los espacios de aire que rodean las puertas y ventanas, así como las aberturas para instalaciones eléctricas y de refrigeración. El alcance de las medidas tomadas dependerá de la cantidad de ruido que haya en el exterior y de la cantidad de ruido que se quiere reducir en el interior.

Un autor que tiene varias opiniones bastante importantes en temas bastante pertinentes aquí es Adolf Loss quien menciona principalmente que el ornamento es algo capaz de crear belleza, aun cuando esto es parte de la vieja arquitectura. Basa su idea de la belleza en la simplicidad. La no necesidad de grandes lujos y decoraciones con el fin de mantener la sobriedad y la elegancia.



Una de las obras de Adolf Loss que llama especialmente la atención, es el diseño la casa de Josephine Baker de la que no queda mucho en la ciudad de París. Esta casa fue construida en el año de 1928 y se trata de una combinación de volúmenes que consisten en un paralelepípedo y un cilindro, la casa está centrada en una piscina cubierta que nos podría recordar a una estructura de patio de una casa romana. Otra característica es el revestimiento de la fachada en blanco y negro, eco de la arquitectura románica que fue el primer gran estilo arquitectónico creado en la Edad Media en Europa después de la decadencia de la civilización grecorromana.

Esta obra demuestra en su más puro elemento la simplicidad del diseño y la sobriedad, sin dejar de lado lo que se quiere transmitir a quien aprecia la obra. Refleja completamente lo que Loos llama “los detalles de los falsos lujos en la arquitectura” que realmente no son necesarios. Un claro ejemplo de esto es la percepción que se tiene en cuanto a los centros de grandes eventos y conciertos que, por lo general se piensa, deben tener grandes decoraciones llamativas y lujos que inviten al espectador. Por el contrario, la falta de estas mismas decoraciones y lujos agrega un valor de versatilidad a la construcción, permitiendo así que sea aún más amplia la variedad de grandes eventos que se pueden llevar a cabo en el mismo. Aporta cierta maleabilidad con respecto a la forma de administrar y desarrollar los eventos que allí se llevaran a cabo y mantiene la sobriedad y esa belleza en lo elemental que tanto apoya Loss.

La razón por la cual traigo a colación el importante aporte de este autor es que el defiende fervientemente que posemos nuestra concentración en la utilidad y versatilidad de las construcciones mas que en su lujo y su apariencia. Para complementar lo anteriormente mencionado, podemos también mirar la perspectiva de López (2007) quien señala que en cualquier recinto si nos ubicamos dentro de ella se puede percibir diversos sonidos indeseados que indirectamente son consecuencia de las diversas actividades que se desarrollan tanto en el exterior como en el interior. sin embargo, en cuanto a los sonidos percibidos por el exterior no es viable interceder sobre ellas ya que intervienen el paso vehicular número de carriles velocidad máxima permitida, la superficie por donde circula e intensidad de tráfico, etc., pero si es factible proponer sistemas de aislamiento. Ambiente interior optimo donde la percepción del ruido y sonidos de acuerdo con sus aspectos

identificados resulta ser la más idónea para el usuario ante cualquier evento que propague dicho recinto destinado a los grandes eventos ya sea auditorio, local comunal, palacio, etc.

Dentro de la imagen de la ciudad, que está compuesta por los elementos físicos y simbólicos que se relacionan en la percepción de los habitantes se debe tener en cuenta que a pesar de que cada persona es un mundo al momento de darle significado o importancia a una zona se hace una relación de ideas que generan una construcción colectiva. Esta construcción colectiva permite para el que la estudia (un planificador) responder de acuerdo a los comportamientos de los ciudadanos y si se quiere orientarlos. “estas imágenes colectivas son necesarias para que el individuo actúe acertadamente dentro de su medio ambiente y para que coopere con sus conciudadanos”. El modo en el que se conoce la ciudad y la percepción que se tiene de la misma determina el comportamiento, autores como Carlos Mario Yori realizan su estudio del concepto de Topofilia para el caso de la ciudad de Bogotá en función de las percepciones que los habitantes tienen de ella de agrado y desagrado y como esto determina el comportamiento favorable o desfavorable en la ciudad.

CONCLUSIONES

Parte del arte de la arquitectura desde el punto de vista de los autores citados es encontrar el equilibrio perfecto entre la aplicación de los conocimientos de una forma que muestre los criterios de diseño según espacios interiores para la distribución del sonido,

manteniendo el propósito primario de cumplir con las necesidades del oyente y al mismo tiempo generando confort tanto en la Arquitectura y usuario.

Si bien es cierto que el arquitecto debe elaborar diseños estéticos que sean satisfactorios pero que al mismo tiempo suplan la necesidad que se requiere como función, persuadir al individuo a tener cierto tipo de emoción o reacción al espacio con el fin de que se cumpla el objetivo de comodidad o plenitud al momento de habitar o entrar al espacio. Además, es extremadamente importante ser integrales al momento de diseñar y pensar cómo serán distribuidas las diferentes cargas al interior del lugar.

No podemos cubrir solamente algunos puntos de la necesidad de este tipo de centros de eventos. Tenemos como punto de referencia obras arquitectónicas que han cumplido a cabalidad con las características que se necesitan para poder tener los parámetros fundamentales de la acústica determinando criterios de diseño de los cuales podemos partir para empezar a cambiar la calidad de las construcciones que son creadas con esta similitud.

El fin del confort acústico es lograr que en los escenarios como conciertos y eventos masivos exista una reverberación del sonido de manera que el usuario ubicado en la parte más lejana del punto principal pueda escuchar la claridad y fluidez del sonido, de la misma forma en la cual el oyente más cercano recibe esa misma emisión.

REFERENCIAS

Sistema de Alerta Temprana de Medellín. (2017). *Geoportal*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2017, de <https://goo.gl/Z2jU9S>

SoundPLAN. (2017). *Update Letter 8.0 Preliminary printout*. SoundPLAN.

Tocci, G. C. (2000). Room noise criteria: the state of the art in the year 2000. *Noise News International*, 8(3), 106-119. doi:<https://doi.org/10.3397/1.3703047>

Tong, Y. G., & Tang, S. K. (2013). Plenum window insertion loss in the presence of a line source—A scale model study. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(3), 1458-1467. doi: 10.1121/1.4788996

Tong, Y. G., & Tang, S. K. (2017). Acoustical Benefits of Plenum Window as Facade Device – A Parametric Study. *MATEC Web of Conferences*, 103, 1-8. doi:DOI: 10.1051/mateconf/20171030. Recuperado de: <https://es.ehomerecordingstudio.com/insonorizar-habitacion/>

GUAJE Pinto y Ramírez Manyoma. 2013 El transporte urbano público en la conformación de la Metrópolis: una experiencia de enseñanza-aprendizaje en el aula. (tesis de pregrado). Universidad pedagógica nacional. Bogotá.

HERNANDEZ. R. Fernández C. Baptista P. (2010) Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw –HILL

LYNCH K. (1984) La imagen de la ciudad. Barcelona. Gustavo Gili S.A