



UNIVERSIDAD DE LAS ARTES

Escuela de Artes Sonoras

Proyecto Técnico

Propuesta de *Diseño Acústico Arquitectónico de una sala de cine en el Cantón Naranjal.*

Previo la obtención del Título de:

Licenciado en Producción Musical y Sonora

Autor/a:

Carlos Enrique Avendaño Galarza

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación de la tesis

Yo, Carlos Enrique Avendaño Galarza, declaro que el desarrollo de la presente obra es de mi exclusiva autoría y que ha sido elaborada para la obtención de la Licenciatura en Producción Musical. Declaro además conocer que el Reglamento de Titulación de Grado de la Universidad de las Artes en su artículo 34 menciona como falta muy grave el plagio total o parcial de obras intelectuales y que su sanción se realizará acorde al Código de Ética de la Universidad de las Artes. De acuerdo al art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad E Innovación* cedo a la Universidad de las Artes los derechos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, para que la universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando su uso sea con fines académicos.

Carlos Enrique Avendaño Galarza

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

Miembros del tribunal de defensa

Ing. Pedro Segovia

Tutor del Proyecto Técnico

Ing. Darío Buitrón

Miembro del tribunal de defensa

Ing. Remigio Vásquez

Miembro del tribunal de defensa

Resumen

Una sala de cine contribuye en el desarrollo económico/social/cultural, e incentiva a crear proyectos en base al desarrollo del arte. El presente trabajo de titulación versa como propuesta el diseño acústico arquitectónico de una sala de cine en el cantón Naranjal. Este proyecto nace de una percepción subjetiva de un problema: ¿Las ciudades pequeñas del Ecuador tienen deficiencias en infraestructuras que permita la difusión de las artes audiovisuales? Como solución a este problema, se requiere de la implementación de cines locales.

A fin de identificar que no solo era una simple percepción, utilicé como laboratorio el Cantón Naranjal. Se planificó y se realizó una investigación con base en encuestas en la comunidad. Como resultado de este trabajo, la solución planteada concluyó con un resultado favorable.

Para el diseño acústico, aplicar los criterios de la acústica ondulatoria y estadística, en la parte del sistema de audio, los criterios de la electroacústica y para finalizar los de video proyección.

Palabras Clave: Diseño acústico, Acústica ondulatoria, Acústica estadística, electroacústica, video proyección.

Abstract

A cinema room contributes to economic / social / cultural development, and encourages the creation of projects on the basis of the development of art. The present title work deals with the acoustic architectural design of a movie theater in the Naranjal canton. This is a project of a perception of a problem: do the small cities of Ecuador have deficiencies in the infrastructures that allow the diffusion of the audiovisual arts? As a solution to this problem, the implementation of local cinemas is required.

In order to identify that it was not only a simple perception, I used the Naranjal Canton as a laboratory. A research was planned and carried out based on surveys in the community. As a result of this work, the proposed solution concluded with a favorable result.

For the acoustic design, the application of the criteria of acoustics and statistics, in the part of the audio system, the criteria of electroacoustics and to finalize the projection videos.

Keywords: Acoustic design, undulatory acoustics, statistical acoustics, electroacoustic, video projection

CONTENIDO

Introducción	I
Antecedentes	II
Ubicación del proyecto	V
Justificación	VI
Objetivo General	VI
Objetivos específicos	VII
Delimitación del tema.....	VII
Descripción del proyecto	VII
Metodología	VIII
Investigación deductiva:.....	VIII
Investigación inductivo	VIII
Investigación cuantitativa:.....	VIII
Capítulo I.....	1
Marco Teórico.....	1
1 Acústica Arquitectónica.....	1
1.1 Acústica Ondulatoria	1
1.1.1 Modos propios	1
1.1.1.1 Modo Axial:	2
1.1.1.2 Modo Tangencial:	2

1.1.1.3 Modo oblicuo:.....	3
1.1.2 Diagrama de bolt	3
1.1.3 Frecuencia límite	5
1.2 Insonorización	6
1.2.1 Aislamiento acústico.....	6
1.2.2 Masa.....	7
1.2.3 Paredes simples	9
1.2.4 Ley de la masa y la frecuencia	9
1.2.5 Paredes de transmisión compuesta	10
1.2.6 Paredes dobles	10
1.2.6.1 Frecuencia de resonancia y armónicos.....	13
1.2.6.2 Frecuencia de coincidencia o crítica	14
1.2.6.3 Frecuencia propia del sistema.....	16
1.2.7 Ruido de fondo (curvas NC)	19
1.3 Acondicionamiento Acústico	22
1.3.1 Tiempo de reverberación RTR60	22
1.3.2 Valores recomendados para el tiempo de reverberación	23
1.3.3 Calidez acústica	25
1.3.5 Brillo acústico.....	26
1.4 Video Proyección	28
1.4.1 Dimensionamiento de la pantalla	28

1.4.2 Luminosidad	30
1.4.3 Colocación del proyector	32
1.4.3.1 Distancia del proyector hacia la pantalla.....	32
1.4.4 Isóptica	33
1.4.4.1 Isóptica Estándar	34
1.4.4.2 Isóptica sobrada.....	35
1.4.5 Ángulos de visión	37
1.4.5.1 Ángulo de visión horizontal.....	37
1.4.5.2 Ángulo de visión Vertical.....	38
1.4.6 Distribución de butacas	39
1.5 Electroacústica.....	40
1.5.1 Configuración de los altavoces en el cine	41
1.5.1.1 Cantidad de altavoces L,C,R.....	42
1.5.1.2 Posicionamiento de los altavoces L,C,R	42
1.5.1.3 Direccionalidad horizontal y vertical de los altavoces L,C,R.....	44
1.5.1.4 Colocación del Subwoofer.....	45
1.5.1.5 Cantidad de altavoces surrounds laterales	47
1.5.1.6 Cantidad de altavoces surrounds traseros	48
1.5.1.7 Elevación de los altavoces surrounds	49
1.5.1.8 Colocación de los altavoces surrounds laterales	50
1.5.1.8 Separación de los altavoces surrounds traseros	51

1.5.1.9 Direccionalidad de los altavoces surrounds.....	51
1.5.1.10 Calibración de un sistema multicanal.....	52
1.5.2 Selección de los altavoces.....	54
1.5.2.1 Capacidad de potencia.....	54
1.5.2.2 Sensibilidad.....	55
1.5.2.3 Impedancia.....	56
1.5.2.4 Conexión de los altavoces.....	57
1.5.3 Selección del amplificador.....	60
1.5.4 Configuración del sistema electroacústico de una sala de cine.....	61
Capítulo II.....	62
Desarrollo.....	62
2.1 Cálculo del análisis muestral.....	62
2.2 Acústica Arquitectónica.....	63
2.2.1 Cálculo de acústica ondulatoria.....	63
2.2.1.1 Cálculo del dimensionamiento de la sala.....	64
2.2.2 Cálculo de los modos propios.....	63
2.3 Cálculo de Inzonorización.....	65
2.4 Cálculo del Acondinamiento acústico.....	76
2.5 Video proyección.....	83
2.5.1 Cálculo del dimensionamiento de la pantalla.....	83
2.5.2 Cálculo de lúmenes de la pantalla.....	84

2.5.3 Cálculo del lente de proyector.....	84
2.5.4 Cálculo de visión horizontal y vertical.	85
2.6 Cálculo de electroacústica.....	87
2.6.1 Cálculo de los altavoces L,C,R	87
2.6.2 Cálculo de los altavoces surrounds laterales.	88
2.6.3 Cálculo de los altavoces surrounds traseros.....	89
2.6.4 Cálculo de la elevación de los altavoces surrounds.....	90
2.6.5 Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds laterales	90
2.6.6 Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds traseros.....	91
2.7 Cálculo de la conexión de los altavoces al amplificador	91
Capítulo III.....	93
Conclusiones y Recomendaciones.....	93
3.1 Conclusiones.....	93
3.2 Recomendaciones.....	94
Referencias bibliográficas.....	95
Anexo 1. Resultado de las encuestas realizadas en el cantón Naranjal acerca del diseño acústico arquitectónico de una sala de cine.....	98
Anexo 2: Manuales de los altavoces y equipo técnico elegidos para la sala de cine...	106
Anexo 3. Piso flotante.....	115
Anexo 4. Planos.....	116

INDICE DE FIGURAS

Fig 1 Coordenadas georeferenciales del proyecto.....	V
Fig 1.1 Diagrama de Bolt.....	4
Fig 1.2 Ley de masa R en función de m.....	10
Fig 1.3 Pared de transmisión compuesta.....	11
Fig 1.4 Elementos de una doble pared.....	12
Fig 1.5 Indice de debilitamiento teórico de una pared doble cuyos elementos se hayan unidos entre sí de una manera elástica (frecuencia de resonancia f_0).....	18
Fig 1.6 Gráfica de las Curvas N_c	20
Fig 1.7 Ubicación de la pantalla.....	29
Fig 1.8 Isóptica Estándar.....	35
Fig 1.9 Isóptica Sobrada.....	36
Fig 1.10 Distribución de las butacas.....	40
Fig 1.11 Configuración del sistema 5.1.....	41
Fig 1.12 Posicionamiento horizontal y vertical de los altavoces L,C,R.....	43
Fig 1.13 Direccionalidad horizontal de los altavoces L,C,R.....	44
Fig 1.14 Direccionalidad vertical de los altavoces L,C,R.....	45
Fig 1.15 Colocación de subwoofer.....	46

Fig 1.16 Cantidad de surrounds laterales en función al dimensionamiento de la sala.....	47
Fig 1.17 Cantidad de surrounds traseros en función al dimensionamiento de la sala.....	48
Fig 1.18 Elevación de los altavoces de surround.....	49
Fig 1.19 Separación de los altavoces surrounds laterales.....	50
Fig 1.20 Centro de escucha de una sala de cine.....	51
Fig 1.21 Gráfica de calibración para un sistema.....	52
Fig 1.22 Conexión de altavoces en serie.....	57
Fig 1.23 Altavoces en conexión paralelo.....	58
Fig 1.24 Altavoces en conexión mixta.....	59
Fig 1.25 Configuración del sistema 7.1 de una sala de cine.....	61
Fig 2.1 Dimensionamiento de la Sala. Cálculo de Bolt.....	65
Fig 2.2 Gráfica del aislamiento Acústico “ Paredes dobles” Lateral derecho y delantero.....	67
Fig 2.3 Gráfica del aislamiento Acústico “ Paredes dobles” Lateral izquierdo.....	70
Fig 2.4 Gráfica del aislamiento Acústico “Ingreso a la Sala de Cine”.....	72
Fig 2.5 Gráfica del aislamiento Acústico “ Pared Compuesta” Video proyección y sala de cine.....	74
Fig 2.6 Gráfica del aislamiento acústico de la losa.....	75

Fig 2.7 Sabine “Sala de cine sin tratamiento acústico”.....	78
Fig 2.8 Sabine “ Sala de cine si público”.....	80
Fig 2.9 Sabine “ Sala de cine con Público”.....	82
Fig 2.10 Datos técnicos de la butaca Figueras modelo 9106 Megaseat.....	86
Fig 2.11 Colocación de las butacas.....	87
Fig 2.12 Cálculo de los altavoces surrounds laterales.....	88
Fig 2.13 Cálculo de los altavoces surrounds traseros.....	89
Fig 2.12 Gráfica del aislamiento acústico de la losa.....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Densidad de los materiales.....	8
Tabla 1.2 Curvas Nc en relación al recinto.....	21
Tabla 1.3 Tablas de coeficiente de absorción de los materiales.....	23
Tabla 1.4 Márgenes de valores recomendados de RTmid en función del tipo de sala (recintos ocupados).....	24
Tabla 1.5 Validez de la calidez acústica.....	25
Tabla 1.6 Formato de pantallas.....	25
Tabla 1.7 Lúmenes mínimos requeridos para una pantalla.....	31
Tabla 1.8 Lentes para el proyector Christie 1500LX.....	33
Tabla 1.9 Tabla de valores de nivel medio y pico en un sistema multicanal.....	53
Tabla 1.10 Cantidad de watt en relación a los dB.....	56
Tabla 2.1 Cálculo de los modos propios.....	63
Tabla 2.2 Cálculo R de la puerta acústica.....	66
Tabla 2.3 Calculo R de la ventana.....	66
Tabla 2.4 Cálculo del aislamiento acústico “Pared doble” para el lateral izquierdo y derecho.....	67
Tabla 2.5 Cálculo del aislamiento acústico del ladrillo de 20 cms.....	68
Tabla 2.6 Cálculo del aislamiento acústico “ Pared compuesta” lateral izquierdo	69

Tabla 2.7 Cálculo del aislamiento acústico “ Pared doble” lateral izquierdo.....	69
Tabla 2.8 Cálculo del aislamiento acústico “Sound Lock.....	71
Tabla 2.9 Cálculo del aislamiento acústico “Ingreso a la Sala de cine”.....	71
Tabla 2.10 Cálculo del aislamiento acústico “ Cuarto de Video Proyección).....	73
Tabla 2.11 Cálculo del aislamiento acústico “ Pared compuesta” Video proyección y sala de cine.....	74
Tabla 2.12 Cálculo del aislamiento acústico de la losa.....	75
Tabla 2.13 Cálculo del volumen de la sala de cine.....	76
Tabla 2.14 Sabine “Sala de cine sin tratamiento acústico”.....	77
Tabla 2.15 Cálculo de Sabine “ Sala de cine sin público”.....	79
Tabla 2.16 Cálculo de Sabine “ Sala llena”.....	81
Tabla 2.17 Cálculo del dimensionamiento de la pantalla.....	83
Tabla 2.18 Tamaño de la pantalla Drapper modelo Paragon.....	83
Tabla 2.19 Cálculo de lúmenes de pantalla.....	84
Tabla 2.20 Cálculo del lente del proyector.....	84
Tabla 2.21 Cálculo de visión horizontal y vertical.....	85
Tabla 2.22 Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds laterales.....	90
Tabla 2.23 Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds traseros.....	91

Introducción

El cine ha marcado un giro innovador a medida que transcurre el tiempo. En los seres humanos permite descubrir la potencialidad en el arte y su riqueza en el ámbito cultural, encontrándose en consecutiva evolución y cada vez se van creando nuevos parámetros, avances científicos y tecnológicos dotando de mejores herramientas en la comunicación audiovisual.

Como lo afirman Wilson Astudillo Alarcón y Carmen Mendinueta en el artículo “El cine como instrumento para una mejor comprensión humana”:

Nuestra sociedad se va formando e informando a través del cine y la televisión, películas de ficción, reportajes o documentales, que permiten otro tipo de acercamiento al complejo mundo del ser humano. Una película intenta documentar, dar testimonio de una realidad, en algún caso retratar y relatar una historia para transmitir a través de ella un mensaje.¹

La producción musical ha marcado un punto esencial y es que no solo consiste en producir las canciones de los artistas, sino que trabaja muy en conjunto con el cine; debido que, al existir música, este nos ayuda a expresar de mejor forma el mensaje a transmitir, ya sea suspenso, emoción, y que el mensaje se reciba de forma digerible; además de poder realizar grabación de Foley, ADR.

Ecuador no está muy ajeno al desarrollo audiovisual y su constante evolución en la producción de trabajos artísticos “sonoros, musicales y visuales” han hecho que las

¹ Wilson Astudillo Alarcón y Carmen Mendinueta Aguirre, “El cine como instrumento para una mejor comprensión humana”, *Medicina y cine*, vol. 4, n.º 3 (septiembre 2008), edición online, revistamedicinacine.usal.es/es/volumenes/volumen4/num3/170.

personas inclinadas en el campo cultural comiencen a investigar, buscando información, capacitación, a fin de crear espacios y público en donde puedan producir y exponer sus obras.

Antecedentes

Para entender cómo se ha venido creando el proceso del cine y su funcionalidad con la producción musical, es necesario hacer una mirada retrospectiva al recorrido que ha tenido el mismo desde el punto de vista técnico y, a la vez, humano.

Cortometrajes, documentales, novelas, han llegado a formar parte de nuestra vida y es que no solo son creados como entretenimiento sino como un medio de enseñanza para conocer los hechos ocurridos en la historia, en la forma de vida, alrededor del pensamiento filosófico, cultural, etc.

Proyectos similares se han venido desarrollando en el Ecuador como es el caso del Macc en Guayaquil, el cual es un sitio de exposición cultural con finalidad de realizar conferencias, exhibiciones, proyecciones cinematográficas. Cuenta con un museo antropológico y una explanada en donde los artistas realizan presentaciones al aire libre y las personas pueden ir a conocerlas. Su sala de cine ofrece una programación variada.

Como lo indica la pagina web del cine Ocho y medio:

Ocho y medio es una organización cultural fundada en 2001 por un grupo de productores de cine, realizadores y artistas interesados en promover la cultura cinematográfica. Actualmente disponemos de dos salas de cine en el

tradicional barrio La Floresta de Quito, donde exhibimos cine independiente de todo el mundo y presentamos espectáculos de artes escénicas y música en vivo.²

La visión del cine Ocho y medio es de producir material cinematográfico nacional, fomentando a la juventud inclinada en el arte a participar en proyectos integradores, produciendo trabajos audiovisuales a nivel de participar en festivales internacionales como lo viene haciendo Ocho y medio; demostrando que en el Ecuador el arte está en consecutiva evolución.

Como lo afirma Marco Vinicio Sandoval Cárdenas en su tesis “Proyecto de factibilidad para la creación y ejecución de salas de cine en la ciudad de Latacunga”:

El país cuenta con un total de 250 pantallas de cine en todo su territorio, siendo la tasa promedio de crecimiento de esta industria del 3.5% anual. En 1.997 se registraron 12,8 millones de entradas vendidas, lo que significa que, en promedio, los ecuatorianos concurren 1 vez por mes al cine, La facturación de los complejos de cine en 1997 fue de \$74.350.000 solo en concepto de entradas. En el año 2005 un ecuatoriano gasta en promedio el 15% de sus ingresos en actividades recreativas y culturales. Este indicador es alto, si se tiene en cuenta que el 66% de su ingreso lo destina al hogar y a la compra de los accesorios para la casa. Del total destinado a actividades recreativas y culturales, el 28% lo destina al cine.³

² “¿Qué es Ochoymedio?”, artículo digital del portal 8choymedio, el cine de La Floresta, www.ochoymedio.net/que-somos/.

³ Marco Vinicio Sandoval Cárdenas, “Proyecto de factibilidad para la creación y ejecución de salas de cine en la ciudad de Latacunga” (Tesis, Escuela Politécnica del Ejército, 2007), 17.

Estos porcentajes nos dan a conocer como el país ha comenzado a tener un cambio evolutivo en la industria cinematográfica, generando un crecimiento positivo, por consiguiente, la creación de salas de cine ayudará a presentar a más lugares del país los trabajos que se están realizando.

Como lo indica Paúl Mena Erazo en el artículo digital de la página BBC Mundo “El cine ecuatoriano en camino ascendente”:

Más allá de ello, otra razón del crecimiento del cine ecuatoriano ha sido el apareamiento de una nueva generación de cineastas nacionales. En este sentido, Arturo Yépez, productor de cine y profesor del área de cine de la Universidad San Francisco de Quito, resaltó que los realizadores van mejorando sus productos conforme van efectuando nuevos filmes. "El cine es un oficio, y como tal hay que hacer para crecer", manifestó.⁴

Esta razón es debido que a medida que se van realizando nuevos trabajos, se va desarrollando nuevas técnicas, adquiriendo experiencia y la fomentación de carreras con relación al arte han hecho que más personas despierten el interés y el país comience a generar producciones cinematográficas.

Como lo afirma un artículo de *El Telégrafo*,

El cine ecuatoriano ha entrado en una etapa distinta. De alguna forma el reto del fomento a la producción se ha superado: producimos casi 20 películas al año (hay que tomar en cuenta las películas que no se estrenan en salas) y ahora hay que pensar en mecanismos de incentivo o estímulo a la circulación; a

⁴ Paúl Mena Erazo, “El cine ecuatoriano en camino ascendente”, artículo digital de la página BBC Mundo, https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/11/111102_cine_ecuador_il.

otras formas de distribución y de exhibición. Hay que conquistar un público que ya existe y que no conoce el cine nacional. Además, de formar nuevos públicos y la inclusión de un alto porcentaje de la población que no tiene acceso a las salas”, explica Cueva.⁵

Ubicación del proyecto

Este proyecto se propone ubicarlo en la República del Ecuador-Cantón Naranjal-Provincia del Guayas en las coordenadas -2.686653;-79.632916, con el objeto que pueda integrarse a proyectos futuros de crecimiento de la ciudad, como la planificación de un centro turístico, un terminal de buses, y demás servicios comunitarios que tiene el desarrollo de las ciudades.

Coordenadas georeferenciales del proyecto

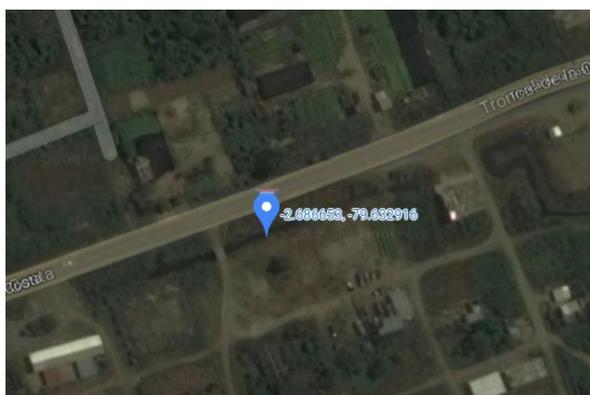


Fig1⁶

⁵ “El cine ecuatoriano está entrando a una nueva etapa”, *El Telégrafo* (7 de enero de 2014), edición digital, <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/cultura/1/el-cine-ecuatoriano-esta-entrando-a-una-nueva-etapa>.

⁶ Google maps, coordenada de ubicación de la propuesta de cine en el Cantón Naranjal.

Justificación

El cantón Naranjal, cuenta con mucho potencial en al arte musical-visual, por lo tanto, se observa la necesidad de crear espacios para una producción interdisciplinaria/musical/ audiovisual. En este caso, el objetivo está en la implementación de una sala de cine con sus respectivos sistemas de infraestructura y sistemas tecnológicos, harán que personas no solo del lugar, sino también de sitios cercanos participen en proyectos integradores de acuerdo al área artística, comenzando a generar productos culturales y como un medio de incentivo para que las demás localidades desarrollen proyectos artísticos similares que contribuyan con el aporte en el arte; y de poder utilizar la sala de cine como un espacio integrador y de escucha crítica.

La propuesta del proyecto surge tras la necesidad que en el sitio exista un lugar en donde se puedan proyectar material audiovisual y otras actividades que se requieran; además para que futuros proyectos como auditorios, bibliotecas, estudios de grabación sean diseñados dentro de los parámetros de la Acústica Arquitectónica.

Objetivo General

Desarrollar el diseño acústico arquitectónico de una sala de cine en el cantón Naranjal a partir de los parámetros vigentes que rigen en la actualidad.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de factibilidad que justifique la creación de una infraestructura para difusión de cine en el cantón Naranjal.
- Realizar el diseño de una sala de cine para las especializaciones que competen a su funcionalidad.
- Realizar el diseño de las partes técnicas del cine que corresponden al audio y video.

Delimitación del tema

La propuesta del proyecto abarca el diseño acústico arquitectónico, electro acústico y de video proyección; por lo tanto la funcionalidad arquitectónica (estructural, sanitaria, eléctrica) civil (linderos), iluminación escénica, climatología, seguridad y señalética están excluidos.

Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en la realización del diseño dentro de los requerimientos técnicos de funcionalidad y parámetros que contemple la Acústica Arquitectónica, equipamiento electroacústico, para una sala de cine, que podrá ser ubicada en el Cantón Naranjal. El cual se llevará a cabo de la siguiente forma:

A fin de conocer dentro de un estudio de factibilidad, se procedió a realizar una encuesta. Luego se determinó mediante criterios de diseño de una contraparte arquitectónica, para obtener los espacios requeridos que doten de la funcionalidad a la

infraestructura. Todo esto de la mano de fundamentos que aporten los conocimientos adquiridos en Acústica Arquitectónica.

Se elaboraron diseños de equipamiento de los sistemas de sonorización electroacústica y video proyección. Las herramientas gráficas de la planificación y presentación de resultados fueron con programas de dibujo digital, por ejemplo Google Sketchup y como método de apoyo se buscó información sobre proyectos y tesis similares que contengan la información necesaria para la elaboración del proyecto.

Metodología

Para desarrollar el proyecto, se utilizará los siguientes métodos de investigación:

Investigación deductiva: Este método me permite tener un mejor enfoque para estudiar las causas y hechos de fenómenos no muy conocidos; el cual, mediante un estudio de factibilidad poder llegar al punto de origen de la causa.

Investigación inductivo: Mediante la aplicación del método inductivo se podrá realizar el análisis de los resultados de las encuestas y prever cual es el resultado de diseñar una sala de cine en el Cantón Naranjal.

Investigación cuantitativa: Este método me proporcionó las herramientas a través de los números y con los datos obtenidos conocer cuales son los pasos que debo seguir para crear un buen diseño acústico mediante la programación que se base en el

cálculo, el cual nos ayudará a determinar el dimensionamiento, proporción de materiales y colocación de altavoces.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1 Acústica Arquitectónica

1.1 Acústica Ondulatoria

La acústica ondulatoria se encarga del estudio del comportamiento sonoro de un recinto en función de su volumen, conociéndolo mediante la aplicación de las ecuaciones de onda. Mediante la acústica ondulatoria, uno predice como las diversas ondas existentes inciden positiva o negativamente en las propiedades acústicas del interior del recinto. Esto se lo conoce como Modos propios.

1.1.1 Modos propios

Como lo afirma Antoni Carrión Isbert en su libro *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*:

Los valores de las frecuencias propias asociadas a los diferentes modos propios dependen de la geometría y de las dimensiones del recinto y, en general, su determinación resulta muy compleja. Únicamente cuando se trata de recintos de forma paralelepípedica con superficies totalmente reflectantes es posible calcularlos de una forma muy sencilla, mediante la denominada fórmula de Rayleigh.⁷

⁷ Antoni Carrión Isbert, *Diseño acústico de espacios arquitectónicos* (Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 1998), 57.

En este fragmento, Antoni Carrión nos recomienda en realizar diseños paralelepípedos como una forma de facilidad de cálculos; ya que si no es así, sería requerirá de programas especializados que tengan la capacidad de realizar estos análisis.

Su fórmula es:

$$F = \frac{\text{Velocidad del sonido}}{2} \sqrt{\frac{k^2}{L_x} + \frac{m^2}{L_y} + \frac{n^2}{L_z}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

En donde:

Velocidad del sonido: 340 m/s

L_x, L_y, L_z = Dimensiones de la sala (mts).

k,m,n= Cualquier valor entero con relación al modo propio.

Debido a la forma que las ondas estacionarias se generan, se ha realizado una subcategoría de modos propios, conocidas de la siguiente forma:

1.1.1.1 Modo Axial: El modo axial proviene por una onda estacionaria fluctuante entre dos superficies. Su desplazamiento se encontraría en la dirección x,y,z. Esta onda estacionaria se deslaza por una superficie. La onda tiene forma plana y dependiendo de su dirección; sería (nx,0,0), (0,ny,0),(0,0,nz).

1.1.1.2 Modo Tangencial: A diferencia del modo axial, el modo tangencial es el resultado de una onda estacionaria fluctuante entre cuatro superficies. Por su

comportamiento tiene forma bidimensional, presentándose de la forma $(n_x;n_y;0);(n_x,0,n_z); (0,n_z,n_z)$.

1.1.1.3 Modo oblicuo: En este caso, el modo oblicuo se forma por el resultado de una onda fluctuante entre 6 superficies. Esta onda sonora es tridimensional. Su origen se encuentra en cada vértice del recinto (n_x,n_y,n_z) .

Ya que los modos propios son en relación al dimensionamiento del recinto, surge la pregunta ¿Cuál es el dimensionamiento adecuado para una sala? Para responder esta inquietud, se recurre al criterio del Diagrama de Bolt.

1.1.2 Diagrama de bolt

Como los modos propios son inevitables, el dimensionamiento de una sala distribuida adecuadamente hará que tengamos un mejor control de las distintas frecuencias de cada modo propio, obteniendo mayor uniformidad y evitando concentraciones sonoras, afectando la coloración del sonido. Para determinar un buen dimensionamiento de la sala, analizaremos la gráfica del Diagrama de Bolt y su fórmula.

Diagrama de Bolt.

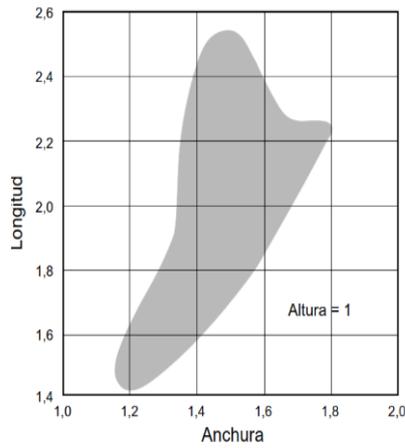


Fig 1.1⁸

Fórmula:

$$Y = \frac{L}{H} \quad X = \frac{A}{H} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En donde:

L: Largo de la sala

H: Altura de la sala

A: Ancho de la sala

X: Coordenada de ubicación en la línea horizontal

Y: Coordenada de ubicación en la línea vertical.

La fórmula describe la relación del dimensionamiento de la sala basado en el sistema de coordenadas cartesianas. Si los puntos (x,y) se encuentran dentro de la gráfica gris, la sala está en buena proporción y las ondas estacionarias serán equilibradas. Además de esto, en la gráfica se

⁸Carrión Isbert, *Diseño acústico...*, 58.

observa que existen varias posibilidades de dimensionamiento de la sala ya que posee un área extensa de posibilidades de combinación de medidas.

1.1.3 Frecuencia límite

Así como la densidad de los modos propios aumenta con la frecuencia; existe un límite que hace que la concentración de estos sea equivalente a su ausencia. La coloración desaparece al no existir concentraciones discretas de energía, conociéndose como *frecuencia límite*.

Fórmula:

$$F_{max} = 1849 \sqrt{\frac{RT_{mid}}{V}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

En donde:

F_{max} = Frecuencia máxima apreciable (Hz).

RT_{mid} = Valor del tiempo de reverberación promedio correspondientes a las bandas de octava centradas en 500 Hz y 1 kHz. Se expresa en segundos.

V = Volumen de la sala. Se expresa en m^3 .

1.2 Insonorización

1.2.1 Aislamiento acústico

En relación al concepto, Marco Antonio Salvador Goraite nos dice:

El ruido se puede transmitir de forma aérea o por transmisión estructural. El aislamiento sirve para eliminar o disminuir las vibraciones que se propagan por una estructura sólida, y que provocan molestias auditivas o problemas vibratorios de tipo mecánico.⁹

El nivel de ruido y de vibración se determina por la ubicación del lugar en que se encuentra el recinto; por lo que cada sitio tiene sus características propias lo que hace que sea necesario realizar un estudio de campo y determinar que procedimientos se deben ejecutar para que la sala cumpla con los requerimientos de los parámetros de la acústica Arquitectónica.

Estos tipos de ruido conocidos como aéreos y de impacto causan molestias; por ejemplo en el ruido aéreo son el sonido que se produce en el lugar como el sonido de las bocinas de los autos , localidades cercanas entre otros y los ruidos de impacto son las pisadas en el lugar, las vibraciones que los vehículos producen en el terreno cuando transitan,etc. Para solucionar estos problemas, el tratamiento del aislamiento sonoro ayuda a contrarrestar estos problemas, evitando que cause incomodidades a las personas que se encuentran dentro de un recinto. Para esto se han creado parámetros de diseño que se encuentran en función al uso del mismo. Para describir estas normas, es necesario revisar los siguientes criterios.

⁹ Marco Antonio Salvador Goraite, Propuesta de Acondicionamiento Acústico y Acondicionamiento Sonoro del Centro Cultural Sucua,32.

1.2.2 Masa

En relación al concepto de masa, Eunice García Pinzón y Ana Lisbeth Vargas Olvera nos indica:

“Actúa en el sentido de obstruir la transmisión directa al producir oscilaciones más débiles del elemento de separación”.¹⁰

El sonido al chocar con un cuerpo sólido interrumpe su recorrido, reflejando una parte y la otra traspasándolo. Dependiendo del material y espesor se produce su atenuación. Para conocer la masa, se utiliza la siguiente fórmula:

$$M= D \times E \quad \text{(Ecuación 4)}$$

En donde:

M: Masa del material (Kg/m²).

D: Densidad del material (Kg/m³).

E: Espesor del material (m).

¹⁰ García Pinzón y Vargas Olvera, “Diseño electroacústico de un auditorio equipado como Sala Cinematográfica...”, (tesis, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, 2017), 19.

Densidad de los materiales

SOLIDO	DENSIDAD	PESO ESPECIFICO
	grs/cm ³	N/m ³
POLIURETANO	0,04	392
CORCHO	0,24	2.350
PINO	0,31 - 0,76	3.040-7.450
HAYA	0,66 - 0,83	6.470-8.135
ENCINA	0,69 - 1,03	6.760-10.100
ROBLE	0,81 - 1,07	7.940-10.485
HIELO	0,92	9.015
CAUCHO	0,95	9.310
MAGNESIO	1,74	17.050
LADRILLOS	1,84	18.030
ALABASTRO	2,3	22.540
HORMIGON	2,4 -2,5	23.520-24.500
VIDRIO	2,5	24.500
CUARZO	2,5 - 2,8	24.500-27.440
MARMOL ORDINARIO	2,5 - 2,85	24.500-27.930
GRANITO	2,51 - 3,05	24.600-29.890
ALUMINIO	2,7	26.460
DIAMANTE	3,52	34.496
ESTAÑO	7,31	71.640
BRONCE	7,4	72.520
ACERO	7,85	76.930
HIERRO	7,87	77.165
LATON	8,6	84.280
COBRE	8,96	87.810
PLATA	10,50	102.900
PLOMO	11,34	111.130
URANIO	19,05	186.690
ORO	19,3	189.140
PLATINO	21,45	210.700

Tabla 1.1¹¹

En la tabla se observa las diferentes densidades y peso específico de los materiales y en relación al nivel de ruido se elige cual responde mejor. Debido a que en una construcción no se utiliza un solo material, la implementación de técnicas de diseño ha hecho que en función del nivel de ruido, se elija el sistema constructivo más idóneo, por lo que analizaremos cada una de ellas y de esta forma conocer cual nos funciona mejor.

¹¹ “Tablas de densidad y peso específico”, pdf descargable del portal de la empresa ATPP Lleal, <http://www.atpplleal.com/userfiles/files/densidad-y-peso-especifico.pdf>.

1.2.3 Paredes simples

Como lo indica el Arq Ricardo Estellés Díaz en su libro *Aislación acústica*:

Las paredes simples son las que están constituidas por una pieza acústicamente homogénea. En primera aproximación responde a la ley de la masa y la frecuencia.¹²

Las paredes simples son las más comunes en la construcción de edificaciones. Estas paredes al ser de una sola pieza, hace que en relación a su espesor y material, el sonido se aisle. Para conocer la cantidad de aislamiento que produce una pared simple, revisemos el concepto de la *ley de la masa y la frecuencia*.

1.2.4 Ley de la masa y la frecuencia

La ley nos indica que en relación a la masa de un material existe una atenuación diferente para cada frecuencia. Para conocer la cantidad de aislamiento en paredes simples, utilizaremos la fórmula que nos indica Higini Arau en su libro del ABC de la Acústica Arquitectónica:

$$R = 20 \text{ Log } mf - 48 \quad (\text{Ecuación 5})$$

En donde:

R: Pérdida por transmisión

¹² Ricardo Estellés Díaz, “Aislación acústica”, documento elaborado para el Curso de Acondicionamiento Acústico de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, Montevideo, 2005-10, 6. Disponible en <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/07-AISLACION-ACUSTICA.pdf>.

M: Masa (kg/m²)

F: Frecuencia

Ley de masa R en función de m

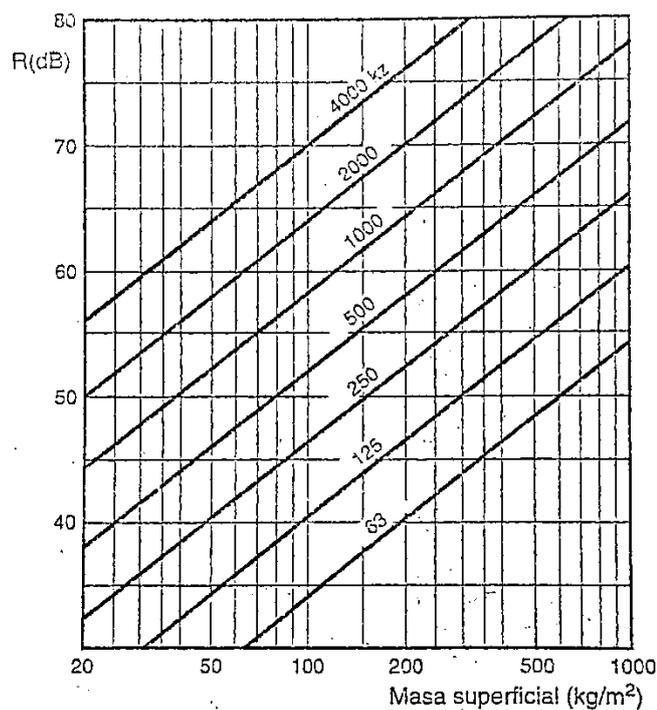


Fig 1.2¹³

En la gráfica observamos la relación de la masa superficial (kg/m²) vs R(dB) y vemos que al doblar la masa, se produce un aumento de aislación sonora de 6 dB, por lo que, si nos encontramos en un sitio con un ruido muy elevado, se necesitaría de paredes muy gruesas llegando en algunos casos a dimensiones no admitibles. Ya que las paredes no solo se construyen con un solo material, sino que van puertas y ventanas, haciendo que forme un solo conjunto, se requiere hacer el análisis de una pared compuesta.

¹³ Higiní Arau, *ABC de la Acústica Arquitectónica*, Editorial Ceac, S.A. Perú, 164-08020 (Barcelona, 1999), 122.

1.2.6 Paredes de transmisión compuesta

Para conocer que factores influyen en el diseño de una pared compuesta, observemos la siguiente gráfica:

Pared de transmisión compuesta

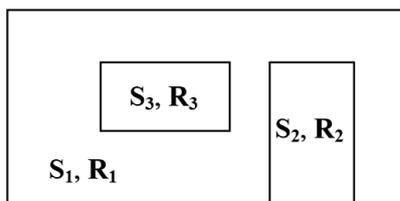


Fig 1.3¹⁴

En la gráfica se observa que en una pared existe más de un elemento constructivo que lo conforma, como las puertas y las ventanas, por lo que hay diferentes materiales y su respuesta de aislamiento es diferente al de una pared simple y doble, haciendo que actúen como una sola estructura. Este tipo de construcción es típica, por lo que es necesario conocer su comportamiento con respecto al aislamiento, para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$Req = 10 \log_{10} \frac{S \text{ total}}{S_1 \times 10^{\frac{-R_1}{10}} + \dots + S_n \times 10^{\frac{-R_n}{10}}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

En donde:

S_1 : Área del elemento 1

S_n : Área del elemento n

R_1 : Pérdida de transmisión del elemento 1

n : Pérdida de transmisión del elemento n

¹⁴ Estellés Díaz, “Aislación acústica”..., 6.

1.2.5 Paredes dobles

Este sistema crea una mayor capacidad de aislamiento que el de una pared simple, ya que la pared simple se encuentra en función del espesor del material; en cambio el sistema de doble pared produce un mayor aislamiento..

Para conocer como se forma las dobles paredes, Higini Arau nos indica:

Un sistema de pared doble, simétrica o asimétrica es el constituido por dos paredes simples homogéneas, iguales o desiguales, separadas por una cavidad de aire que puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente ¹⁵

Elementos de una doble pared

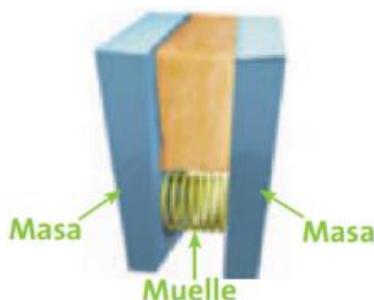


Fig 1.4 ¹⁶

En la figura se observa la conformación de una pared doble, el cual son dos elementos macizos de paredes simples y en medio de ellos la cámara de aire ya sea libre o rellena de material absorbente como lo indica Higini Arau y dentro de la cámara el sujetador de las paredes, el muelle que es un elemento plástico. Pese a que este sistema produce mayor atenuación que una pared simple, hay zonas en que las frecuencias pueden

¹⁵ José Carlos Aguilar, “Optimización del Aislamiento Acústico a ruido aéreo en sistemas de doble pared de yeso laminado y lana de roca”, Rockwool Peninsular S.A, Barcelona, 1.

¹⁶ Isover, Las clases de confort Acústico Isover, Isover Saint-Gobain, 21. Documento en Pdf. Disponible en file:///C:/Users/DELL/Downloads/clases-confort-acustico.pdf

ser perjudiciales en la resonancia del recinto. Existen 3 tipos de resonancias para las paredes dobles.

1.2.6.1 Frecuencia de resonancia y armónicos

Para conocer como actúa las frecuencias de resonancia y armónicos en la cámara de aire de una pared doble, José Gabriel Vasquez Zurita nos dice:

En la cámara de aire que separa la doble pared se crean una serie de ondas estacionarias que van a generar una pérdida del aislamiento acústico del cerramiento. La primera frecuencia de resonancia (f_1) es la frecuencia que le corresponde con la la resonancia acústica y por lo tanto es la que mayor caída provoca el aislamiento, y la que ocurre a más baja frecuencia (de entre sus armónicos). Los armónicos de esta frecuencia (f_2, f_3, f_4, \dots) son múltiplos enteros de la frecuencia de resonancia principal, generan una menor caída en el aislamiento y ocurren a unas frecuencias más elevadas. La ubicación de estas frecuencias depende de la separación existente entre las dos hojas¹⁷

En la cámara de aire al quedar una parte del sonido atrapado, provoca mayor aislación, pero; el sonido que se encuentra adentro busca como salir por lo que comienza a producir reflexiones, dando como resultado resonancia y armónicos. La fórmula para conocer la frecuencia de resonancia es:

$$f_n = \frac{170}{d} n \quad (\text{Ecuación 7})$$

¹⁷ José Gabriel Vasquez Zurita, Implementación de una guía sobre la protección al ruido en sistemas constructivos para la Norma Ecuatoriana de la Construcción

En donde:

f_n = Frecuencia de resonancia (hz)

$n= 1,2,3,4,\dots$

d = Distancia entre los tabiques (m)

Para evitar estas frecuencias de resonancia, José Gabriel Vasquez Zurita nos dice:

Para solucionar este problema tendremos que rellenar la cámara de aire del tabique con un material absorbente acústico (Lana de Roca). Este material absorbente eliminará las resonancias de la cámara, convirtiendo la energía sonora en calor, y por lo tanto aumentando el aislamiento del sistema. Evidentemente cuanto mayor sea el coeficiente de absorción sonora del material introducido (α_w), mayor será la mejora aportada al aislamiento acústico del tabique.¹⁸

Al incorporar materiales como lana de vidrio o de roca, no solo mejorará el aislamiento del recinto sino que evitará que se produzca la frecuencia de resonancia, generando un mejor confort acústico.

1.2.6.2 Frecuencia de coincidencia o crítica

Para conocer que es el fenómeno de coincidencia o crítica, José Gabriel Vasquez Zurita nos dice:

¹⁸ Vasquez Zurita, "Implementación de una guía...",3.

El fenómeno de la coincidencia es un efecto típico de las paredes simples. Este fenómeno también puede ocurrir en las paredes dobles, ya que una pared doble esta compuesta por 2 paredes simples. La zona de coincidencia es una zona de bajo aislamiento que ocurre debido a que coinciden las velocidades de flexión de la pared con la velocidad del sonido en el aire. La localización de esta frecuencia en el espectro del aislamiento acústico del tabique simple (o de cada uno de los tabiques que forman una doble pared) depende directamente de la masa superficial del tabique (Kg/m²), y de su rigidez a la flexión (N m).¹⁹

Esta zona crítica aparece en paredes dobles y simples. Ya que el material posee diferente cantidad de aislamiento en relación a la frecuencia. Para conocer la frecuencia crítica, utilizaremos la fórmula que nos indica Higini Arau en su libro del ABC de la Acústica Arquitectónica :

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{B}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

En donde:

f_c = Frecuencia de coincidencia o crítica (hz)

C= Velocidad del sonido en el aire (340 m/s)

B= Rigidez a la flexión (Nm)

m= Masa superficial total del tabique (kg/m²)

¹⁹ Vasquez Zurita, “Implementación de una guía...”, 23.

Mediante la fórmula conocemos cual es la frecuencia de coincidencia o crítica pero, que procedimiento se debe de realizar para evitarla, para esto citamos la siguiente recomendación de José Gabriel Vasquez Zurita:

Si tenemos una doble pared con 2 hojas idénticas, la frecuencia de coincidencia será un problema, ya que ambos tabiques tendrán la misma f_c y por lo tanto ninguno de ellos impedirá el paso del sonido a través de esta frecuencia. Para solucionar el problema simplemente hay que emplear 2 tabiques diferentes, con distinta masa superficial o distinta rigidez a la flexión, es decir utilizar tabiques de distintos materiales o bien utilizar tabiques de un mismo material pero con espesores diferentes. De este modo, la frecuencia de coincidencia de un tabique (f_{c1}) será distinta a la del otro tabique (f_{c2}), y por lo tanto la pérdida del aislamiento acústico en cada uno de ellos lo compensará el otro.²⁰

1.2.6.3 Frecuencia propia del sistema

Para conocer la frecuencia propia del sistema, José Gabriel Vasquez Zurita nos dice:

La frecuencia propia es completamente inevitable, ya que es una característica intrínseca de los sistemas de doble hoja. Por debajo de esta frecuencia el aislamiento de la doble pared es equivalente al de una pared

²⁰ Vasquez Zurita, “Implementación de una guía...”, 24.

simple de igual masa y por encima de esta frecuencia el funcionamiento acústico de la doble pared es elevado.²¹

Ya que la frecuencia propia no se puede eliminar, es necesario buscar una relación que indique como hacerla inapreciable y de esta forma no cree incomodidad sonora en la sala. Para lograr una frecuencia propia óptima, citamos la siguiente recomendación de José Gabriel Vasquez Zurita:

Para poder solucionar la pérdida de aislamiento provocada por la frecuencia propia, lo más adecuado es diseñar el doble tabique de tal forma que f_0 esté a tan baja frecuencia que no la pueda percibir el oído humano, es decir que se deben de diseñar los tabique para que esta frecuencia esté situada por debajo de los 20 Hz. Entonces, el sonido pasará a través de las frecuencias que el oído humano no puede percibir y no provocará molestias.²²

Un adecuado espaciado de tabiques hará que la frecuencia f_0 se encuentre por debajo del rango de escucha del oído humano. Dependerá del material a utilizar y espaciado del tabique. Para conocer la frecuencia f_0 se utiliza la siguiente fórmula propuesta por Higini Arau en su libro “ABC de la Acústica Arquitectónica”.

$$f_0 = 60 \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad (\text{Ecuación 9})$$

En donde:

f_0 = Frecuencia propia (Hz).

²¹ Vasquez Zurita, “Implementación de una guía...”,3.

²² Vasquez Zurita, “Implementación de una guía...”,25.

m_1 y m_2 = Masa superficial del tabique 1 y el tabique 2 (kg/m²)

L = Distancia entre tabiques (m).

Indice de debilitamiento teórico de una pared doble cuyos elementos se hayan unidos entre sí de una manera elástica (frecuencia de resonancia f_0)

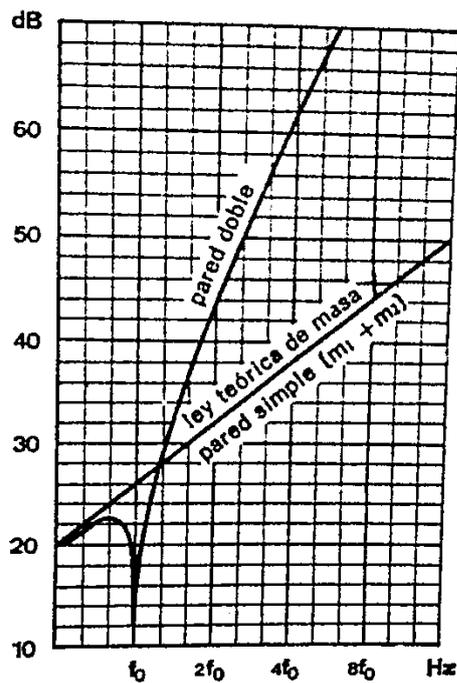


Fig 1.5²³

En la gráfica se observa el comportamiento de una pared doble y en donde se localiza la frecuencia de resonancia propia del sistema. Cuando la frecuencia está por debajo de la frecuencia de resonancia, la pared doble actúa como la suma de las masas de las paredes simples y para frecuencias superiores, su aiseleación es mucho mayor que el de una pared simple. Para conocer la cantidad de aislamiento de una pared doble, esta debe

²³ R. Josee, La acústica en la construcción, 161.

cumplir la siguiente especificación, para esto Higini Arau nos presenta las siguientes fórmulas:

$$R = R_1 + R_2 + 20 \log fl - 29 \quad \text{si } f < \frac{c}{2L} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$R = R_1 + R_2 + 6 \text{ DB} \quad \text{si } f > \frac{c}{2L} \quad (\text{Ecuación 11})$$

En donde:

R= Aislamiento en pared doble.

C= Velocidad del sonido 340 m/s

R₁ y R₂= Pérdida de transmisión de los componentes.

L= Separación entre los tabiques (m).

F= Frecuencia (Hz)

En este fragmento, observamos los cálculos a realizar en una pared doble, y reconocer la cantidad de aislamiento en función de sus frecuencias de resonancia. Ahora, conocido los parámetros del cálculo, ¿dónde está la pregunta? ¿Cuál es el nivel de ruido permitido en un recinto? Para responder esta pregunta, analizaremos las especificaciones de las Curvas Nc.

1.2.7 Ruido de fondo (curvas NC)

Leo Beranek, al darse cuenta que en espacios cerrados existe una especie de ruido de fondo u ambiental mientras no se realiza ninguna actividad; ya sea por causa del sistema eléctrico/hidráulico o de la zona exterior a la sala; hace que la comunicación

dentro de la sala no sea muy legible; surgiendo la necesidad de hacer un estudio que nos permita conocer cual es el nivel de fondo recomendable en función a su actividad (cine, estudios de grabación, entre otros) sin que provoque contaminación auditiva al oyente por cada octava de frecuencia, comprendidos en 125 Hz hasta los 8 Kz; las mismas que van a ser representadas en unas gráficas conocidas con el nombre de *Curvas Nc*

Gráfica de las Curvas Nc

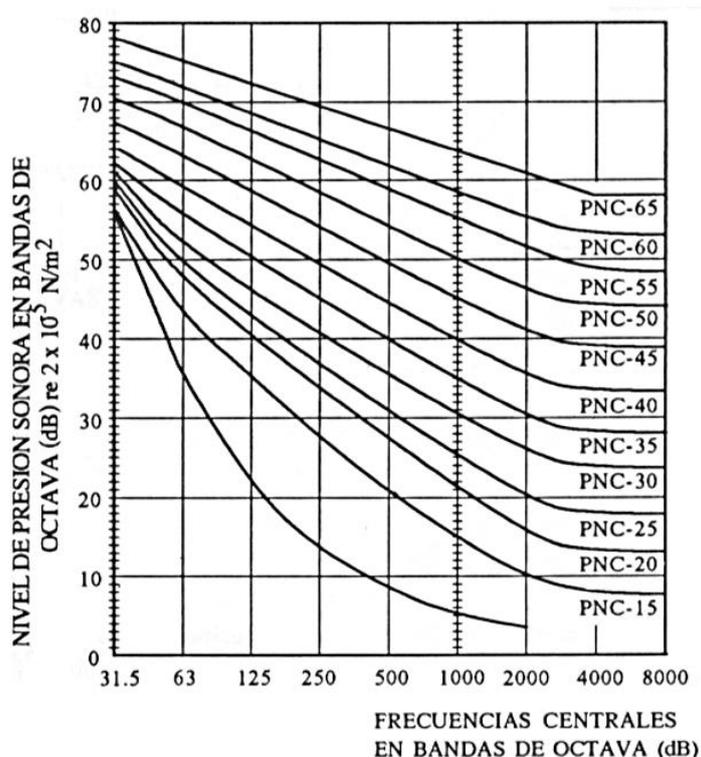


Fig 1.6²⁴

Si el ruido ambiental sobrepasa cualquier punto de la banda de octava, indica que existe problemas. Para conocer cual curva Nc utilizar en un recinto, a continuación observamos el siguiente cuadro:

²⁴ Juan Carlos Prieto Hernández, “Estudio acústico de la sala 25 de los cines Kinépolis” (tesis, Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones, 2011), 47.

Curvas Nc en relación al recinto

TIPOS DE RECINTOS	CURVA NC RECOMENDADA	EQUIVALENCIA EN dBA
Estudios de grabación	15	28
Salas de conciertos y teatros	15-25	28-38
Hoteles (habitaciones individuales)	20-30	33-42
Salas de conferencias / Aulas	20-30	33-42
Despachos de oficinas / Bibliotecas	30-35	42-46
Hoteles (vestíbulos y pasillos)	35-40	46-50
Restaurantes	35-40	46-50
Salas de ordenadores	35-45	46-55
Cafeterías	40-45	50-55
Polideportivos	40-50	50-60
Talleres (maquinaria ligera)	45-55	55-65
Talleres (maquinaria pesada)	50-65	60-75

Tabla 1.2²⁵

En el cuadro observamos la aplicación de las curvas Nc en los diferentes recintos. Como una forma de crear un mayor aislamiento acústico, emplearemos el concepto del sound lock.

1.2.8 Sound lock

El sound lock nos ayuda a incrementar el factor R de atenuación ya que el sonido al chocar con la pared del sound lock se produce la primera R de atenuación, quedando su diferencia, el cual; el nivel de ruido restante se dirige hacia el recinto acústico, y este al estar más debilitado es menos propenso a que ingrese el ruido a la sala, causando un mayor aislamiento.

²⁵ Carrión Isbert, *Diseño acústico...*, 43.

1.3 Acondicionamiento Acústico

1.3.1 Tiempo de reverberación RTR60

Debido al choque de ondas en un espacio cerrado, una parte de la energía es absorbida y la otra es reflejada, provocando una acumulación de reflexiones en todas partes del cuarto. Este fenómeno se lo conoce como *reverberación*. Para entender que es el tiempo de reverberación, Carrión nos indica:

Con el fin de poder cuantificar la reverberación de un recinto, se define el tiempo de reverberación (de forma abreviada RT) a una frecuencia determinada como el tiempo (en segundos) que transcurre desde que el foco emisor se detiene hasta el momento en que el nivel de presión sonora SPL cae 60 dB con respecto a su valor inicial.²⁶

El material utilizado para la construcción de un recinto juega un papel muy importante, si el elemento es muy liso, existe mayor reflexión y poca absorción a diferencia si este es áspero, absorbe más y refleja menos; además de esto, los objetos dentro del recinto como muebles, personas afectan en el desarrollo de la propagación del sonido; por tal motivo es necesario conocer la funcionalidad de la sala para saber elegir el material de construcción correcto, basándose en sus coeficientes de absorción para cada banda de frecuencia.

²⁶ Carrión Isbert, *Diseño acústico...*, 63.

Tablas de coeficiente de absorción de los materiales

Tabla de Coeficientes de Absorción.						
Nombre del material	Frecuencia					
	125	250	500	1000	2000	4000
1 Pared de Ladrillo, sin pintar	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
2 Pared de Ladrillo, pintada	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
3 Revoque, yeso sobre ladrillos huecos, pintado o sin pintar	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
4 Enlucido de yeso sobre pared	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
5 Revoque de cal	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07
6 Enlucido rugoso de cemento	0.02	0.02	0.06	0.08	0.04	0.05
7 Hormigón enlucido con cemento	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
8 Mármol	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
9 Hormigón, sin pintar	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
10 Hormigón pintado	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
11 Vidrio de ventanas normal	0.035	0.04	0.027	0.03	0.02	0.02
12 Vidrio de Láminas de 0,3 a 0,5 cm de espesor	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
13 Vidrio de Espejo	0.035	0.025	0.019	0.012	0.07	0.04
14 Ventana abierta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15 Rejilla de Ventilación	0.50	0.50	0.40	0.35	0.30	0.25
16 Madera Maciza y pulida de 5cm	0.10	---	0.05	---	0.04	0.04
17 Madera Barnizada	0.05	---	0.03	---	0.03	---
18 Madera, plataforma con gran espacio de aire debajo	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
19 Entablado de madera de 2,5cm	0.19	0.16	0.13	0.10	0.06	0.06
20 Madera de 1,5cm barnizada con 5cm de cámara	0.10	0.11	0.10	0.08	0.08	0.01
21 Madera de 0,3cm con 5cm de cámara	0.25	0.34	0.18	0.10	0.10	0.06

Tabla 1.3²⁷

1.3.2 Valores recomendados para el tiempo de reverberación

Para conocer cual es el tiempo de reverberación adecuado en un recinto, Antony Carripon nos indica la siguiente tabla:

²⁷ Fredy Ademar Ordóñez Alonzo, “Teoría electroacústica” (tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009), 4.

Márgenes de valores recomendados de RT_{mid} en función del tipo de sala (recintos ocupados)

TIPO DE SALA	RT_{mid} , SALA OCUPADA (EN s)
Sala de conferencias	0,7 – 1,0
Cine	1,0 – 1,2
Sala polivalente	1,2 – 1,5
Teatro de ópera	1,2 – 1,5
Sala de conciertos (música de cámara)	1,3 – 1,7
Sala de conciertos (música sinfónica)	1,8 – 2,0
Iglesia/catedral (órgano y canto coral)	2,0 – 3,0
Locutorio de radio	0,2 – 0,4

Tabla 1.4²⁸

Para obtener el valor del RT_{mid} , existe una fórmula clásica, conocida como la fórmula de Sabine. Esta expresión matemática no es la única existente, pero si aceptada a nivel internacional. La expresión de la fórmula es la siguiente:

$$RT = 0.161 \frac{V}{A_{tot}} \text{ (en segundos)} \quad \text{(Ecuación 12)}$$

En dónde.

V = Volumen del recinto en m³.

A_{tot} = Absorción total del recinto.

Para conocer cual es el A_{tot} , es necesario conocer sus componentes, siendo estos los siguientes:

$$A_{tot} = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n \quad \text{(Ecuación 13)}$$

²⁸ Carrión Isbert, *Diseño acústico...*, 64.

En donde:

Sn: Superficie del material en las distintas caras del recinto. (área en m²).

an: Coeficiente de absorción del material en las diferentes octavas de frecuencia.

El porcentaje de absorción de *an* en las octavas de frecuencia van desde 0 a 1, en donde 0 significa nada de absorción y 1 es que absorbe completamente. Por consiguiente, la fórmula quedaría de la siguiente forma:

$$RT60 = 0.161 \frac{V}{anSn} \text{ (en segundos)} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

1.3.3 Calidez acústica

Representa la riqueza en bajas frecuencias (sonidos graves) de una sala, lo que es indicativo de la sensación subjetiva de la calidez y suavidad de la música escuchada en ella. Beranek nos recomienda los siguientes valores de calidez en relación al tiempo de reverberación.

Valores de la calidez acústica

Si $T_{60}=1.8$ segundos : $1,10 \leq BR \leq 1,45$

Si $T_{60}=2.2$ segundos : $1,10 \leq BR \leq 1,25$

Tabla 1.5²⁹

La fórmula es la siguiente:

²⁹ Prieto Hernández, “Estudio acústico...”, 70.

$$BR = \frac{T_{60}(125) + T_{60}(250)}{T_{60}(500) + T_{60}(1k)} \quad (\text{Ecuación 15})$$

En donde:

BR: Calidez acústica

$T_{60}(125-250-500-1000)$: Valor total de la reverberación en las distintas frecuencias.

Para conocer la calidez acústica del recinto sumamos el resultado del cálculo del tiempo de reverberación de Sabine de las frecuencias 125 y 250 divididas por las frecuencias de 500 y 1k.

1.3.5 Brillo acústico

El brillo acústico representa las frecuencias agudas que se escucha dentro de la sala. En este cálculo conocemos la claridad y brillantez del sonido. Su nomenclatura es Br. Para la utilización de un brillo óptimo, Prieto Hernández nos indica:

Beranek recomienda un valor de $Br \geq 0,87$. Aunque debemos tener en cuenta que un sonido muy brillante es molesto, estableciendo que no debe superar la unidad. Cuanto mayor sea la absorción en el aire en altas frecuencias (la humedad relativa ayuda a una mayor absorción) se cumplirán mejor estas premisa.³⁰

El autor nos indica unas pautas las cuales debemos de seguir para conseguir un brillo de calidad, siendo no muy exagerado ni opaco, por lo tanto, al momento de realizar su respectivo cálculo, es necesario observar el resultado que obtengamos, ya que si es

³⁰ Prieto Hernández, “Estudio acústico...”, 70.

mayor a uno, en el calculo de sabine se requerirá seguir haciendo el cambio de proporción de los materiales, sin perder su tiempo de reverberación óptima y llegar a una brillantez cercana a uno. Para conseguir el valor del brillo, es necesario utilizar la siguiente fórmula:

$$Br = \frac{T_{60}(2k) + T_{60}(4k)}{T_{60}(500) + T_{60}(1k)} \quad (\text{Ecuación 16})$$

En donde:

BR: Brillo acústico

$T_{60}(2k-4k-500-1000)$: Valor total de la reverberación en las distintas frecuencias.

Como observamos en la fórmula, para conocer el brillo acústico del recinto debemos de realizar la suma del resultado del cálculo de reverberación de sabine de las frecuencias 2 y 4k divididas por las frecuencias de 500 y 1k.

1.4 Video Proyección

1.4.1 Dimensionamiento de la pantalla

Es importante determinar el dimensionamiento de la pantalla ya que esta debe estar en función al tamaño de la sala; además que nos ayudará a conocer la ubicación de las butacas y en la selección del proyector y la cantidad de luminosidad.

El manual de pantallas Draper nos indica lo siguiente: “El ancho de su pantalla se debe basar en la altura de la pantalla y en los formatos de proyección que se utilicen”.³¹

El manual nos indica que existe una serie de formatos que nos permite dimensionar la pantalla y dependiendo lo que uno desee proyectar, se elige cual es el formato más adecuado.

	RESOLUCIÓN	PIXELES (HORIZ x VERT)	FORMATO
Más baja disponible en el mercado (NO RECOMENDADA)	SVGA	800 x 600	4:3
Resolución estándar mínima utilizada en laptops	XGA	1024 x 768	4:3
Utilizada en proyectores para cine en casa HD	HD	1280 x 720	16:9 (WIDE)
Mínimo ideal recomendado, al ser también WIDE es más compatible con la mayoría de las laptops actuales	WXGA	1280 x 800	16:10 (WIDE)
Muy poco utilizadas	SXGA	1280 x 1024	5:4
	UXGA	1600 x 1200	4:3
Utilizada en proyectores para cine en casa Full HD	FULL HD	1900 x 1080	16:9 (WIDE)
Utilizada en proyectores para auditorios y oficinas	WUXGA	1900 x 1200	16:10 (WIDE)

Tabla 1.6³²

³¹ “Productos para la Comunicación Visual”, catálogo técnico de la empresa DRAPER, 2012, documento pdf disponible en https://www.edp.tech/uploads/6/0/4/2/60427915/international_catalog_2012_spanish.pdf, 3.

³² “Formato de pantallas, información obtenida del portal <https://www.todovisual.com>

Como podemos observar, el cuadro nos indica los diversos formatos existentes con su respectiva resolución y su uso más adecuado para el que está destinado. Además de esto, es necesario determinar los demás factores que influyen en el tamaño de la pantalla, como es su ubicación.

Ubicación de pantalla

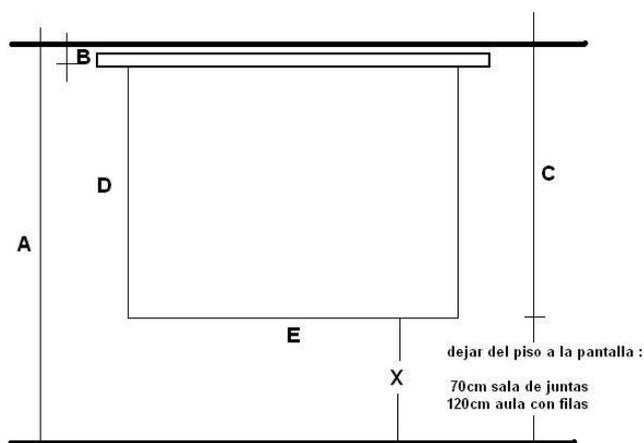


Fig 1.7³³

La gráfica nos indica el máximo tamaño que podemos utilizar para el diseño de la pantalla, ya que debe estar en relación a la altura disponible en la pared y de ahí determinar su ancho en función al formato. La letra A indica la altura total de la pared, la letra B la distancia de la barra sujetadora de la pantalla hacia la parte mas alta, la letra C la distancia de la barra hacia el punto más alto, la letra D la altura de la pantalla, la letra E indica el ancho de la pantalla y la letra X representa la altura que debe estar la pantalla en relación al suelo.

La página [todovisual.com](https://www.todovisual.com) habla sobre las pantallas Drapper lo siguiente:

³³ Ubicación de la pantalla, información obtenida de la página https://www.todovisual.com/pantallas_draper.htm#CONTENIDO

La base de la pantalla debe quedar aproximadamente entre 100 cm y 120 cm por sobre el suelo. Puede que esta regla no se aplique a áreas con asientos en niveles o si sólo hay una o dos filas con asientos. En salas con cielo raso alto, podría ser necesario bajar la pantalla para mejorar la comodidad de visualización. El proyector, el diseño de la sala y otras consideraciones pueden influir en la selección de pantalla”.³⁴

Una vez conocido los factores que determinan la altura de la pantalla, se procede a calcular el ancho, para esto elegimos la relación de formatos, en donde la altura se multiplica por el primer valor y se lo divide para el segundo.

1.4.2 Luminosidad

Para que una pantalla tenga una nitidez adecuada es preciso conocer su dimensionamiento, ya que a menor tamaño mayor iluminación además de saber las condiciones de claridad de la sala. Para esto es necesario conocer la cantidad de lúmenes a utilizar.

La página web todovisual.com nos indica:

Los lúmenes son un valor calculado, es decir que no se mide con un aparato, sino se obtiene a partir de dos condiciones que sí son medibles: el área de proyección y la iluminancia. Esta última también conocida como nivel de

³⁴ “Todovisual.com

iluminación, se refiere a la *luminosidad por área* y se mide en *LUX* o *LUXES* (*lúmenes/m²*) utilizando un *luxómetro*.³⁵

El sitio web nos indica que según el metro cuadrado que tenga la pantalla necesitaremos una cierta cantidad de lúmenes, por lo que se ha planteado la siguiente fórmula que nos facilitará conocer el valor total de lúmenes.

Fórmula

Lúmenes= Luxes x metro cuadrado

Al observar la fórmula podemos darnos cuenta que ha mayor área de pantalla se requiere más lumenes y la cantidad de luxes está en relación a la iluminación del lugar.

Lúmenes mínimos requeridos para una pantalla

PROYECTORES FORMATO NATIVO 16:10	PANTALLA (metros)			ALTURA MÍNIMA DEL TECHO (metros)		LUZ ARTIFICIAL NORMAL (1,000 LUXES)	PENUMBRA (500 LUXES)	OSCURIDAD (200 LUXES)
	ANCHO	ALTO	AREA	SALA DE JUNTAS	AULA	LÚMENES MÍNIMOS REQUERIDOS		
PEQUEÑA SALA DE JUNTAS	1.52	0.95	1.44	1.75	2.25	1,444	722	289
	1.78	1.11	1.98	1.91	2.41	1,980	990	396
AULAS Y SALAS DE JUNTAS	2.13	1.33	2.83	2.13	2.63	2,836	1,418	567
AULAS GRANDES, SALAS DE JUNTAS GRANDES Y PEQUEÑOS AUDITORIOS	2.44	1.53	3.73	2.33	2.83	3,721	1,861	744
AUDITORIO MEDIANO	2.74	1.72	4.71	2.52	3.02	4,692	2,346	938
	3.05	1.91	5.83	2.71	3.21	5,814	2,907	1,163
AUDITORIO GRANDE	3.65	2.28	8.32	3.08	3.58	8,327	4,163	1,665
	4.27	2.67	11.40	3.47	3.97	11,396	5,698	2,279
AUDITORIO MUY GRANDE	6.10	3.81	23.24	4.61	5.11	23,256	11,628	4,651
	8.00	5.00	40.00	5.80	6.30	40,000	20,000	8,000
	10.00	6.25	62.50	7.05	7.55	62,500	31,250	12,500

Tabla 1.7³⁶

³⁵ “Preguntas frecuentes sobre proyectores”, información disponible en el portal Todovisual, <https://www.todovisual.com.mx/preguntas.htm>.

³⁶ “Preguntas frecuentes...”.

El cuadro nos indica la cantidad de lúmenes requeridos en función a los metros cuadrados en relación a las condiciones del lugar, abarcando desde salas de juntas hasta auditorios grandes. Relacionando con la fórmula de lúmenes= Luxes x m², podemos determinar con el cuadro la cantidad de luxes en relación a las condiciones del sitio; quedando la formula de la siguiente forma:

Luz artificial normal: **Lúmenes**= 1000 luxes x metro cuadrado (Ecuación 17)

Penumbra: **Lúmenes**= 500 luxes x metro cuadrado (Ecuación 18)

Oscuridad: **Lúmenes**= 200 luxes x metro cuadrado (Ecuación 19)

1.4.3 Colocación del proyector

Es necesario al instante de colocar el proyector revisar sus respectivas especificaciones, ya que al no cumplir con las normativas establecidas, estamos ocasionando no solamente proporcionar una mala imagen de la película, sino adicional a esto, provocar inconvenientes de seguridad con las personas.

1.4.3.1 Distancia del proyector hacia la pantalla

Por medio de una expresión matemática se puede conocer cual es la distancia adecuada para que el proyector genere una buena calidad en imagen sin que llegue a distorsionarse. La fórmula es la siguiente:

$$d_{proyector} = a \times rp \quad \text{(Ecuación 20)}$$

En donde:

$d_{proyector}$: Distancia del proyector

A: Ancho de la pantalla

Rp: Relación de proyección

La formula nos indica que de acuerdo al tamaño de la pantalla, el proyector debe ir a una determinada distancia en función de la relación de proyección, el cual es el lente del proyector. Para dar un ejemplo, adjuntaremos un cuadro con los diversos tipos de lentes del proyector Christie LX1500.

Lentes para el proyector Christie 1500LX

Optical system	
	<ul style="list-style-type: none">• Fast Lens Change (FLC™) mount• Power adjustable zoom, focus• Optional fixed lenses: 0.8:1, 1.2:1, 7.0:1• Optional zoom lenses: 1.1–1.5:1, 1.5–2.0:1, 1.3–1.8:1, 2.0–2.6:1, 2.6–3.5:1, 3.5–4.6:1, 4.6–6.0:1, 6.3–9.0:1

Tabla 1.8³⁷

1.4.4 Isóptica

En una sala de cine, además del tratamiento acústico, la visibilidad es importante, ya que cada persona debe tener una visión cómoda delantera sin obstrucción al momento de degustar una película. Para resolver este caso, aparece un nuevo concepto llamado *isóptica*.

³⁷ Manual de proyector Christie 1500LX,2. Documento PDF descargable del portal <https://www.christiedigital.com/SupportDocs/Anonymous/Christie-LX1500-Brochure.pdf>

Para conocer como funciona la isóptica, Elena Baez Elorza/Lorena Jijon Ibarra nos dicen:

El cálculo de la isóptica define la curva ascendente que da origen al escalonamiento del piso entre las filas de espectadores para permitir condiciones aceptables de visibilidad. Dicha curva es el resultado de la unión de los puntos de ubicación de los ojos de los espectadores de las diferentes filas con el punto observado a partir de una constante k , que es la medida promedio que hay entre el nivel de los ojos y el de la parte superior de la cabeza del espectador..³⁸

En este fragmento, las autoras nos hablan de diseñar un alzado de piso por cada fila de butacas, otorgando que cada espectador se encuentre a una altura mayor al anterior, generando de esta manera una visibilidad adecuada sin problemas de obstrucción, y para conocer cuales son los parámetros mas adecuados, la isoptica se subdivide en dos categorías.

1.4.4.1 Isóptica Estándar

Para conocer que es una isóptica estándar, Tatiana Ysabel Pacheco Chiriguaya nos indica:

En la isóptica estándar se trazan las visuales tangentes a las cabezas, determinadas por un círculo de 12 cm de radio cuyo centro está a una altura

³⁸ Elena Baez Elorza y Lorena Jijón Ibarra, “Isóptica”, información disponible en el blog Diseño Arquitectónico de un centro de Convenciones Universitario, 7 de noviembre 2010, <http://lorenajijon.blogspot.com/2010/11/elementos-constructivos.html>.

de 1.10 m sobre el nivel de piso donde están colocados los espectadores sentados³⁹

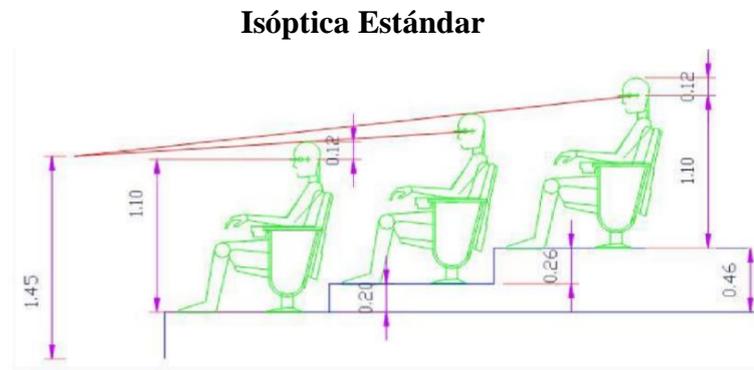


Fig 1.8⁴⁰

En esta gráfica basada en la explicación de Tatiana Pacheco, observamos que la constante $K= 12$ cms, la visibilidad de los ojos del espectador se encuentra justo en el nivel de terminación de la cabeza del espectador delantero, generando que el desnivel del piso sea reducido.

1.4.4.2 Isóptica sobrada

Para conocer como funciona la isóptica sobrada, Pacheco Chiriguaya nos indica:

Para evitar por completo los problemas de visibilidad, es preciso considerar un margen mayor en cuanto a distancia de las visuales sobre la cabeza del espectador delantero, es decir considerando un radio mayor, a los círculos que representan las cabezas, por ejemplo: si consideramos 24 o 30 cm, esto va a

³⁹ Tatiana Isabel Pacheco Chiriguaya, “Rediseño integral del Auditorio Alfonso Correa Rodas” (tesis, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Guayaquil, 2016), 14.

⁴⁰ Pacheco Chiriguaya, “Rediseño integral...”, 14.

1.4.5 Ángulos de visión

Es importante a la hora de realizar el diseño de la sala de cine colocar los asientos a una distancia que permita que los espectadores posean un ángulo de visión horizontal y vertical adecuado tanto para la primera como la última fila.

1.4.5.1 Ángulo de visión horizontal

Para conocer el ángulo horizontal adecuado, Arribas Pérez y García Lobato nos indican:

“Según la norma este ángulo deberá ser de aproximadamente 30° para el espectador más lejano y como máximo de 80° para el espectador más cercano⁴³

En este fragmento, los autores nos indican el ángulo de la visibilidad permitible, el cual por medio de una fórmula matemática, es posible conocer a que distancia se deben de comenzar a colocar los asientos y hasta donde terminar, rigiéndonos en la visión horizontal. La fórmula es la siguiente:

$$\theta_H = 2 \arctg \left(\frac{\frac{1}{2}W}{D} \right) \quad (\text{Ecuación 21})$$

En donde:

D: Distancia de la pantalla al espectador.

W: Ancho de la pantalla.

Arctg: Función trigonométrica para conocer el ángulo.

⁴³ Raúl Arribas Pérez y María José García Lobato, “Diseño y acondicionamiento acústico y electroacústico de una sala de proyecciones en 3D” (tesis, EUIT Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 2012), 11.

\emptyset_H : Ángulo de visión horizontal.

En la fórmula, para encontrar el ángulo horizontal correcto, es necesario agregarle valores a D el cual es el distanciamiento de las butacas hasta que el resultado del ángulo se encuentre dentro de las Normas EG-18, y esto se debe aplicar par el primer y el último asiento.

1.4.5.2 Ángulo de visión Vertical

Para conocer el ángulo horizontal adecuado, Arribas Perez y García Lobato nos indican:

Para que el espectador tenga una visión correcta, el ángulo de visión vertical será como máximo de 35^0 para los espectadores de la primera fila y de 15^0 como mínimo para los de la última fila⁴⁴

En este fragmento, observamos como además de hacer el cálculo de visión horizontal, también se debe de realizar el de visión vertical a través de otra fórmula matemática, en donde ambos deben de encontrarse dentro del ángulo permitido, tal que de esta forma nos garantice una visibilidad adecuada y cada espectador se sienta cómodo al momento de ver la película. La fórmula es la siguiente:

$$\alpha = \text{arc tg} \frac{H}{D} \quad (\text{Ecuación 22})$$

En Donde:

H: Altura de pantalla.

⁴⁴ Arribas Pérez y García Lobato, “Diseño y acondicionamiento...”, 13.

D: Distancia de la pantalla al espectador.

Arctg: Función trigonométrica para conocer el ángulo.

α : Ángulo de visión vertical.

En esta fórmula, ya conocemos cual es la altura de la pantalla pero, la distancia correcta de la ubicación de los asientos no, por lo tanto es necesario agregarle valores a D hasta encontrar el correcto, el cual debe ser el mismo del ángulo de visión horizontal y el resultado debe de satisfacer a ambos ángulos.

1.4.6 Distribución de butacas

Una vez conocida la isóptica adecuada y el ángulo de visión horizontal y vertical, es necesario distribuir de forma idónea la disposición de los asientos, ya que también influye no solo en el ángulo de visión del espectador, sino en la comodidad de la circulación. Para esto, nos regiremos a una tabla la cual nos brinda la información necesaria de la disposición de las butacas.

Distribución de las butacas

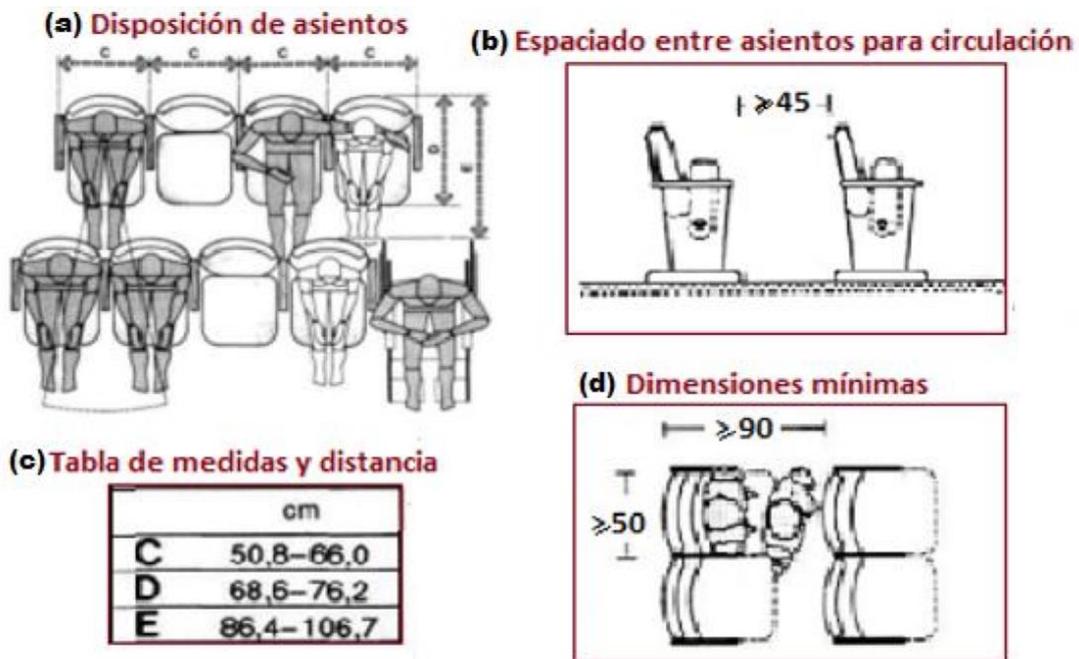


Fig 1.10⁴⁵

En estas gráficas podemos observar el modo de como colocar las butacas. En el gráfico A vemos la disposición de los asientos, en la gráfica B, el tamaño de circulación, en la Gráfica C, las medidas recomendadas y en la Gráfica D las distancias mínimas entre los asientos.

1.5 Electroacústica.

Las constantes investigaciones han desarrollado sistemas para salas de cine capaces de recrear un sonido envolvente 360° a lo largo de la sala. Los más utilizados son los sistemas 5.1 Y 7.1.

⁴⁵ Pacheco Chiriguaya, “Rediseño integral...”, 37.

1.5.1 Configuración de los altavoces en el cine

Para conocer la configuración de los sistemas de altavoces en cine, observaremos la siguiente gráfica:

Configuración del sistema 5.1

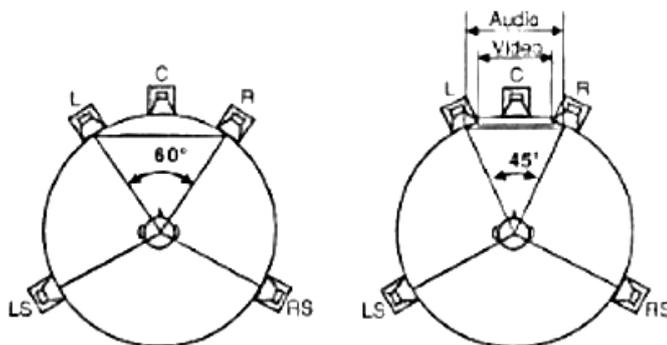


Fig 1.11⁴⁶

En la gráfica observamos el sistema 5.1, en donde nos indica la cantidad de altavoces y su ángulo de separación a lo largo de los 360°. Para una sala de cine, de dolby atmos nos indica lo siguiente:

Los canales en una mezcla de audio 5.1 sirven para distintos propósitos. Los tres canales frontales (izquierdo, central y derecho) proporcionan un diálogo nítido y limpio y una ubicación precisa de los sonidos en pantalla. Los canales de sonido envolvente gemelos (Envolvente izquierdo y Envolvente derecho) crean la sensación de estar en medio de la acción.⁴⁷

⁴⁶ Prieto Hernández, “Estudio acústico...”, 94.

⁴⁷ Información obtenida del portal de Dolby Atmos, Configuración del sistema 5.1. Traducción propia.

Para conocer la cantidad, ubicación de los altavoces L,C,R, subwoofer y surrounds, Dolby Atmos ha creado una serie de parámetros para un sonido óptimo, para el cual los analizaremos.

1.5.1.1 Cantidad de altavoces L,C,R

Para determinar la cantidad de altavoces L,C,R, traducimos la guía de Dolby Atmos:

Se requiere un mínimo de tres altavoces de pantalla. Para una pantalla más ancha que 12 metros (aproximadamente 40 pies), recomendamos agregar los altavoces central izquierdo y central derecho.⁴⁸

Al analizar los criterios de los altavoces L,C,R se observa las condiciones para la cantidad de altavoces recomendados, los cuales se encuentran en función al tamaño de la pantalla.

1.5.1.2 Posicionamiento de los altavoces L,C,R

Para determinar la posición de los altavoces L,C,R, traducimos la guía de Dolby Atmos:

Coloque siempre el altavoz central en la línea central de la pantalla. Coloque los altavoces izquierdo y derecho equidistantes de los Centrar el altavoz, independientemente de la posición de la pantalla dentro de un auditorio. Si

⁴⁸ Guía de Dolby Atmos, Especificaciones, 1. Documento Pdf descargable en el portal de Dolby Atmos, <https://www.dolby.com/us/en/technologies/dolby-atmos/dolby-atmos-specifications.pdf>.

está instalado, coloque el centro izquierdo y Altavoces centrales derechos a medio camino entre el altavoz central y los altavoces derecho e izquierdo, respectivamente. Lugar Todos los altavoces de pantalla verticalmente a la misma altura. En auditorios con una altura de imagen fija, posicione la izquierda y la derecha⁴⁹

Posicionamiento horizontal y vertical de los altavoces L,C,R

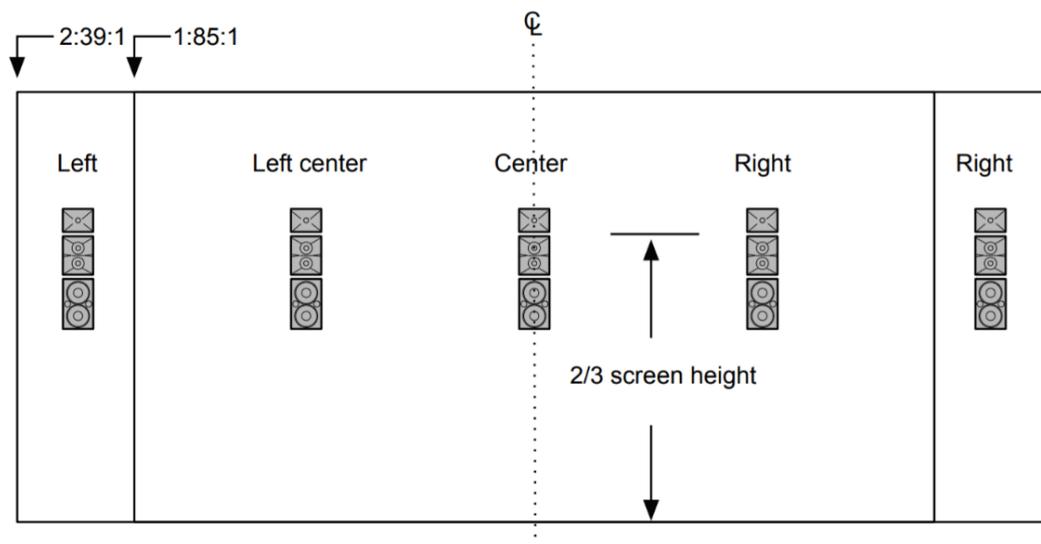


Fig 1.12⁵⁰

En la gráfica observamos que la colocación de los Altavoces L,C,R parten del centro de pantalla y se encuentran a 2/3 de la altura total de la pantalla, pero hacia donde está dirigido su apuntalamiento, para esto veremos el apuntalamiento horizontal y vertical.

⁴⁹ Guía de Dolby...,2.

⁵⁰ Guía de Dolby...,2.

1.5.1.3 Direccionalidad horizontal y vertical de los altavoces L,C,R

Para determinar la direccionalidad horizontal de los altavoces L,C,R, observaremos la siguiente gráfica que nos dá Dolby Atmos.

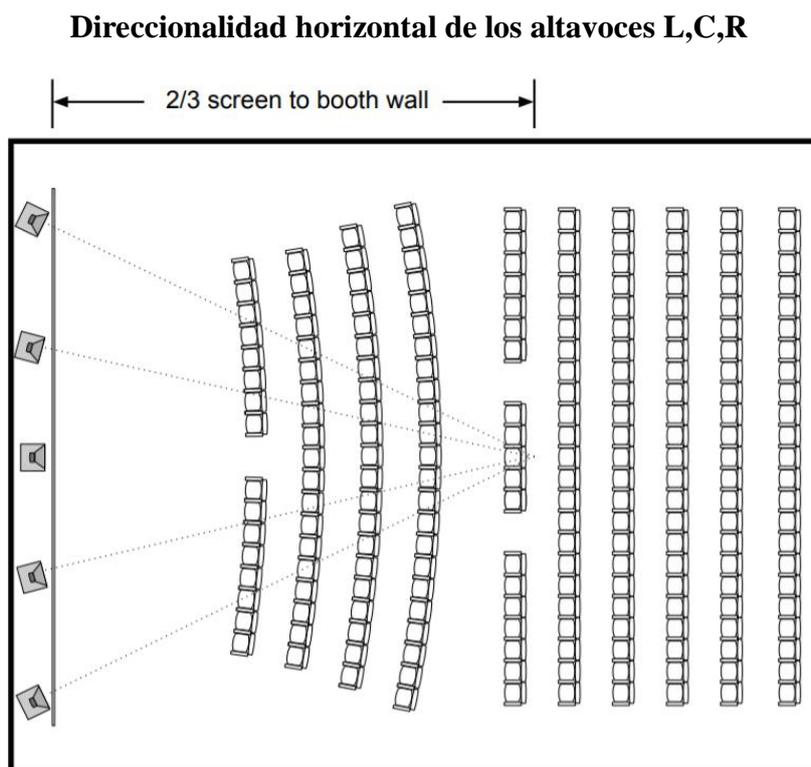


Fig 1.13⁵¹

En la gráfica se observa que los altavoces L,C,R deben apuntar al centro de la sala ubicado a $2/3$ del largo de la sala, medido a partir de la pantalla. Conociendo su direccionalidad horizontal, es necesario conocer su direccionalidad vertical, para esto, Dolby Atmos nos dice:

Para la orientación vertical, incline las bocinas de los altavoces de la pantalla hacia abajo para optimizar la cobertura sobre el área del asiento. El ángulo

⁵¹ Guía de Dolby...,3.

hacia abajo debe apuntar el eje a un punto de dos tercios de la longitud del auditorio en auditorios de asientos de estadio.⁵²

Direccionalidad vertical de los altavoces L,C,R.

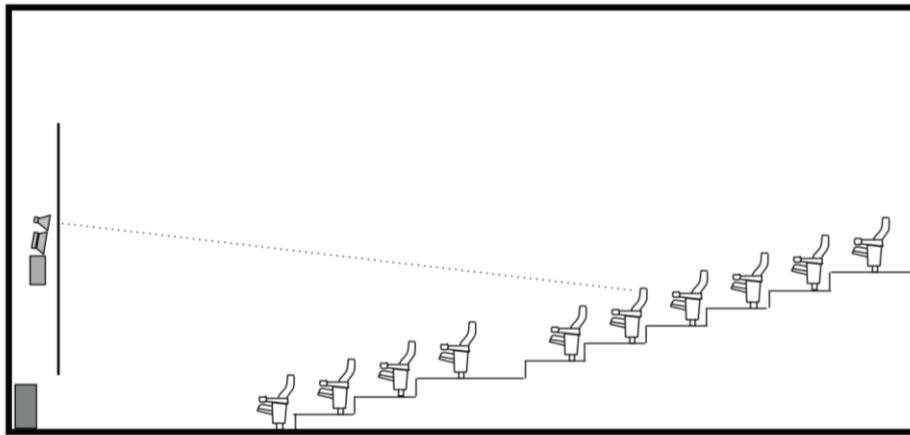


Fig 1.14⁵³.

Como se observa en la figura y el enunciado del texto, para la direccionalidad vertical, se debe apuntar el altavoz directo a la butaca central que se encuentra a los 2/3 del largo de la sala medidos a partir de la pantalla.

1.5.1.4 Colocación del Subwoofer

Para saber en donde se ubica el subwoofer, Dolby Atmos nos indica:

Quando se usan subwoofers de pantalla múltiple, agrupar los gabinetes en forma estrecha puede aumentar la eficiencia a través del acoplamiento mutuo,

⁵² Guía de Dolby...,3.

⁵³ Guía de Dolby...,3.

como se muestra en la siguiente figura. Si se utiliza un solo gabinete o grupo, debe colocarse cerca del centro de la pantalla, pero asimétricamente con respecto al centro del auditorio para minimizar la estimulación de ondas estacionarias (modos de sala).⁵⁴

Colocación de subwoofer

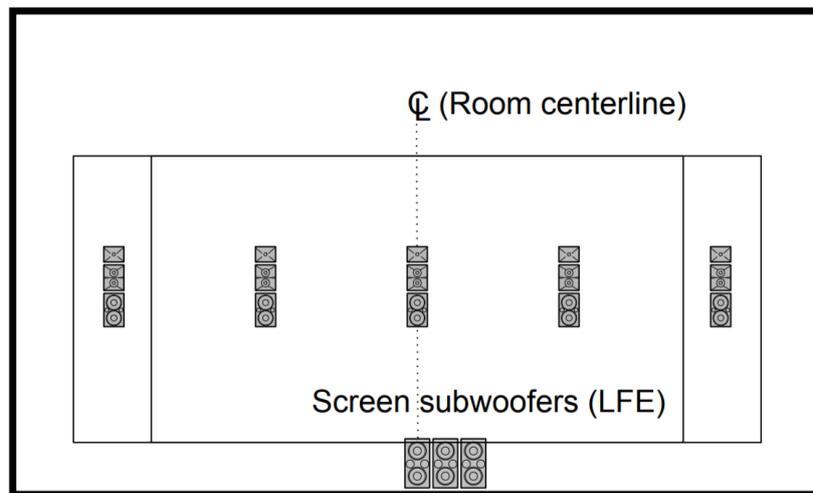


Fig 1.15⁵⁵

Observando la gráfica de la ubicación del subwoofer y en referencia al texto, el subwoofer se encuentra en el centro de la pantalla debajo del altavoz C como forma de prevención de alterar los modos propios

⁵⁴ Guía de Dolby...,4.

⁵⁵ Guía de Dolby...,4.

1.5.1.5 Cantidad de altavoces surrounds laterales

Para determinar la cantidad de surrounds laterales, Dolby Atmos nos proporciona el siguiente ábaco:

Cantidad de surrounds laterales en función al dimensionamiento de la sala

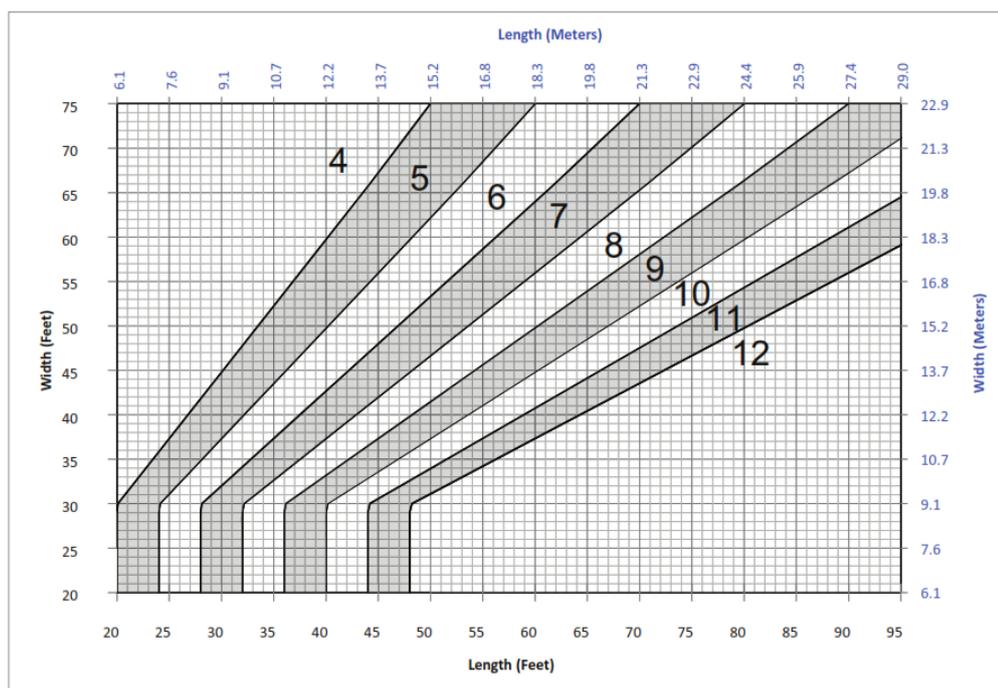


Fig 1.16⁵⁶

El ábaco nos indica la cantidad de surrounds que deben ir en los laterales de la sala, el cual se encuentra en función a su dimensionamiento medido a partir de la pantalla. Los números de color azul indica las distancias en metros y los de color negro las distancias en pies. En el lado horizontal se encuentra la longitud de la sala y el lado vertical al ancho. El punto de intersección nos indica la cantidad de altavoces surrounds.

⁵⁶ Guía de Dolby...,5.

1.5.1.6 Cantidad de altavoces surrounds traseros

Para determinar la cantidad de surrounds traseros, Dolby Atmos nos proporciona el siguiente ábaco:

Cantidad de surrounds traseros en función al dimensionamiento de la sala

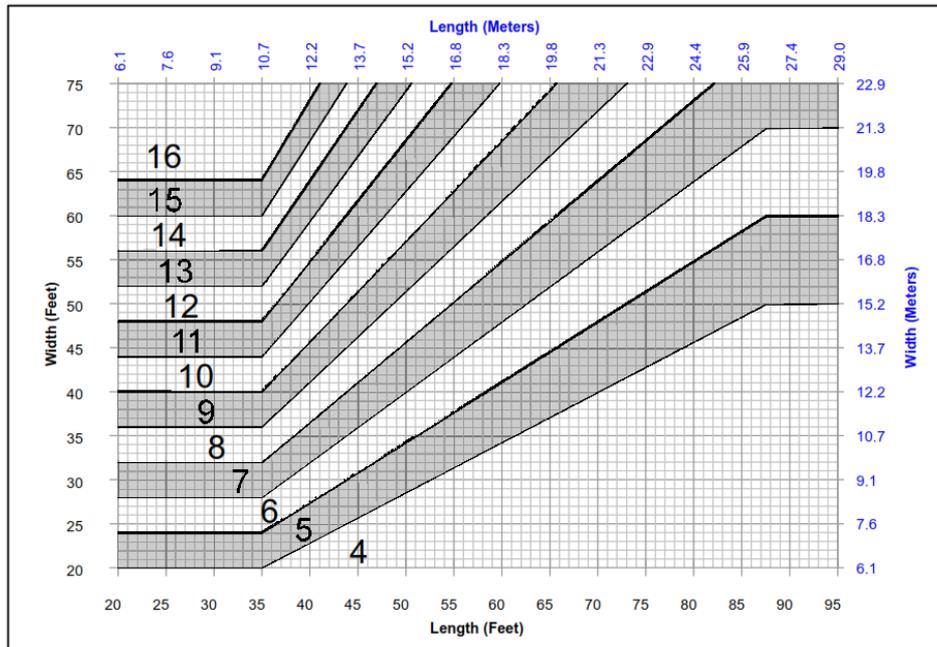


Fig 1.17⁵⁷

La interpretación de este ábaco es de la misma forma que el de los surrounds laterales. Los que están en números azules está en metros y en números negros en pies. La intersección de estos, indican la cantida de surrounds adecuados.

⁵⁷ Guía de Dolby...,8.

1.5.1.7 Elevación de los altavoces surrounds

Para determinar la elevación de los altavoces surrounds, Dolby Atmos nos indica:

La elevación de los altavoces de sonido envolvente lateral debe formar una línea recta desde el centro acústico de la matriz de altavoces de pantalla hasta los altavoces de sonido envolvente traseros.⁵⁸

Elevación de los altavoces de surround

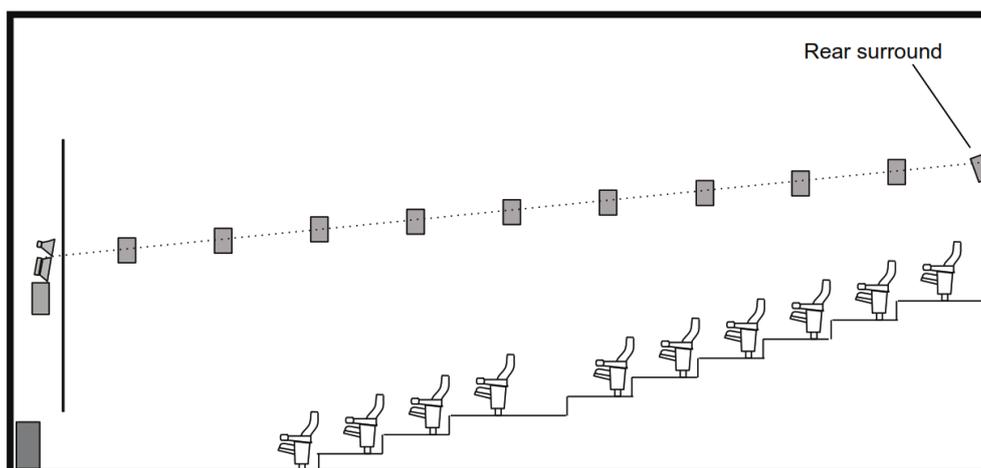


Fig 1.18⁵⁹

En la gráfica se observa que los altavoces de surround van lineales a la altura del centro acústico, tanto los surrounds laterales y traseros; teniendo la misma altura que los altavoces L,C,R, elevándose desde la parte del piso en donde se encuentre el altavoz.

⁵⁸ Guía de Dolby...,11.

⁵⁹ Guía de Dolby...,11.

1.5.1.8 Colocación de los altavoces surrounds laterales

Para conocer la colocación de los altavoces surrounds laterales, Dolby Atmos nos presenta la siguiente gráfica:

Separación de los altavoces surrounds laterales

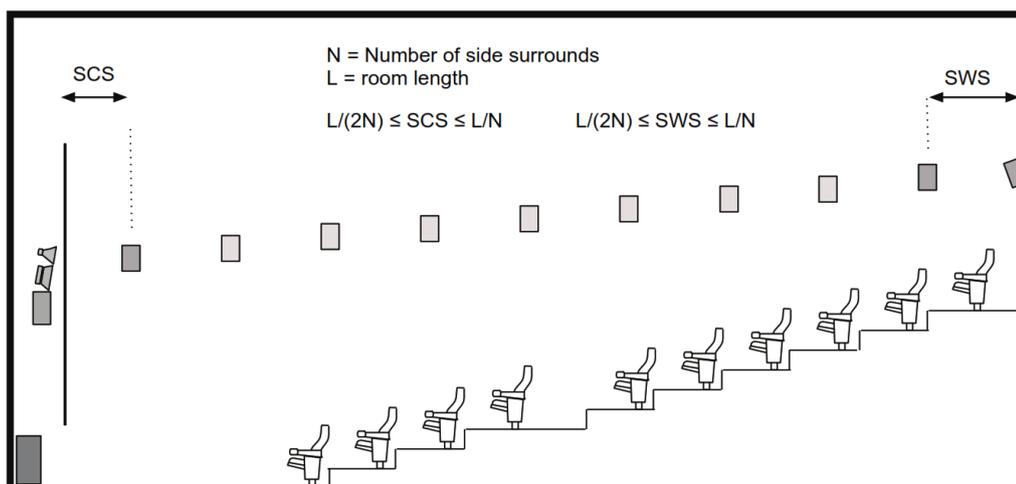


Fig 1.19⁶⁰

En la gráfica se observa los parámetros que se deben cumplir al momento de colocar los altavoces surrounds laterales, el cual está en función de la longitud de la sala a partir de la pantalla y la cantidad de surrounds obtenidos a través del ábaco; en donde debe ir el primer surrounds lateral y en donde vá el último y los demás altavoces en sus puntos centrales.

⁶⁰ Guía de Dolby...,13.

1.5.1.8 Separación de los altavoces surrounds traseros

Para conocer la separación de los altavoces surrounds traseros, Dolby Atmos nos indica:

El espaciado entre los altavoces traseros, que es la distancia entre los altavoces en la pared trasera, debe estar entre el valor de $W \div N$ y el valor de $W \div (N + 1)$, donde W es el ancho del auditorio y N es el número de altavoces activados.⁶¹

1.5.1.9 Direccionalidad de los altavoces surrounds

Para conocer la direccionalidad de los altavoces surrounds, Dolby Atmos nos presenta la siguiente gráfica:

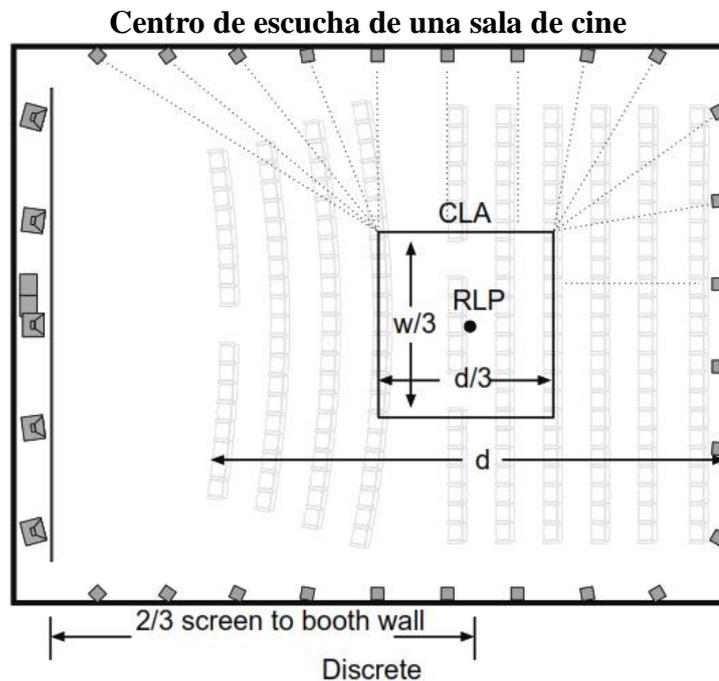


Fig 1.20⁶²

⁶¹ Guía de Dolby...,14.

⁶² Guía de Dolby...,15.

En la gráfica se observa que la direccionalidad de los altavoces surrounds están en funcionalidad del centro de escucha de la sala. Para esto, Dolby Atmos nos presenta unas fórmulas que están en función del ancho de la sala y la distancia que ocupa las butacas. Encontrado el centro de escucha, los altavoces surrounds apuntan linealmente a los que se encuentran dentro del área de escucha y los más lejanos a los puntos de intersección.

1.5.1.10 Calibración de un sistema multicanal

Mantener un nivel sonoro óptimo es importante al momento de proyectar una película, ya que si este posee un nivel excesivo de decibeles, el sonido se distorsionaría y provocaría problemas auditivos a las personas que visiten la sala de cine. Es por esta razón que se han establecido parámetros que nos indican los niveles óptimos para generar un ambiente sonoro adecuado.

Gráfica de calibración para un sistema

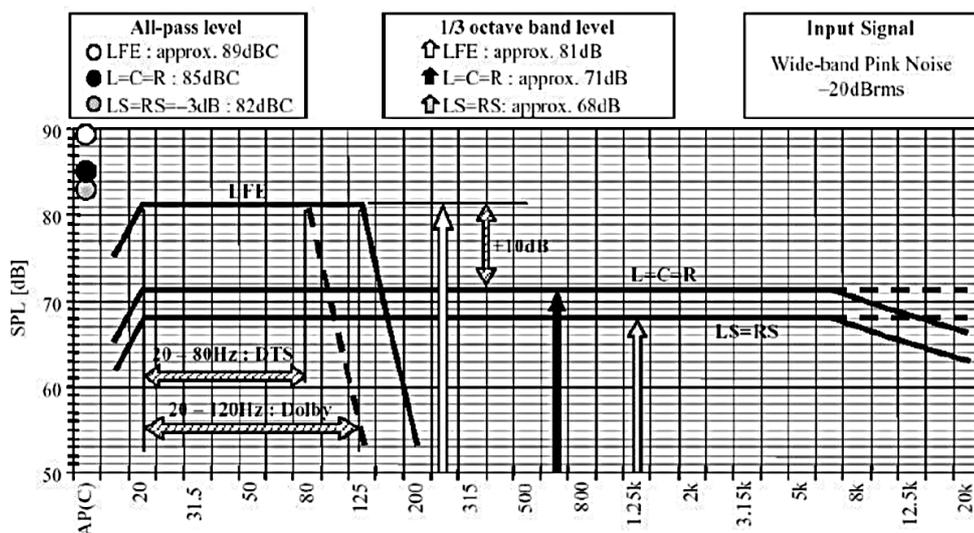


Fig 1.21⁶³

⁶³ Oscar Cabezado Casado, *Procedimiento de diseño Acústico y Electroacústico de sistemas tipo,5*.

En la gráfica observamos los niveles óptimos que cada altavoz debe poseer y su respectivo rango de frecuencias. Las gráficas en forma de círculo representa el dB total y los que son una línea más remarcada el del tercio de octava. Los altavoces L,C,R comparten las mismas características. Ellos abarcan todo el rango de frecuencias de 20Hz hasta 20Kz en donde deben tener 85 dB pero en el tercio de octava 71 dB. Los surround se encuentran 3dB por debajo de los L,C,R quedando nivel total de 82 db y en el tercio de octava 68 dB. El LFE posee 10 dB por encima de los altavoces L,C,R quedando 95 dB de nivel medio y en nivel octava de banda 81dB y dependiendo del sistema a utilizar corresponde su rango de frecuencia. Si utilizamos el sistema DTS, el LFE debe abarcar un rango de 20-80 hz y si el sistema es Dolby, su rango es de 20-120 hz. El nivel pico de cada uno es 20 dB, el cual es el límite antes de que el sonido se distorciona. Una vez hecho el análisis del cuadro de calibración, los datos quedaron de la siguiente manera:

Tabla de valores de nivel medio y pico en un sistema multicanal

Canal	Nivel Medio	Nivel de Pico	Uniformidad SPL Total
L=C=R	85 dB-C	105 dB-C	± 4 dB
Surround	82 dB-C	102 dB-C	± 2 dB
LFE	95 dB-C	115 dB-C	

Tabla 1.9⁶⁴

Además de estos datos, se deben considerar los siguientes parámetros al momento de seleccionar los altavoces:

⁶⁴ Oscar Cabezudo, Procedimiento de diseño...,5.

1.5.2 Selección de los altavoces

Para seleccionar los altavoces, es necesario conocer algunos parámetros y normas que nos permitan seleccionar los equipos más adecuados y formar la configuración que mejor se ajuste. Estos parámetros son:

1.5.2.1 Capacidad de potencia.

Como lo indica la guía para Self Powered, Altavoces de Meyer Sound:

La capacidad de potencia de un amplificador o transductor (bocina) depende de ciertos factores:

- 1) La duración de tiempo de la señal reproducida.
- 2) El rango de frecuencias reproducido.
- 3) El valor de la impedancia de entrada del transductor.
- 4) El nivel de distorsión aceptado.

Entre más bajos sean los valores de los tres primeros factores la capacidad de potencia aumenta y viceversa.

Entre más bajo sea el valor del último factor la capacidad de potencia disminuye y viceversa.⁶⁵

Mediante los parámetros que nos indica Meyerer sound, uno conoce los aspectos a conserdar al momento

⁶⁵ Meyer Sound, Guía para Set Powered, Altavoces, 2, documento Pdf descargable en file:///C:/Users/DELL/Downloads/02%20Altavoces.pdf

$$P = \frac{v^2}{Z}$$

En donde:

P: Potencia (wattz)

V: Voltaje

Z: Impedancia (Ω).

1.5.2.2 Sensibilidad

La guía para set powered altavoces de Meyer Sound nos indica:

Es la medición del nivel sonoro (en dB SPL) que puede producir un altavoz a distancia cierta al operar a determinada potencia. La sensibilidad generalmente se mide a una distancia de un metro y con una potencia de 1 watt (2.82 volts @ 8 ohms, ó 2 volts @ 4 ohms). Cada vez que se duplica la potencia, el nivel sonoro (SPL) aumenta 3 dB. ⁶⁶

La sensibilidad es la capacidad que tiene un altavoz en decibeles en trabajar sin esforzarse a un wattz, por lo que al momento de elegir un altavoz es importante en revisar la sensibilidad que tiene, ya que si esta es más baja, su capacidad de trabajo es mayor.

⁶⁶ Meyer Sound, Guía..., 8.

Cantidad de watt en relación a los dB

<u>P₁ (watts)</u>	<u>Nivel en dB</u>
1	0
1.25	1
1.60	2
2	3
2.5	4
3.15	5
4	6
5	7
6.3	8
8	9
10	10

Tabla 1.10⁶⁷

1.5.2.3 Impedancia

Como lo indica Carlos Lamela Pazos en su documento Conceptos fundamentales:

Es el valor en ohmios que presenta a su entrada el altavoz, y por lo tanto representará el valor de carga sobre la salida del amplificador. Como en realidad es una reactancia inductiva, el valor en ohmios de esta variará con la frecuencia de la señal de salida. Los valores de impedancia más comunes que podemos encontrar en los altavoces de HI-FI son 4,8,16,25 ohmios.⁶⁸

Para la selección de altavoces y amplificadores se debe tener en consideración su impedancia, ya que estos deben ser iguales. En algunos casos se conecta más de un altavoz a un amplificador como en el sistema de surround del cine y en esta conexión su

⁶⁷ JBL, Manual de referencia para el Diseño de Sistema de Sonido,13. Documento PDF obtenido en la página <https://es.scribd.com/document/123401713/JBL-Manual-de-Referencias-de-Diseño-de-Sistemas-de-Sonido-Eargle-John>

⁶⁸ Carlos Lamela Pazos, Conceptos fundamentales, 15. Documento descargable en <https://www.edu.xunta.gal/centros/iescelanova/system/files/megafonia.pdf>.

impedancia se debe encontrar dentro del rango permitido en el amplificador. Para realizar estas conexiones, veremos unos parámetros de conexión de altavoces.

1.5.2.4 Conexión de los altavoces

Como lo indica Rosa Laura Bueno Jiménez y Daniel Téllez León en su Tesina Altavoces:

“Para una conexión correcta de los altavoces debe tenerse en cuenta, además de la potencia nominal y potencia admisible, la impedancia propia de cada unidad y de salida del amplificador, pues de lo contrario se corre el riesgo de una pérdida de potencia acústica o de una sobrecarga capaz de destruir la última etapa amplificadora o el propio altavoz. Los altavoces pueden conectarse en serie, en paralelo (derivación) o en conexión mixta.”.⁶⁹

Al momento de realizar las conexiones; regirse a los manuales tanto del altavoz y el amplificador de audio nos ayudará a conocer cuál es la forma de conexión más adecuada, permitiendo que el sistema electroacústico funcione correctamente. Para conocer como realizar las conexiones, revisaremos la imagen de conexión de altavoces en serie.

Conexión de altavoces en serie



Fig 1.22⁷⁰

⁶⁹ Rosa Laura Bueno Jiménez y Daniel Tellez León, Altavoces, (Tesina, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacan, 2008), 14.

⁷⁰ Megafonía, principios básicos, Documento pdf descargable en <https://optimusaudio.com/arxiu/recursos/docs/curs0%20de%20megafonia.pdf>

Fórmula:

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i$$

En donde:

Z= Impedancia (ohmios)

n= Cantidad de altavoces conectados

Σ = Sumatoria

En la imagen y la fórmula se observa que la conexión en serie conlleva a conectar los altavoces de manera continua por lo que su impedancia aumenta por cada altavoz. Si uno de ellos se desconecta o se quema, la continuidad de la transmisión de energía se corta, dejando sin reproducción de audio a los demás altavoces. Ahora observaremos la gráfica de conexión en paralelo.

Altavoces en conexión paralelo

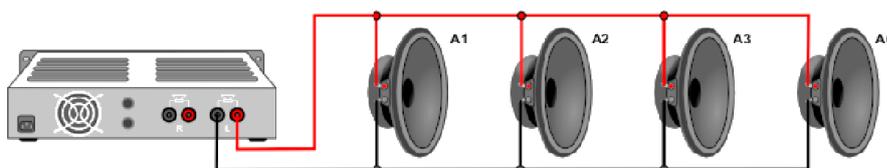


Fig 1.23⁷¹

Fórmula

⁷¹ Megafonía, “Principios...”, 34.

$$\frac{1}{Z} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{Z_i}$$

En donde:

Z= Impedancia (ohmios)

n= Cantidad de altavoces conectados

\sum = Sumatoria

El sistema de altavoces en paralelo se lo realiza a través de puentes de cable desde el conector. El sistema disminuye la capacidad de resistencia. En la gráfica se observa que si un altavoz se daña, no afecta al resto de altavoces por lo que funcionarán con normalidad. Su fórmula nos indica que la inversa de la impedancia total es igual a la suma de los inversos de las impedancias parciales. Visto estos dos sistemas de conexión, observamos que uno aumenta su impedancia y el otro lo disminuye, pero, si tenemos una cierta cantidad de altavoces y su impedancia no se encuentre dentro del permitido por el amplificador, se procede a realizar una combinación de técnicas conocido como la conexión mixta.

Altavoces en conexión mixta

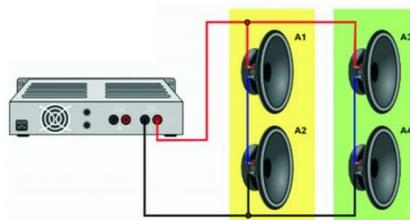


Fig 1.24⁷²

⁷² Megafonía, "Principios...", 34.

La imagen nos indica que es la combinación de conexión de altavoces en serie y paralelo. Si en la conexión en serie o paralelo no alcanzamos el nivel de resistencia del amplificador, el sistema mixto nos brinda más posibilidades de alcanzarlo.

1.5.3 Selección del amplificador.

Una de las características para la selección del amplificador como vimos en el capítulo 1.5.2.3 es que la impedancia producida por los altavoces se encuentre dentro de lo permitido por el amplificador; además la potencia que debe producir el amplificador por cada impedancia. Para conocer cual es la potencia permitida, veremos la siguiente fórmula:

$$P_{\text{amp}} = 2 \times P_{\text{total de los altavoces}}$$

En donde:

P_{amp} = Potencia del amplificador.

$P_{\text{total de los altavoces}}$ = Sumatoria de la potencia de cada altavoz.

Observando la fórmula, el amplificador tiene el doble de potencia que produce los altavoces dentro de la impedancia para el cual han sido diseñado. Realizado los cálculos de los altavoces, se requiere ir a los manuales de los amplificadores y elegir cual es el más apropiado.

1.5.4 Configuración del sistema electroacústico de una sala de cine.

Analizado cada uno de los parámetros de la electroacústica y el de video proyección, es necesario conocer como es la forma de conexión. Para esto, Dolby Atmos nos presenta una gráfica de la conexión del sistema 7.1 de una sala de cine.

Configuración del sistema 7.1 de una sala de cine

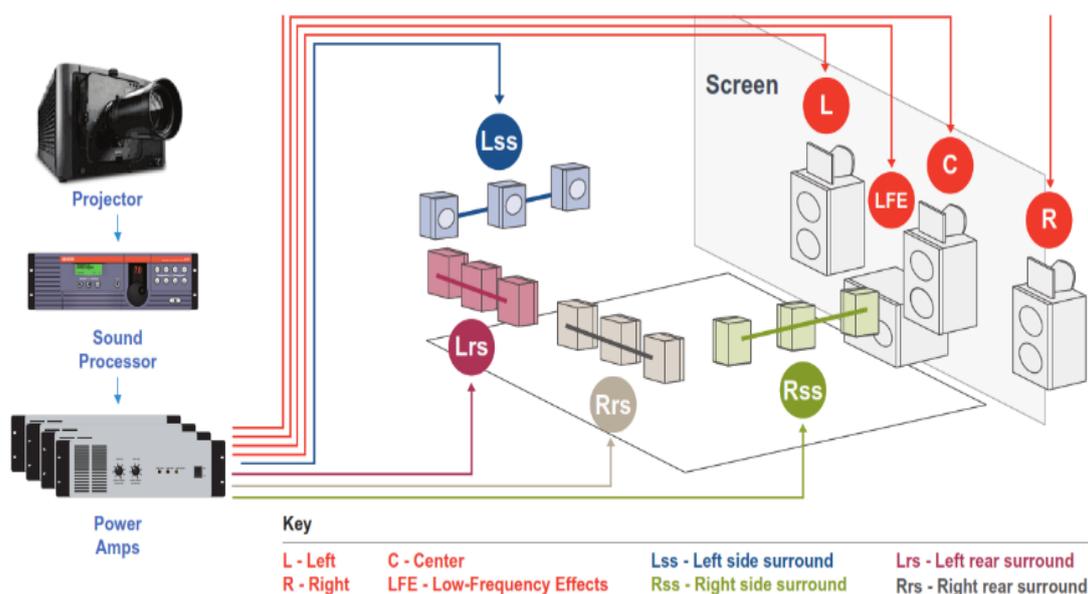


Fig 1.25⁷³

En la gráfica obtenida de Dolby Atmos observamos la red de flujo del sistema 7.1, el cual nos indica en donde se encuentra cada altavoz y cual es su función, diferenciados en símbolos y colores. Los altavoces van conectados a los amplificadores y estos conectados al procesador de audio. El video proyector se conecta al procesador de audio.

⁷³ Dolby Atmos, Next-Generation Audio for Cinema,3. Documento digital obtenido del portal de Dolby Atmos. <https://www.dolby.com/us/en/technologies/dolby-atmos/dolby-atmos-next-generation-audio-for-cinema-white-paper.pdf>

Capítulo II

Desarrollo

2.1 Cálculo del análisis muestral

El análisis muestral determina la cantidad de personas que se necesita encuestar para una determinada población. La fórmula es la siguiente :

$$n = \frac{z^2 * N * p(1 - p)}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p(1 - p)}$$

En donde:

N= Tamaño de la población= 89936 habitantes.

Z= Nivel de confianza = 95%=1.96

e= Error de muestreo= 5%

p= Evento favorable= 50%

n= Tamaño de la muestra

$$n = \frac{1.96^2 * 89936 * 0.5(1 - 0.5)}{(89936 - 1)0.05^2 + 1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)} = \frac{86374.5}{225.8} = 383 \text{ habitantes}$$

Mediante el cálculo realizado se obtuvo que se necesitó encuestar a 383 habitantes del Cantón Naranjal. En los anexos de la encuesta se observa que los resultados fueron favorables. Realizado el análisis de factibilidad, se procede a realizar los cálculos para la sala de cine.

2.2 Acústica Arquitectónica

2.2.1 Cálculo de acústica ondulatoria

2.2.2 Cálculo de los modos propios

Para conocer que medidas de la sala nos proporciona una buena distribución de los modos propios, se propone utilizar 16 metros de largo, 13 metros de ancho y una altura de 7.3 metros.

Cálculo de los modos propios

Modo Axial		Modo tangencial		Modo oblicuo	
Valores	Frecuencia (Hz)	Valores	Frecuencia (Hz)	Valores	Frecuencia (Hz)
1,0,0	42,50	1,1,0	75,93	1,1,1	89,38
2,0,0	85,00	2,2,0	151,86	2,2,2	178,75
3,0,0	127,50	3,3,0	227,79	3,3,3	268,13
4,0,0	170,00	1,0,1	63,48	1,3,3	239,67
5,0,0	212,50	2,0,2	126,95	2,2,2	178,75
6,0,0	255,00	3,0,3	190,43	3,1,1	149,79
7,0,0	297,50	0,1,1	78,63	3,1,2	170,61
8,0,0	340,00	0,2,2	157,25	2,2,1	159,01
0,1,0	62,92	0,3,3	235,88	1,3,3	239,67
0,2,0	125,84	1,2,0	132,82	2,2,6	321,08
0,3,0	188,76	3,1,0	142,18	1,1,5	247,67
0,4,0	251,68	0,1,2	113,36	3,3,4	295,73
0,5,0	314,60	3,0,1	135,94	4,4,3	335,04
0,6,0	377,52	2,3,0	207,01	5,5,2	391,18
0,7,0	440,44	1,3,0	193,48	6,6,1	458,01
0,8,0	503,36	0,1,3	154,81	7,7,1	533,59
0,0,1	47,15	2,0,1	97,20	8,8,2	614,70
0,0,2	94,30	0,2,3	189,32	7,4,3	414,56
0,0,3	141,45	3,0,1	135,94	6,5,4	446,73
0,0,4	188,60	4,0,0	170,00	5,6,5	493,21
0,0,5	235,75	5,5,0	379,64	4,7,6	550,38
0,0,6	282,90	6,0,5	347,28	4,1,2	204,33
0,0,7	330,05	0,4,6	378,65	5,2,1	251,43
0,0,8	377,20	0,6,4	422,01	6,3,3	347,37

Tabla 2.1⁷⁴

⁷⁴ Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el cálculo nos indica que al dimensionar la sala con las medidas propuestas obtenemos una buena distribución,tanto para el modo axial,tangencial y oblicuo.

2.2.1.1 Cálculo del dimensionamiento de la sala

Las dimensiones propuestas es para una sala con 140 butacas con un espacio de ingreso de 1.20 metros y 1.20 metros libres en la mitad de las filas para que las personas suban a sus diferentes gradas. Con el criterio de Bolt, analizaremos si las dimensiones de la sala se encuentren bien distribuidas; para ello; realizaremos su respectivo cálculo:

Datos

$$L= 16m$$

$$H= 7.3m$$

$$A= 13 m$$

$$Y = \frac{L}{H} = \frac{16}{7.3} = 2.19 \quad X = \frac{A}{H} = \frac{13}{7.3} = 1.78$$

Dimensionamiento de la Sala. Cálculo de Bolt

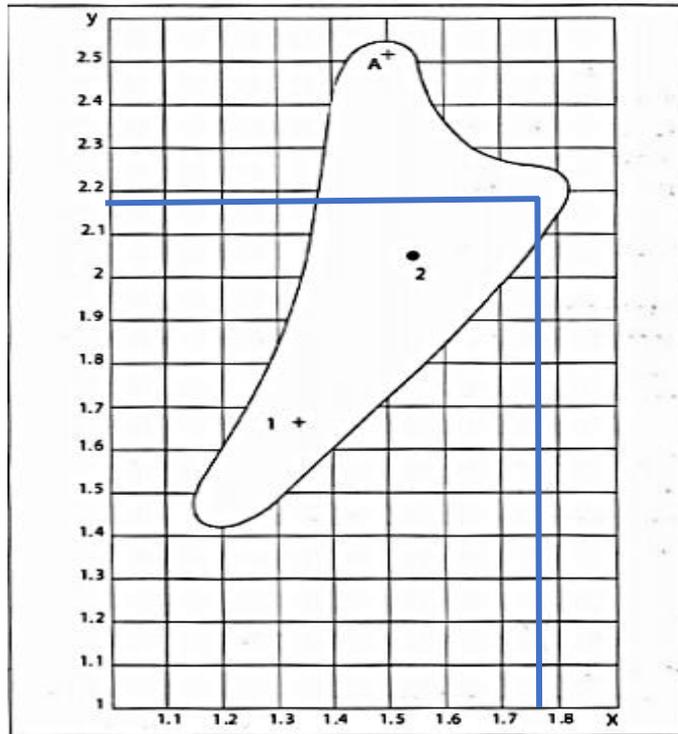


Fig 2.1⁷⁵

Mediante el cálculo y la visualización en el gráfico de Bolt, observamos que las medidas cumplen con los requisitos de dimensionamiento, por lo tanto a continuación se procede con el cálculo de insonorización o aislamiento acústico.

2.3 Cálculo de Insonorización

Se utilizarán paredes dobles, compuestas, losa normal, piso flotante y un sound lock en la puerta de ingreso. Para la construcción del lugar, se propone el diseño de la siguiente puerta y ventana:

⁷⁵ Elaboración propia.

Cálculo R de la puerta acústica

Diseño de la puerta acústica								
Material	Densidad (kg/m3)	Espesor (m)	Masa (kg/m2)	Dimensión (m)	Fórmula			
Madera de roble	1000	0,1	100	1,2 x 2,1	R= 20 Log(m x f) -48			
Cálculo								
Datos	Banda de octavas (Hz)							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R puerta	27,99	33,94	39,96	45,98	52,00	58,02	64,04	70,06

Tabla 2.2⁷⁶

La puerta vá a tener una dimensión de 1.2 x 2.1 mts, tanto para la de ingreso como la de salida de emergencia. El material seleccionado es madera de roble ya que tiene una densidad de 1000 kg/m3. El espesor de la puerta será de 10 cms.

Cálculo R de la ventana

Diseño de la ventana								
Material	Densidad (kg/m)	Espesor (m)	Masa (kg/m2)	Dimensión (m)	Fórmula			
Vidrio	2500	0,006	15	0,8 x 0,8	R= 20 Log(m x f) -48			
Cálculo								
Datos	Banda de octavas (Hz)							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R vidrio	11,51	17,46	23,48	29,50	35,52	41,54	47,56	53,58

Tabla 2.3⁷⁷

La ventana vá a tener una dimensión de 0.8 x 0.8 mts, el cual su función es la de conectar la sala de cine con la sala de video proyección . El material será vidrio grueso por lo que su espesor es de 6mm con densidad de 2500 kg/m3.

Para proceder con el cálculo de insonorización, analizaremos los diferentes casos que ocurren en cada eje de la sala de cine. En el sitio se propone un nivel de ruido externo de 94 dBspl en todas las bandas de frecuencia para casos fortuitos. Este valor no es normal

⁷⁶ Elaboración propia.

⁷⁷ Elaboración propia.

dentro del cumplimiento del marco normativo legal en el tema de control de ruido. Al realizar los cálculos de aislamiento acústico para este nivel de ruido, se busca garantizar que la sala cumpla con las normas NC-25 para salas de cine.

Cálculo del aislamiento acústico “Pared doble” para el lateral derecha y delantera

Paredes dobles (lateral derecho y delantera)								
Material	Densidad (kg/m3)	Espesor (m)	Masa (kg/m2)	V sonido(m/s2)	d (m)	2		
Ladrillo	1840	0,2	368	340	fo (Hz)	1,43		
Ladrillo	1840	0,15	276		f (hz)	85		
Cálculo								
Paredes.	Banda de octavas (Hz)							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido externo.	94	94	94	94	94	94	94	94
R1	30,19	36,14	42,16	48,18	54,20	60,22	66,24	72,26
R2	33,28	39,23	45,26	51,28	57,30	63,32	69,34	75,36
R	76,48	81,37	93,41	105,45	117,49	129,54	141,58	153,62
Ruido residual.	17,52	12,63	0,59	-11,45	-23,5	-35,5	-47,6	-59,6
Nc-25	54	45	38	31	28	24	22	21
Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 2.4⁷⁸

Gráfica del aislamiento Acústico “ Paredes dobles” Lateral derecho y delantero

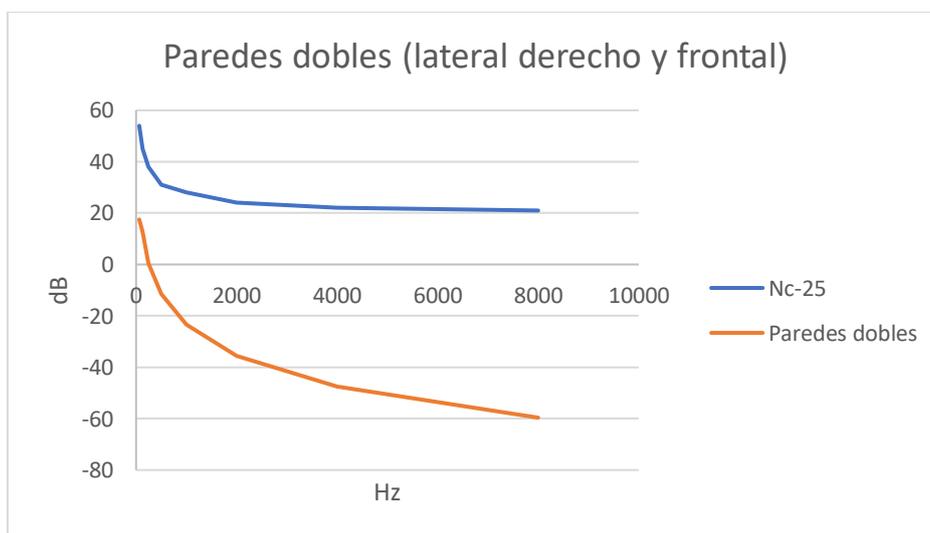


Fig 2.2⁷⁹

⁷⁸ Elaboración propia.

⁷⁹ Elaboración propia.

En la pared lateral derecha y frontal se plantea la construcción de una pared de ladrillo de 15 y 20 cms con un espaciado de 2 metros, el cuál servirá como una salida de escape; además de funcionar como un atenuador de ruido ya que este diseño hace que en la sala exista una frecuencia de resonancia propia f_0 de 1.43 hz, al cuál, al estar por debajo del rango audible de las personas, es inapreciable. Para evitar la frecuencia crítica, en la losa de la salida de escape se coloca cielorraso. Estas medidas cumplen con los parámetros de la curva Nc-25 en cada banda de frecuencia.

Para la pared lateral izquierda, se usa el mismo criterio que la pared lateral derecha, con la diferencia que aquí existe una puerta que me conduce a la salida de emergencia, por lo que sería una pared compuesta; entonces se procede a realizar el cálculo del aislamiento acústico del ladrillo para luego hacer el cálculo de una pared compuesta ya que se encuentra la puerta de escape y al finalizar se realiza el cálculo de pared doble.

Cálculo del aislamiento acústico del ladrillo de 20 cm

Material	Densidad (kg/m ³)	Espesor (m)	Masa (kg/m ²)	Ubicación	Fórmula			
Ladrillo	1840	0,2	368	Lat derecho	R= 20 Log(m x f) -48			
Cálculo								
Datos	Densidad (kg/m³)							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R Ladrillo	39,30	45,26	51,28	57,30	63,32	69,34	75,36	81,38

Tabla 2.5⁸⁰

En la tabla conocemos los valores del aislamiento acústico de una pared de ladrillo de 20 cms. Conocido estos valores y el de la puerta acústica, se procede a realizar el cálculo de la pared compuesta.

⁸⁰ Elaboración propia.

Cálculo del aislamiento acústico “Pared compuesta” lateral izquierdo

Pared compuesta (Lateral izquierdo)								
Sección	Área (m ²)	$R_{eq} = 10 \log_{10} \frac{S_{total}}{S_1 \times 10^{\frac{-R_1}{10}} + \dots + S_n \times 10^{\frac{-R_n}{10}}}$						
Pared de ladrillo	115,26							
Puerta	2,52							
Area Total	117,78							
Cálculo	Banda de octavas (Hz)							
Datos	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido externo	94	94	94	94	94	94	94	94
R pared de ladrillo	39,30	45,26	51,28	57,30	63,32	69,34	75,36	81,38
R puerta	27,99	33,94	39,96	45,98	52,00	58,02	64,04	70,06
R pared compuesta	39,40	45,35	51,37	57,39	63,41	69,43	75,45	81,47

Tabla 2.6⁸¹

En el cálculo de la pared compuesta se observa que la combinación de la pared de ladrillo y la puerta de madera acústica no existe mucha diferencia de atenuación que si fuese solo de pared de ladrillo. Conocido los datos de la pared compuesta, se procede a realizar el cálculo de la pared doble.

Cálculo del aislamiento acústico “Pared doble” lateral izquierdo

Paredes dobles (lateral izquierdo)								
Material	Densidad (kg/m ³)	Espesor (m)	Masa (kg/m ²)	V sonido(m/s ²)	d (m)	2		
Ladrillo	1840	0,15	276	340	f ₀ (Hz)	1,43		
Ladrillo	1840	0,2	368		f (hz)	85		
Cálculo								
Paredes.	Banda de octavas (Hz)							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido externo.	94	94	94	94	94	94	94	94
R1	36,80	42,76	48,78	54,80	60,82	66,84	72,86	78,88
R pared compuesta Eje C5-C2	39,40	45,35	51,37	57,39	63,41	69,43	75,45	81,47
R pared doble lat izq	89,21	94,11	106,15	118,19	130,23	142,27	154,31	166,35
Ruido residual.	4,79	-0,11	-12,15	-24,19	-36,2	-48,3	-60,3	-72,4
Nc-25	54	45	38	31	28	24	22	21
Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 2.7⁸²

⁸¹ Elaboración propia.

⁸² Elaboración propia.

Gráfica del aislamiento Acústico “ Paredes dobles” Lateral izquierdo

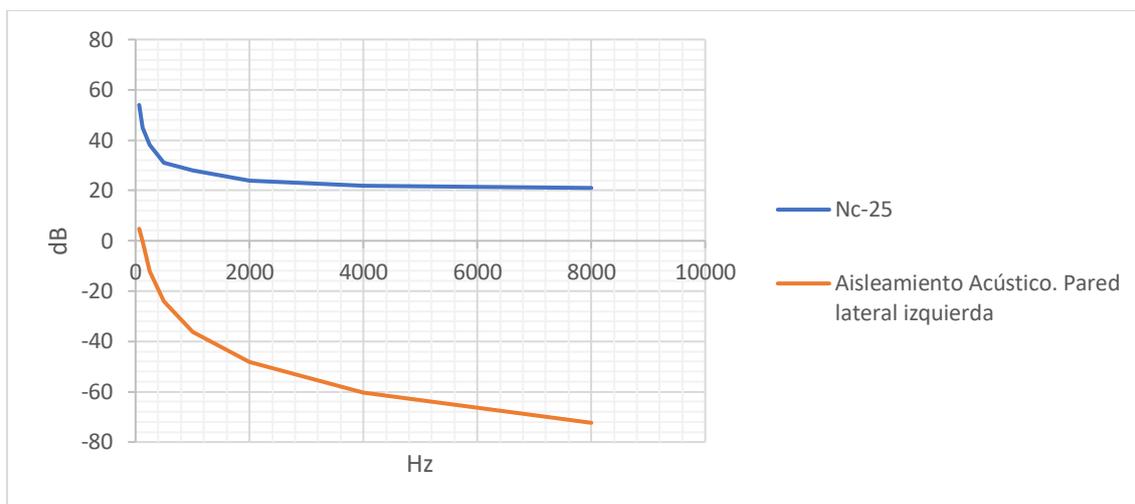


Fig 2.2⁸³

Los resultados del cálculo y la visualización de su gráfica nos indica que el aislamiento que produce la pared izquierda cumple con los requisitos de insonorización. La pared izquierda emite una frecuencia de resonancia propia f_0 de 1.43 hz, al cuál, al estar por debajo del rango audible de las personas, es inapreciable. De la misma forma, en la losa de la salida de escape se coloca cielorraso para que absorba los armónicos que se producen en la cámara de aire que es la salida de escape. Las bandas de frecuencia cumple con los parámetros establecidos por la Curva Nc-25.

Para el cálculo de la pared de ingreso existen dos casos. El primer caso es por la puerta de ingreso a la sala de cine por lo que; para crear un mayor aislamiento acústico se realiza un sound lock. El segundo caso es el de planta alta; en donde el cuarto de video proyección y la sala de cine se conectan, por lo que se calculará el aislamiento acústico para el cuarto de video proyección, luego con la diferencia de ruido, se realiza la suma

⁸³ Elaboración propia.

con el ruido que genera los equipos de video y encontrando el nivel de ruido del cuarto de video proyección, se realiza el cálculo de aislamiento acústico con la pared que se conecta a la sala de cine.. Iniciaremos con el cálculo de la parte de ingreso, por lo que realizaremos el cálculo del sound lock.

Cálculo del aislamiento acústico “Sound Lock”

Material	Densidad (kg/m3)	Espesor (m)	Masa (kg/m2)	Contiene	Fórmula			
Ladrillo	1840	0,15	276	Sound lock	R= 20 Log(m x f) -48			
Cálculo								
Datos	Densidad (kg/m3)							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R Ladrillo	36,80	42,76	48,78	54,80	60,82	66,84	72,86	78,88
Ruido externo.	94	94	94	94	94	94	94	94
R Sound Lock	57,20	51,24	45,22	39,20	33,18	27,16	21,14	15,12

Tabla 2.8⁸⁴

Para el diseño del sound lock, se propone ladrillo de 15 cms. Gracias al sound lock, logramos que el nivel de ruido se reduzca considerablemente. Conocido el ruido restante, se procede a realizar el cálculo de la parte de ingreso, el cual tiene una pared de ladrillo y la puerta de madera acústica.

Cálculo del aislamiento acústico “ Ingreso a la sala de cine”

Pared compuesta (Zona de ingreso)								
Sección	Área (m2)	$Req = 10 \log_{10} \frac{S_{total}}{S_1 \times 10^{-\frac{R_1}{10}} + \dots + S_n \times 10^{-\frac{R_n}{10}}}$						
Pared de ladrillo	2,76							
Puerta	2,52							
Area Total	5,28							
Datos	0							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido del sound lock	57,20	51,24	45,22	39,20	33,18	27,16	21,14	15,12
R pared de ladrillo	36,80	42,76	48,78	54,80	60,82	66,84	72,86	78,88
R puerta	27,99	33,94	39,96	45,98	52,00	58,02	64,04	70,06
R pared de ingreso	39,63	45,57	51,59	57,61	63,64	69,66	75,68	81,70
Ruido residual	17,57	5,67	-6,37	-18,41	-30,45	-42,49	-54,54	-66,58
Nc-25	54	45	39 ⁸⁵	31	28	24	22	21
Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

⁸⁴ Elaboración propia.

⁸⁵ Elaboración propia.

Gráfica del aislamiento acústico “ Ingreso a la sala de cine”

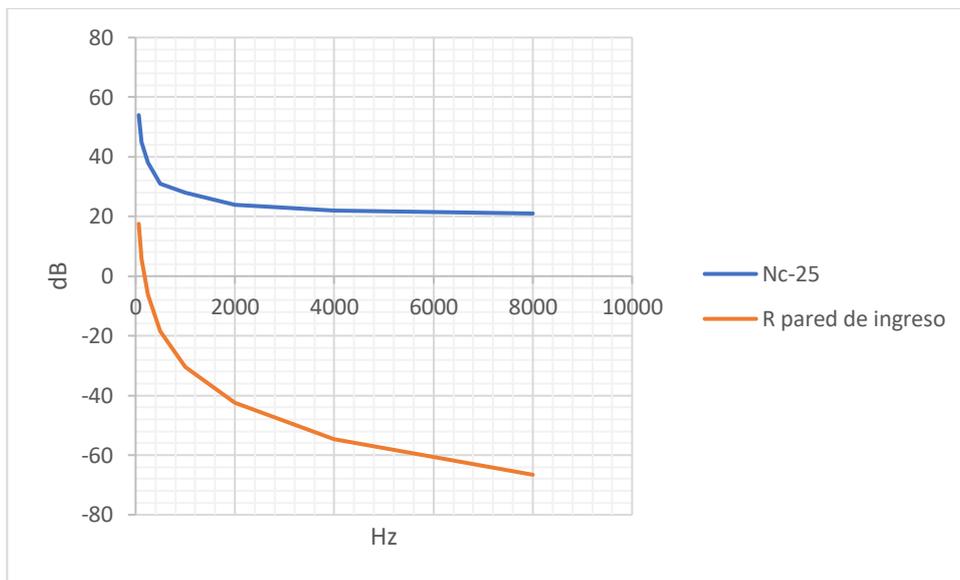


Fig 2.4⁸⁶

En la pared de ingreso, se realizó el cálculo de pared compuesta con el nivel de ruido obtenido del cálculo del sound lock. Los resultados obtenidos cumplen con los requisitos de la curva Nc-25 en las diferentes bandas de frecuencia.

Ahora se procede a realizar el cálculo del aislamiento acústico para el cuarto de video proyección. En este caso, el ruido resultante del cálculo de aislamiento se le sumará 35 dB que se generan por los equipos eléctricos que están dentro de la video proyección.

Para sumar el ruido dentro del cuarto, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Suma de dB} = 10 \text{ Log} \left(10^{\frac{x_1}{10}} + 10^{\frac{x_2}{10}} + 10^{\frac{x_n}{10}} \right)$$

En donde:

dB= Decibel

⁸⁶ Elaboración propia.

Log= Logaritmo

X_1 = Ruido (dB)

Cálculo del aislamiento acústico “Cuarto de Video Proyección”

Ingreso Eje B6-E6								
Material	Densidad (kg/m3)	Espesor (m)	Masa (kg/m2)	Contiene	Fórmula			
Ladrillo	1840	0,15	276	Sound lock	R= 20 Log(m x f) -48			
Cálculo								
Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido externo.	94	94	94	94	94	94	94	94
R Ladrillo	36,80	42,76	48,78	54,80	60,82	66,84	72,86	78,88
R Residual	57,20	51,24	45,22	39,20	33,18	27,16	21,14	15,12
R de los equipos eléctricos	35	35	35	35	35	35	35	35
R cuarto de video proyección	57,23	51,82	50,36	54,92	60,83	66,84	72,86	78,88

Tabla 2.10⁸⁷

La sala de Video Proyección será de ladrillo de 15 cms, en donde los 94 decibeles de niveles de ruido se atenúan al chocar con la pared. El resultado obtenido se le sumó 35 decibeles para cada banda de frecuencia, dando un nuevo nivel de ruido. Con el resultado obtenido de la suma de ruidos, se procede a calcular el aislamiento acústico de la pared que conecta el cuarto de video proyección y la sala de cine.

⁸⁷ Elaboración propia.

Cálculo del aislamiento acústico “ Pared Compuesta” Video proyección y sala de cine

Pared compuesta (Conexión cuarto de video proyección y sala de cine)								
Sección	Área (m ²)	$Req = 10 \log_{10} \frac{S_{total}}{S_1 \times 10^{\frac{-R_1}{10}} + \dots + S_n \times 10^{\frac{-R_n}{10}}}$						
Pared de ladrillo	44,27							
Ventana	0,64							
Area Total	44,91							
Datos	54							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido sala de videoproyección	57,23	51,82	50,36	54,92	60,83	66,84	72,86	78,88
R pared de ladrillo (20cms)	39,30	45,26	51,28	57,30	63,32	69,34	75,36	81,38
R ventana	11,51	17,46	23,48	29,50	35,52	41,54	47,56	53,58
R Conexión de las 2 salas	42,17	48,07	54,09	60,11	66,13	72,15	78,18	84,20
Ruido residual	15,07	3,75	-3,73	-5,20	-5,31	-5,32	-5,32	-5,32
Nc-25	54	45	38	31	28	24	22	21
Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 2.11⁸⁸

Gráfica del aislamiento acústico “ Pared Compuesta” Video proyección y sala de cine

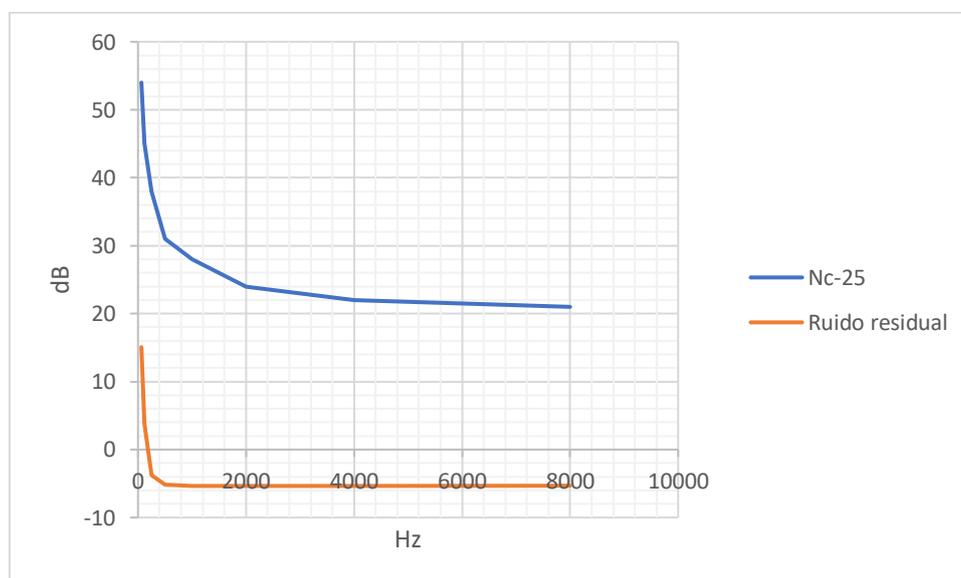


Fig 2.5⁸⁹

⁸⁸ Elaboración propia.

⁸⁹ Elaboración propia.

Los resultados obtenidos nos indican que la pared de la sala de cine que se conecta con el cuarto de video proyección cumple con los requisitos de insonorización en cada banda de frecuencia medidos para la Curva Nc-25. Ahora se procede a realizar el cálculo de aislamiento acústico para la losa.

Cálculo del aislamiento acústico de la losa

Losa		Ro= 20Log (m x f)-48						
Hormigón denso.	2400 kg/m3.							
Espesor	0,3 m.							
Masa	720 kg/m2.							
Datos	Banda de octavas							
Frecuencia (Hertz).	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ruido externo.	94	94	94	94	94	94	94	94
Ro	45,133	51,08	57,11	63,13	69,15	75,167	81,188	87,2084
Ruido residual.	48,867	42,92	36,89	30,87	24,85	18,833	12,812	6,79155
Nc-25	54	45	38	31	28	24	22	21
Diferencia.	5,1335	2,085	1,105	0,126	3,147	5,1672	9,1878	14,2084
Cumple	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 2.12⁹⁰

Gráfica del aislamiento acústico de la losa

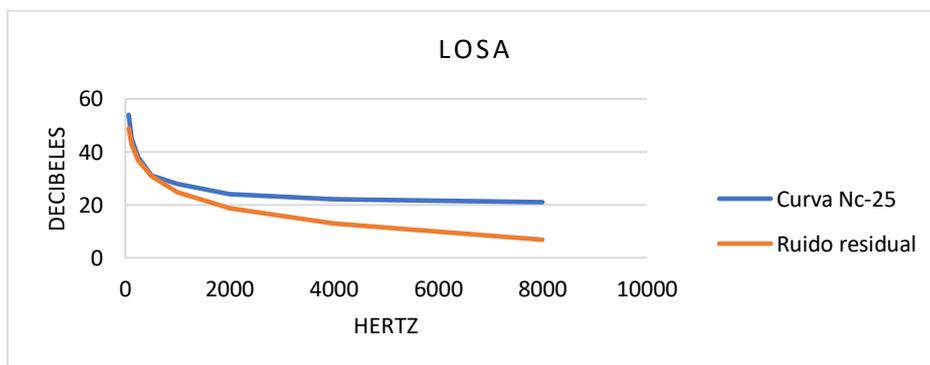


Fig 2.6⁹¹

⁹⁰ Elaboración propia.

⁹¹ Elaboración propia.

Mediante el cálculo se propone una losa de hormigón con un espesor de 30 cms, el cuál cumple con los requisitos de la Curva Nc-25. Para el piso, ya que en la zona de construcción tiene estudios de mejoramiento de suelo, la solución para reducir los ruidos de impacto será colocando un piso flotante.

2.4 Cálculo del Acondinamiento acústico.

Una vez seleccionado los materiales para el diseño del aislamiento acústico, se procede a realizar el acondicionamiento acústico; para el cual, por medio de la fórmula de Sabine conoceremos la cantidad y tipo de material a utilizar. En este caso, al ser una sala de cine, se procederá a realizar triple cálculo. El primer cálculo será sin tratamiento acústico, para conocer las condiciones internas de la sala, luego con tratamiento acústico para una sala vacía y sala llena. Además, se realizará el cálculo de la calidez y brillo en cada caso. Antes de iniciar con la selección y cantidad de materiales, se procede a conocer el volumen de la sala. Como es una sala de cine, primero se obtiene el volumen total y luego se lo resta con el volumen que ocupa la isóptica.

Cálculo del volumen de la sala de cine

L	16
H	7,3
A	13
V total (m3)	1518,4
V de isóptica (m3)	123.12
V de la sala (m3)	1395.28

Tabla 2.13⁹²

⁹² Elaboración propia.

Sabine “Sala de cine sin tratamiento acústico”

Cálculo de Sabine sin tratamiento acústico.					Octavas de Frecuencia											
					125 Hz		250 Hz		500 Hz		1 KHz		2 KHz		4 KHz	
Ubicación	Contiene	Area (m2)	Material	Tipo	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}
Lat Derecha	Pared	117,78	Hormigón	Pintado	0,01	1,18	0,01	1,18	0,01	1,18	0,02	2,36	0,02	2,36	0,02	2,36
Lat Izquierda	Pared	104,04	Hormigón	Pintado	0,01	1,04	0,01	1,04	0,01	1,04	0,02	2,08	0,02	2,08	0,02	2,08
Atrás	Pared	63,17	Hormigón	Pintado	0,01	0,63	0,01	0,63	0,01	0,63	0,02	1,26	0,02	1,26	0,02	1,26
	Puerta	2,52	Madera	Puerta de madera solida	0,14	0,35	0,10	0,25	0,06	0,15	0,08	0,20	0,10	0,25	0,10	0,25
	Ventana	0,64	Vidrio	Ventana de vidrio doble.	0,25	0,16	0,10	0,06	0,07	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01
Adelante	Pared	74,99	Hormigón	Pintado	0,01	0,75	0,01	0,75	0,02	1,50	0,02	1,50	0,02	1,50	0,04	3,00
Abajo	piso	137,58	Hormigón	Pintado	0,01	1,38	0,01	1,38	0,01	1,38	0,02	2,75	0,02	2,75	0,02	2,75
	H gradas	10,8	Hormigón	Pintado	0,01	0,11	0,01	0,11	0,01	0,11	0,02	0,22	0,02	0,22	0,02	0,22
	Butaca	57,85	Butaca	Área de asientos desocupados, muy tapizado.	0,49	28,35	0,66	38,18	0,83	48,02	0,84	48,59	0,83	48,02	0,79	45,70
Arriba	Losa	195,43	Hormigón	Pintado	0,01	1,95	0,01	1,95	0,01	1,95	0,02	3,91	0,02	3,91	0,02	3,91
Total						35,90		45,53		56,00		62,91		62,37		61,54
Volumen (m3)						1395,28		1419,50		1419,50		1419,50		1419,50		1419,50
Sabine sin tratamiento						6,26		5,02		4,08		3,63		3,66		3,71
Calidez	1,46	Cumple (1-1,2)S				NO	NO	NO								
Brillo	0,96															

Tabla 2.14⁹³

⁹³ Elaboración propia.

Sabine “Sala de cine sin tratamiento acústico”



Fig 2.7⁹⁴

En la gráfica se observa que la sala sin tratamiento no cumple con los requisitos del tiempo de reverberación, ya que en todas las bandas de frecuencia excede el valor recomendado que es de 1-1.2. Se propone realizar un diseño con materiales que generen que la sala funcione de manera óptima, Se procede a elegir la cantidad y tipo de material para el cálculo del acondicionamiento acústico. A continuación realizaremos el cálculo de una sala vacía con tratamiento acústico.

⁹⁴ Elaboración propia.

Cálculo de Sabine “ Sala de cine sin público”

Cálculo de Sabine sin Público.					Octavas de Frecuencia											
					125 Hz		250 Hz		500 Hz		1 KHz		2 KHz		4 KHz	
Ubicación	Contiene	Area (m2)	Material	Tipo	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}
Lat Derecha	Pared	95,7	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,96	0,01	0,96	0,01	0,96	0,02	1,91	0,02	1,91	0,02	1,91
	Panel	14,62	Madera	Contrachapado de madera de 6mm con 80 mm cavidad de aire rellena parcialmente con material absorbente	0,6	8,77	0,30	4,39	0,10	1,46	0,09	1,32	0,09	1,32	0,09	1,32
Lat Izquierda	Pared	93,34	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,93	0,01	0,93	0,01	0,93	0,02	1,87	0,02	1,87	0,02	1,87
	Puerta	2,52	Madera	Puerta de madera solida	0,14	0,35	0,1	0,25	0,06	0,15	0,08	0,20	0,1	0,25	0,1	0,25
	Panel	12,13	Madera	Contrachapado de madera de 6mm con 80 mm cavidad de aire rellena parcialmente con material absorbente	0,6	7,28	0,30	3,64	0,10	1,21	0,09	1,09	0,09	1,09	0,09	1,09
Atrás	Pared	63,17	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,63	0,01	0,63	0,01	0,63	0,02	1,26	0,02	1,26	0,02	1,26
	Puerta	2,52	Madera	Puerta de madera solida	0,14	0,35	0,10	0,25	0,06	0,15	0,08	0,20	0,10	0,25	0,10	0,25
	Ventana	0,64	Vidrio	Ventana de vidrio doble.	0,25	0,16	0,10	0,06	0,07	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01
Adelante	Pared	74,99	Lana de roca	Lana de roca 100 kg/m2 30 mm	0,07	5,25	0,40	30,00	0,88	65,99	0,92	68,99	0,96	71,99	1,05	78,74
Abajo	piso	126,87	Alfombra	Moqueta de goma para piso.	0,04	5,07	0,04	5,07	0,08	10,15	0,12	15,22	0,13	16,49	0,10	12,69
	H grada	10,8	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,11	0,01	0,11	0,01	0,11	0,02	0,22	0,02	0,22	0,02	0,22
	Butaca	59,7	Butaca	Área de asientos desocupados, muy tapizado.	0,49	29,25	0,66	39,40	0,80	47,76	0,88	52,54	0,82	48,95	0,70	41,79
Arriba	Losa	195,43	Cielorraso	Perfiles met. ranurados 17% con lana vidrio.	0,6	117,26	0,73	142,66	0,55	107,49	0,62	121,17	0,35	68,40	0,39	76,22
Total						176,38		228,36		237,04		266,03		214,04		217,62
Volumen (m3)						1395,28		1395,28		1395,28		1395,28		1395,28		1395,28
Sabine sin público						1,2		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0
Claridez	1,09			Cumple (1-1,2)s		si		si		si		si		si		si
Brillo	1,04															

Tabla 2.15⁹⁵

⁹⁵ Elaboración propia.

Sabine “Sala de cine si público”

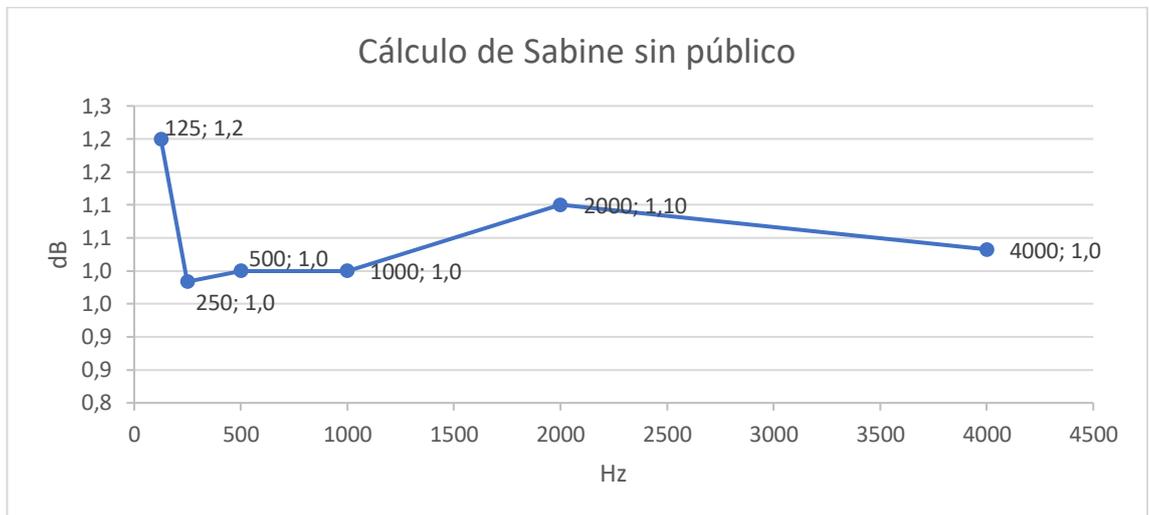


Fig 2.8⁹⁶

En el cálculo de la sala de cine vacía y tratamiento acústico, observamos que los materiales seleccionados satisfacen con los requerimientos del acondicionamiento acústico, en donde, la mayor cantidad de tiempo de reverberación se encuentra en los 125 Hz por el tiempo de 1.2 segundos, y las demás bandas de frecuencia tienen 1 segundo de tiempo de reverberación. La calidez y brillo se encuentran cercanos al valor de 1, por lo que está dentro de los parámetros establecidos por Beranek. Ahora realizaremos el análisis en una sala de cine llena como una forma de comprobación de que la sala de cine posea un tiempo de reverberación adecuado tanto cuando esté llena o vacía.

⁹⁶ Elaboración propia.

Cálculo de Sabine “Sala llena”

Cálculo de Sabine con Público.					Octavas de frecuencia											
					125 Hz		250 Hz		500 Hz		1 KHz		2 KHz		4 KHz	
Ubicación	Contiene	Area (m2)	Material	Tipo	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}	α	A_{tot}
Lat Derecha	Pared	95,7	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	1,0	0,01	1,0	0,01	1,0	0,02	1,9	0,02	1,91	0,02	1,9
	Panel	14,62	Madera	Contrachapado de madera de 6mm con 80 mm cavidad de aire rellena parcialmente con material absorbente	0,6	8,8	0,30	4,4	0,10	1,5	0,09	1,3	0,09	1,32	0,09	1,3
Lat Izquierda	Pared	93,34	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,9	0,01	0,9	0,01	0,9	0,02	1,9	0,02	1,87	0,02	1,9
	Puerta	2,52	Madera	Puerta de madera solida	0,14	0,4	0,1	0,3	0,06	0,2	0,08	0,2	0,1	0,25	0,1	0,3
Atrás	Panel	12,13	Madera	Contrachapado de madera de 6mm con 80 mm cavidad de aire rellena parcialmente con material absorbente	0,6	7,3	0,30	3,6	0,10	1,2	0,09	1,1	0,09	1,09	0,09	1,1
	Pared	63,17	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,6	0,01	0,6	0,01	0,6	0,02	1,3	0,02	1,26	0,02	1,3
	Puerta	2,52	Madera	Puerta de madera solida	0,14	0,4	0,10	0,3	0,06	0,2	0,08	0,2	0,10	0,25	0,10	0,3
Adelante	Ventana	0,64	Vidrio	Ventana de vidrio doble.	0,25	0,2	0,10	0,1	0,07	0,0	0,06	0,0	0,04	0,03	0,02	0,0
	Pared	74,99	Lana de roca	Lana de roca 100 kg/m2 30 mm	0,07	5,2	0,40	30,0	0,88	66,0	0,92	69,0	0,96	71,99	1,05	78,7
Abajo	piso	126,87	Alfombra	Moqueta de goma para piso.	0,04	5,1	0,04	5,1	0,08	10,1	0,12	15,2	0,13	16,49	0,10	12,7
	H grada	10,8	Hormigón	Hormigón de obra pintado al esmalte	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,02	0,2	0,02	0,22	0,02	0,2
	Butaca	59,7	Butaca	Área de audiencia en asientos muy tapizados.	0,76	45,4	0,83	49,6	0,88	52,5	0,91	54,3	0,91	54,33	0,89	53,1
Arriba	Losa	195,43	Cielorraso	Perfiles met. ranurados 17% con lana vidrio.	0,6	117,3	0,73	142,7	0,55	107,5	0,62	121,2	0,35	68,40	0,39	76,2
Total						192,5		238,5		241,8		267,8		219,4		229,0
Volumen (m3)						1395,3		1395,3		1395,3		1395,3		1395,28		1395,3
Sabine sin público						1,2		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0
Calidez	1,08	Cumple (1-1,2)s			si		si		si		si		si		si	
Brillo	1,00															

Tabla 2.16⁹⁷

⁹⁷ Elaboración propia.

Sabine “Sala de cine con Público”

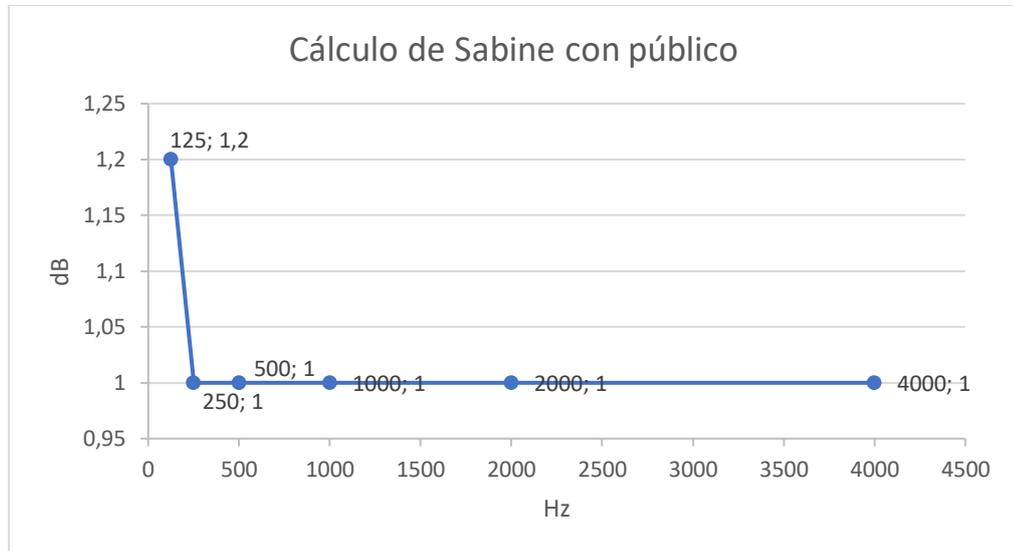


Fig 2.9⁹⁸

En el cálculo de la sala de cine con público y tratamiento acústico, observamos que los materiales seleccionados satisfacen con los requerimientos del acondicionamiento acústico. Los materiales que hacen el mayor trabajo de absorción son la lana de roca, la cual se instala en la pared frontal para evitar el efecto de peine de los altavoces, luego las butacas y el cielorraso. Las trampas de bajo se colocaron en la pared lateral izquierda y derecha. Gran parte de las paredes quedan sin tratamiento, debido a la alta absorción de los materiales ya mencionados, por lo que se le coloca difusores para evitar el efecto flutter.

⁹⁸ Elaboración propia.

2.5 Video proyección

2.5.1 Cálculo del dimensionamiento de la pantalla

Analizado los criterios para el dimensionamiento de pantalla, se determinó que para el cine el formato más adecuado es el de la relación 16:9, quedando de la siguiente manera:

Cálculo del dimensionamiento de la pantalla

Relación 16:9	es igual a =	1,77:1	Proporción
Fórmula:			
Ancho de la pantalla= 1,77 x altura.			
Altura (m):		4,1	
Ancho (m):		7,257	
Ancho total (m):		7,25	
Diagonal (m):		8,33	

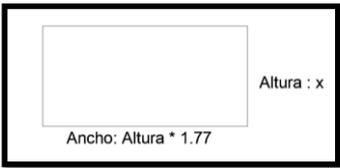


Tabla 2.17⁹⁹

Realizado el cálculo del dimensionamiento de la pantalla de cine, se eligió la pantalla Drapper modelo Paragon de la Serie E ya que presenta pantallas de diagonal de 686-975 cms para formatos 16:9 y la obtenida en el cálculo es de 833 cms.

Tamaño de la Pantalla Drapper modelo Paragon

- **Formato NTSC/PAL 4:3:** Desde 635 cm hasta 914 cm en diagonal para la Serie V y desde 762 cm hasta 1.067 cm en diagonal para la Serie E.
- **Formato HDTV 16:9:** Desde 577 cm hasta 823 cm en diagonal para la Serie V y desde 686 cm hasta 975 cm en diagonal para la Serie E.
- **Formato 16:10:** Desde 594 cm hasta 851 cm en diagonal para la Serie V y desde 706 cm hasta 968 cm para la Serie E.

Tabla 2.18¹⁰⁰

⁹⁹ Elaboración propia.

¹⁰⁰ Catálogo de pantallas Drapper, 16. Documento PDF descargable de la página https://www.edp.tech/uploads/6/0/4/2/60427915/international_catalog_2012_spanish.pdf

2.5.2 Cálculo de lúmenes de la pantalla

Conocido el tamaño de la pantalla, se necesita saber cual es la cantidad de lúmenes necesarios cuando el cine este con luz normal, intermedia o en oscuridad para la selección del proyector.

Cálculo de lúmenes de pantalla

Área de pantalla= Altura x ancho 4,1 m x 7,25 m = 29,73 m ² .	Lúmenes= Luxes x Área de pantalla (m ²).		
Para	Luxes	Area (m²)	Lúmenes
Luz artificial normal	1000	29,73	29725
Penumbra	500	29,73	14862,5
Oscuridad	200	29,73	5945

Tabla 2.19¹⁰¹

Ya que en un cine, las películas nunca se ven con las luces encendidas, se considerará los resultados obtenidos hasta el de penumbra, por lo que, el proyector a elegir debe cubrir los 15000 lúmenes, el cual en este caso es el Christie 1500LX.

2.5.3 Cálculo del lente de proyector

La pantalla se encuentra a 1 metro de la pared, quedando 15 metros de longitud de la sala de cine, por lo que el zoom del lente debe satisfacer esta distancia

Cálculo del lente del proyector

a: ancho de la pantalla	7,1
rp:Relación de proyección	2,12
$d_{proyector} = a \times rp$	15,052
Lente zoom 2,0-2,6:1	Satisface

Tabla 2.20¹⁰²

¹⁰¹ Elaboración propia.

¹⁰² Elaboración propia.

Los lentes del proyector Crispie LX15000 vistos en la tabla 1.8, satisfacen la proyección.

2.5.4 Cálculo de visión horizontal y vertical.

Con los parámetros vistos en el capítulo I de los ángulos de visión horizontal y vertical, conoceremos en donde colocar las butacas y conocer cuantas ingresan en el lugar.

Cálculo de visión horizontal y vertical

Cálculo Visión horizontal.			
Ángulo más cercano	Máximo 80°	Ángulo más lejano	Minimo 30°
Distancia Minina		Fórmula	Total
D= Distancia de la pantalla al último espectador (m)	6	$\theta_H = 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \frac{W}{D} \right)$	62,28
H=Altura de pantalla (m)	4,1		
W= Ancho de pantalla (m)	7,25		
θ_H : Angulo de visión horizontal en grados			
θ_V : Angulo de visión Vertical en grados			
Distancia Maxima		Fórmula	Total
D= Distancia de la pantalla al último espectador	14	$\theta_H = 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \frac{W}{D} \right)$	29,0
H=Altura de pantalla	4,1		
W= Ancho de pantalla	7,25		
θ_H : Angulo de visión horizontal en grados			
θ_V : Angulo de visión Vertical en grados			
Cálculo visión vertical	Ángulo más cercano		Maximo 35°
	Ángulo mas lejano		Mínimo 15°
	Fórmula		Total
Para la última fila	$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{H}{D}$		16,3
Para la primera fila			34,3

Tabla 2.21¹⁰³

¹⁰³ Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos, se conoce que la primera fila de butacas deben ir a 6 metros de distancia con respecto a la pantalla y la última fila a 14 metros. Las butacas seleccionadas son de la marca Figueras modelo 9106 Megaseat. Para saber cuantas filas hay dentro del cálculo de visión horizontal y vertical, revisaremos la gráfica de los datos de la butaca Figueras.

Datos técnicos de la butaca Figueras modelo 9106 Megaseat

Características Técnicas

- Estructura:**
- › De tubo y chapa de acero, soldaduras al arco con hilo continuo
- Espuma de Poliuretano:**
- › Densidad del asiento: 60-65 kg/m³
 - › Densidad del respaldo: 50-55 kg/m³
- Pintura:**
- › Poliéster polvo electrostático
 - › Espesor de la capa: 70-80 micras
 - › Adherencia a la cuadrícula: 100%
- Tapicería:**
- › Normas de reacción al fuego:
 - España: UNE-EN 1021 Parte 1 y 2
 - Francia: NF D 60-013
 - Italia: UNI 9175 Clase 1.IM.
 - Alemania: DIN 66084
- Polipropileno:**
- Material: Polipropileno Copolímero IF-727
 - › Resistencia a tracción (ISO 527-2): 26 MPa.
 - › Módulo de elasticidad (ISO 527-2): 1250 MPa.
- Producto Acabado:**
- › UNE-EN 12727 Nivel 4 (uso severo)
 - › BS 5852. Clause 12. Ignition Sources 0, 1 and 5
 - › USA: CAL T.B. 133 (con tejido homologado)

Cotas

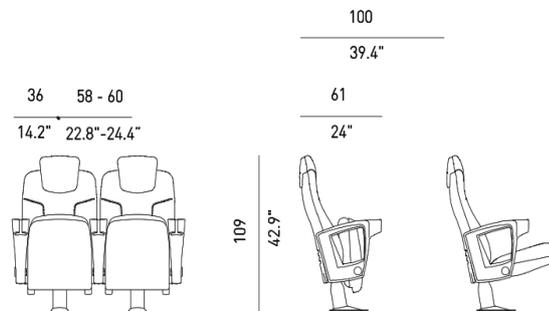


Fig 2.10¹⁰⁴

Observando los datos técnicos de la butaca, vemos que cada fila se encuentra a 1 metro por lo que habrá 9 filas en la sala. Ya que las butacas ocupan un ancho de 60 cms y en cada fila las butacas se colocan en la mitad de dos butacas, habrá 5 filas con 19 butacas y 4 filas con 18 butacas y 1.20 mts libres para el ingreso de las personas, quedando de la siguiente forma:

¹⁰⁴ Figueras, Butaca modelo 9106 Megaseat, 3. Documento PDF descargable en el link file:///C:/Users/pc2/Downloads/23_2_1494859402.pdf

Colocación de las butacas

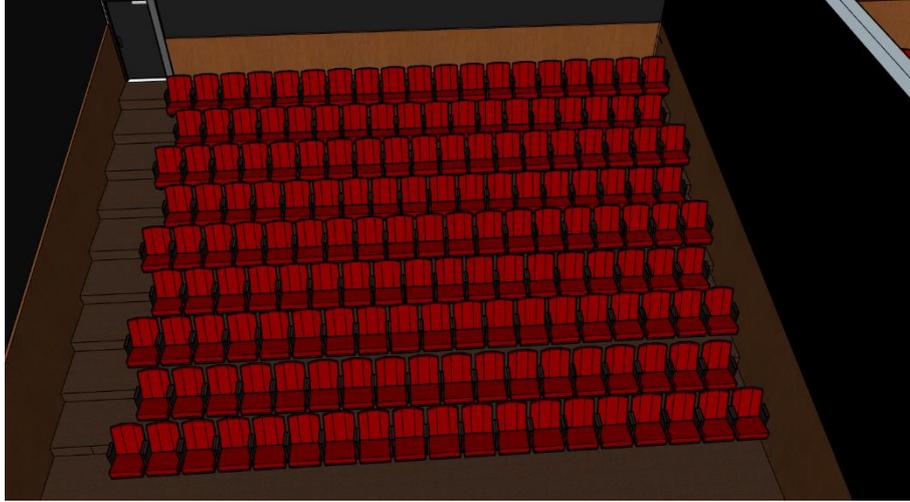


Fig 2.11¹⁰⁵

2.6 Cálculo de electroacústica.

2.6.1 Cálculo de los altavoces L,C,R

Dolby Atmos nos indicaba para pantallas de 12 mts de ancho se utilizan altavoces centrales entre L-C y L-R; pero en este caso el ancho de la pantalla es de 7.25 mts, por lo que habrá un atavoz L,C,R. Los altavoces L y R se encontrarán en los extremos de la pantalla y el altavoz C, en el centro de la pantalla. El apuntalamiento horizontal es a los $\frac{2}{3}$ de la longitud por lo que estará a los $\frac{2(15)}{3}=10$ metros de la longitud del centro acústico y del apuntalamiento vertical directo a la butaca central. La altura del altavoz al ser a los $\frac{2}{3}$ de la altura de la pantalla por lo que se encontrará a $\frac{2(4.1)}{3}= 2.73$ mts medidos en lo alto de la pantalla y desde el suelo, ya que la pantalla se encuentra a 1.20 metros, entonces los altavoces medidos desde el suelo estarán a 3.93 metros.

¹⁰⁵ Elaboración propia.

2.6.2 Cálculo de los altavoces surrounds laterales.

Para conocer la cantidad de altavoces surrounds, se utilizará el ábaco que nos proporciona Dolby Atmos, el cual está en función del dimensionamiento de la sala de cine.

Cálculo de los altavoces surrounds laterales

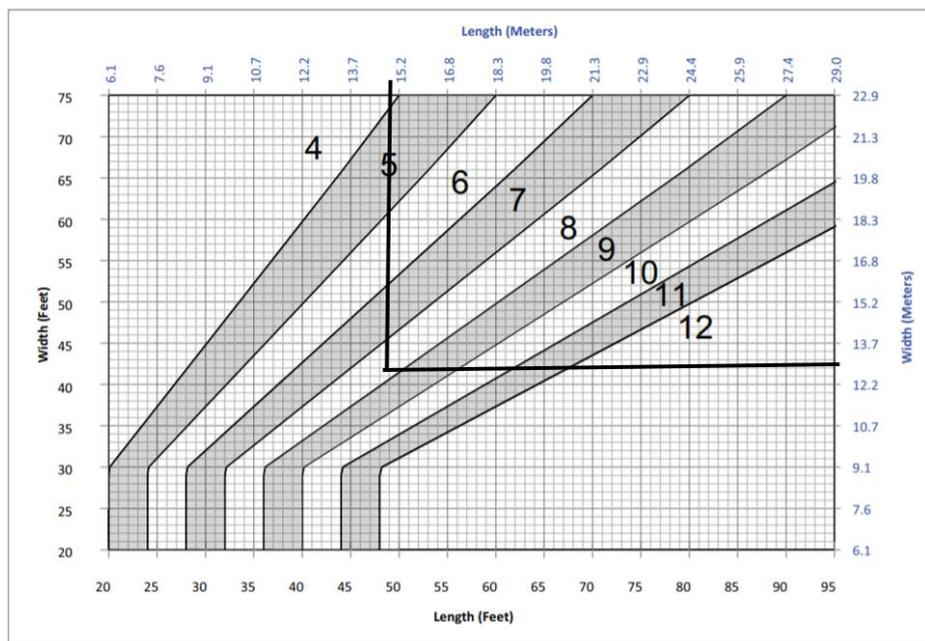


Fig 2.12¹⁰⁶

En el ábaco trazamos una línea en donde se encuentran las medidas de la sala de cine, 13 metros de ancho y 15 metros de largo a partir de la pantalla, por lo que el resultado obtenido son 8 altavoces surrounds en cada pared lateral; ando un total de 16 altavoces.

¹⁰⁶ Elaboración propia.

2.6.3 Cálculo de los altavoces surrounds traseros

Para conocer la cantidad de altavoces surrounds traseros, utilizaremos el ábaco que nos da Dolby Atmos.

Cálculo de los altavoces surrounds traseros

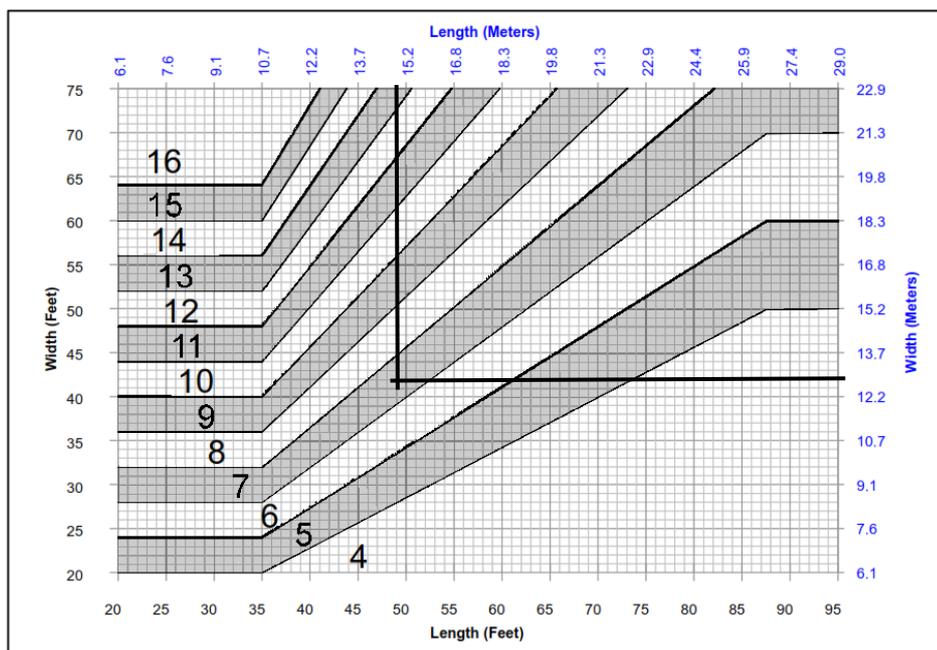


Fig 2.13¹⁰⁷

El procedimiento es igual al que se hizo para los surrounds laterales. Para la parte trasera se obtuvo que se necesita 7 altavoces surrounds.

¹⁰⁷ Elaboración propia.

2.6.4 Cálculo de la elevación de los altavoces surrounds

Como indica Dolby Atmos, los surrounds llevarán la misma altura que los altavoces L,C,R; por lo que cada surround se encontrará a 3.93 metros desde el nivel del suelo, elevándose conforme el punto en que se encuentre.

2.6.5 Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds laterales

Conocido la cantidad de surrounds necesarios para la paredes laterales y la altura en la que se encuentran, se requiere saber en que parte se los van a colocar, por lo que usaremos el parámetro de Dolby Atmos

Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds laterales

Datos	Cantidad	Fórmulas
L= Longitud de la sala a partir de la pantalla (m)	15	$\frac{L}{(2N)} \leq SCS \leq \frac{L}{N}$
N= Cantidad de altavoces surrounds laterales	8	
L/(2N)	0,94	
L/N	1,88	$\frac{L}{(2N)} \leq SWS \leq \frac{L}{N}$
SCS	1	
SWS	1	
S= Separación entre altavoces surrounds (m)	1,82	

Tabla 2.17¹⁰⁸

Mediante las fórmulas que nos dá Dolby Atmos para la colocación de los surrounds laterales, obtenemos que los surrounds inician su colocación a un metro de separación de la pared y de la pantalla y la separación entre los altavoces es de 1.82 mts.

¹⁰⁸ Elaboración propia.

2.6.6 Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds traseros

Para conocer en que parte y distancia se colocarán los altavoces surrounds traseros, se utilizará la fórmula analizada que nos da Dolby Atmos.

Cálculo de la colocación de los altavoces surrounds traseros

Datos	Cantidad	Fórmulas
W= Ancho de la sala de cine (m)	13	$S = \frac{W}{N}$ $S = \frac{W}{(N+1)}$
N= Cantidad de altavoces surrounds traseros	7	
Separación entre altavoces (m)	1,625	

Tabla 2.23¹⁰⁹

Mediante las fórmulas que nos da Dolby Atmos para la colocación de los surrounds traseros, obtenemos que estarán separados 1.625 mts entre ellos.

2.7 Cálculo de la conexión de los altavoces al amplificador

Conocido la cantidad de altavoces centrales, surrounds laterales y traseros, se procede a realizar el cálculo para conectar al amplificador y que funcione de manera óptima. Para los altavoces centrales se eligió el altavoz JBL C222HP, resultando una cantidad de 3 altavoces. Cada uno tiene 1200 w por lo que se eligió el amplificador DCI4/1250 en donde se utilizan sus tres canales y uno queda libre. El subwoofer GENERA 2400 w, por lo que se utilizará el amplificador DCI2/1250 en mono bridge para que dé una potencia de 2500w. En los surrounds al haber ocho altavoces en los laterales, se hace dos grupos de cuatro y en la parte de atrás un grupo de cuatro altavoces y otro de

¹⁰⁹ Elaboración propia.

tres. Cada altavoz tiene una potencia de 200w, por lo que el de grupo de cuatro generará 800w, y analizado el criterio que el amplificador puede tener hasta el doble de potencia, se elige el DCI2/1250 y para los surrounds traseros, un grupo tiene 3 altavoces, por lo que genera 600w , el amplificador a utilizar es el mismo DCI2/1250

Capítulo III

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En espacios territoriales en crecimiento, la implementación de infraestructuras dedicadas a la difusión de las artes visuales son necesarios, ya que por medio de ellos se crean proyectos integradores en conjunto con la comunidad y las personas inclinadas en el arte contarán con espacios en donde puedan presentar sus proyectos artísticos; dándose a conocer e incentivando a la nueva generación en aportar ideas que conlleven a nuevas propuestas artísticas; además como una forma de incentivo para que en la comunidad, en conjunto con las autoridades desarrollen proyectos de gestión artístico cultural en espacios integradores en pro del progreso del arte en el Ecuador.

Al momento de realizar proyectos de infraestructura, es necesario hacer una investigación de campo y conocer las características del lugar, ya que esa información es primordial para saber cuales serán los procedimientos a realizar para la construcción de una obra en un determinado recinto.

Tener presente las normas y parámetros de la acústica arquitectónica, video proyección y electroacústica al momento de realizar el cálculo de la sala de cine, logrando de esta forma un ambiente de confort y las personas que la visiten podrán recrearse del material audiovisual proyectado.

Recomendaciones

Siendo el presente trabajo de titulación el inicio de un proyecto integrador de diferentes especialidades, recomiendo que personas o instituciones que deseen complementar con el desarrollo del proyecto lo hagan desde las ingenierías civil para el cálculo estructural y sanitario, ingeniería eléctrica para el cálculo y planificación de la parte de abastecimiento de energía eléctrica, un arquitecto para el diseño de ampliación de los servicios funcionales como las señaléticas, seguridad, un equipo de economistas y gestores en arte y cultura para que analicen la factibilidad económica y planes de funcionamiento y operación. Todo esto, con el objetivo de que sea un proyecto sustentable y sostenible dentro de la ecología.

Referencias bibliográficas.

- Aguilar, José Carlos, *Optimización del Aislamiento Acústico a ruido aéreo en sistemas de doble pared de yeso laminado y lana de roca*
- Arribas Perez/García Lobato, *Diseño y acondicionamiento acústico y electroacústico de una sala de proyecciones en 3D.*
- Astudillo Alarcón, Revista “Medicina y Cine” ,volumen 13
- Baez Elena Elorza/Lorena Jijon Ibarra,,*Diseño Arquitectonico de un Centro de Convenciones Universitario.*
- Bueno Jimenez/tellez León, *Altavoces.*
- Cabezudo Casado,Oscar, *Procedimiento de diseño Acústico y Electroacústico de sistemas tipo.*
- Carrión Isbert, Antoni,Libro “Diseño acústico de espacios arquitectónicos”
- Corbí Albella, Dídac, Tesis “*Diseño y acondicionamiento acústico de la sala de grabación musical de Basic Productions en Valencia*”
- Christie, Manual de proyector Christie 1500LX
- Dolby Atmos, Guía de Dolby Atmos, Especificaciones
- Dolby Atmos, Manual del procesador de audio CP850
- Dolby Atmos, Manual del servidor DCP2000
- Drapper, Catálogo de pantallas Drapper.
- «El telégrafo»,*El cine ecuatoriano está entrando a una nueva etapa.*

- Estelles Díaz, Ricardo, Aislación acústica, Curso de Acondicionamiento Acústico de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, Montevideo
- Figueras, Butaca modelo 9106 Megaseat.
- Formato de pantallas, información obtenida de la página todovisual.com
- García Pinzón y Vargas Olvera, *Diseño electroacústico de un auditorio equipado como Sala Cinematográfica.*
- Higini Arau, *ABC de la Acústica.*
- Isover, Las clases de confort acústico.
- JBL, Especificaciones técnicas del altavoz C222HP
- JBL, Especificaciones técnicas del altavoz surround 9300
- JBL, Especificaciones técnicas del asubwoofer 4642A
- JBL, Manual de referencia para el Diseño de Sistema de Sonido
- Lamela Pazos, Carlos, Conceptos fundamentales.
- Mena Erazo, Paul «Arte Ecuador», *El cine ecuatoriano en camino ascendente.*
- Megafonía, principios básicos.
- Meyer Sound, Guía para Set Powered, Altavoces
- Ordoñez Alonzo, Fredy Ademar, Teoría Electroacústica.
- Pacheco Chiriguaya, Tatiana Isabel, *Rediseño integral del Auditorio Alfonso Correa Rodas.*
- Piso flotante, Manual del piso flotante Acousticork T66.
- Prieto Hernández, Juan Carlos, *Tesis Estudio Acústico de la Sala 25 de los Cines Kinèpolis.*
- R.Josse, *La Acústica en la Construcción.*

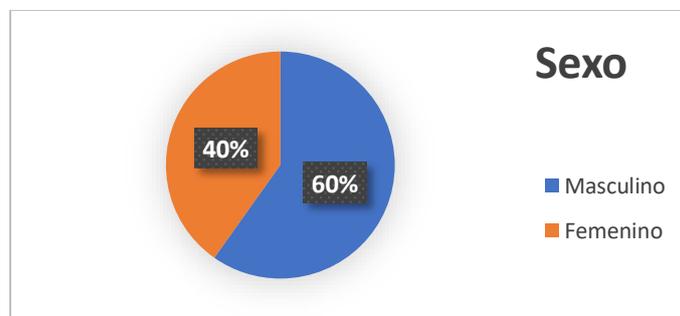
- Vasquez Zurita, *Implementación de una guía sobre la protección al ruido en sistemas constructivos para la Norma Ecuatoriana de la Construcción*
- Sandoval Cárdenas, marco Vinicio, *Proyecto de factibilidad para la creación y ejecución de salas de cine en la Ciudad de Latacunga.*
- Salvador Goroite, Marco Antonio, *Propuesta de Acondicionamiento Acústico y Acondicionamiento Sonoro del Centro Cultural Sucua.*
- Tabla de densidad y peso específico de la empresa ATPP Lleal

ANEXOS

La información contenida en estos anexos incluye: encuestas, manuales, información sobre el piso flotante y planos de la sala de cine. Todas las encuestas y los planos son de elaboración propia. El resto de información proviene de las páginas web de las distintas compañías.

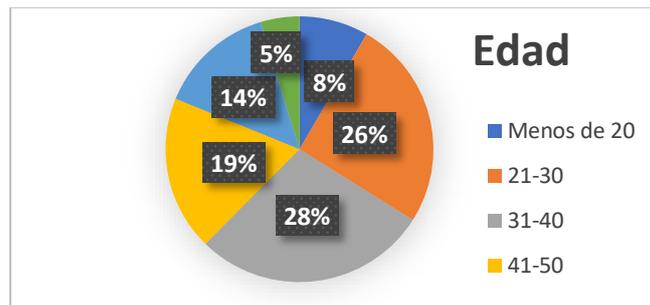
Anexo 1. Resultado de las encuestas realizadas en el cantón Naranjal acerca del diseño acústico arquitectónico de una sala de cine.¹¹⁰

Sexo	Cantidad
Masculino	229
Femenino	154
Total	383



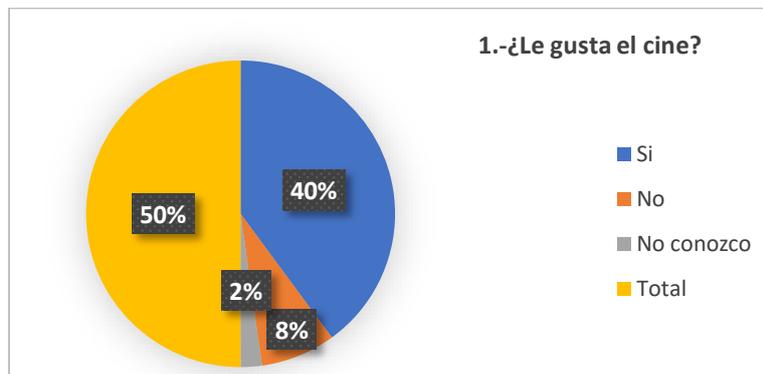
Edad	Cantidad
Menos de 20	32
21-30	98
31-40	109
41-50	72
51-60	54
Mas de 60	18
Total	383

¹¹⁰ Elaboración propia.



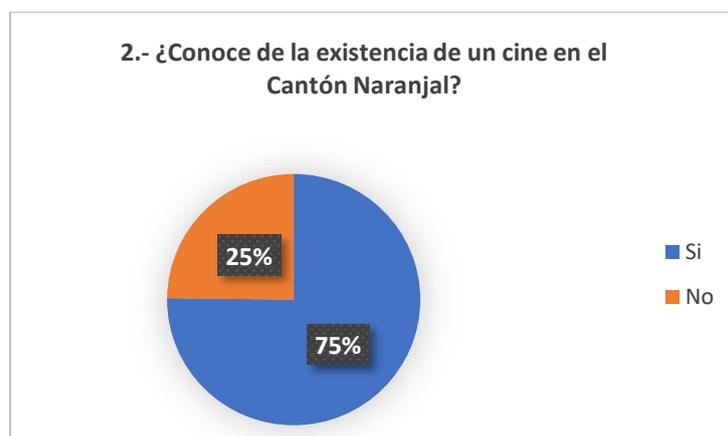
1.-¿Le gusta el cine?

Si	306
No	60
No conozco	17
Total	383



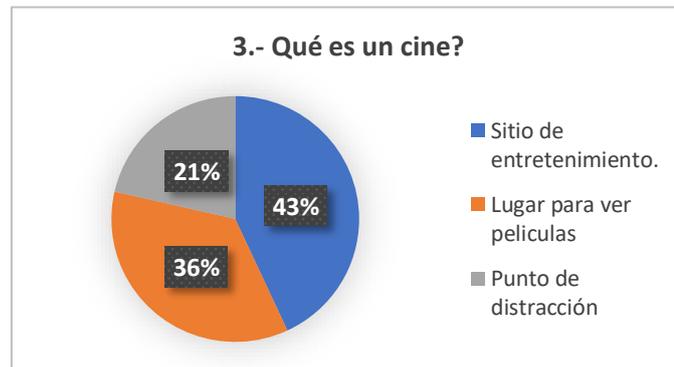
2.- ¿Conoce de la existencia de un cine en el cantón Naranjal?

Si	288
No	95
Total	383



3.- ¿Qué es un cine?

Sitio de entretenimiento.	165
Lugar para ver películas	136
Punto de distracción	82
Total	383



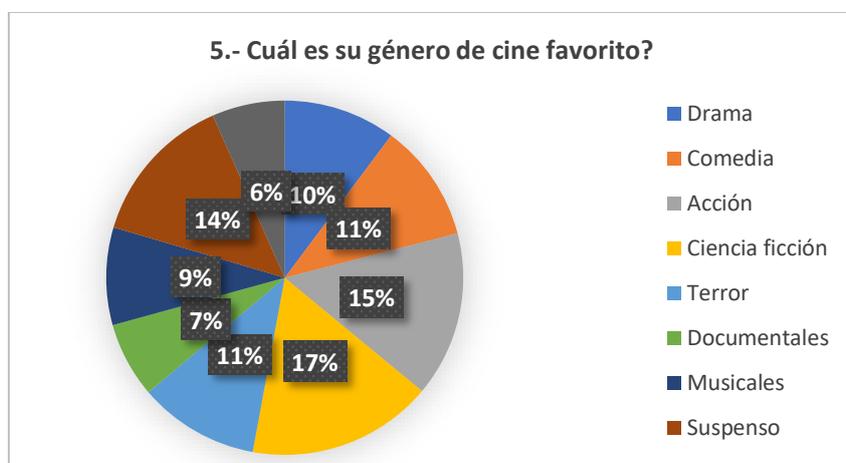
4.- ¿En qué lugar prefiere ver una película?

Salas de cine.	250
Cine en casa.	85
Sin preferencia	48
Total.	383



5.- ¿Cuál es su género de cine favorito?

Drama	145
Comedia	154
Acción	215
Ciencia ficción	240
Terror	156
Documentales	98
Musicales	127
Suspenso	197
Animado	94



6.- ¿En dónde ha recurrido a observar cine? Si la respuesta es otra ciudad, especifique cuál y por qué.

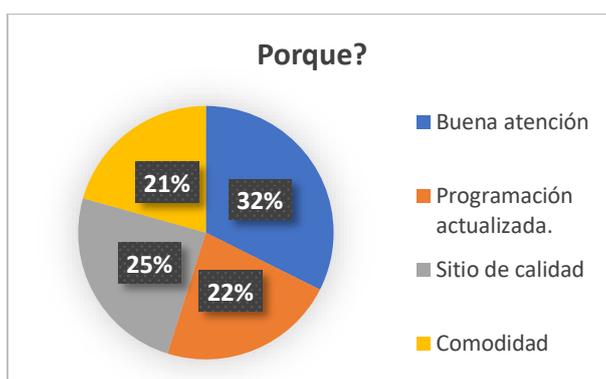
En la ciudad	107
Otra ciudad	276
Total	383



Que ciudad	
Guayaquil	221
Quito	64
Cuenca	98
Total	383

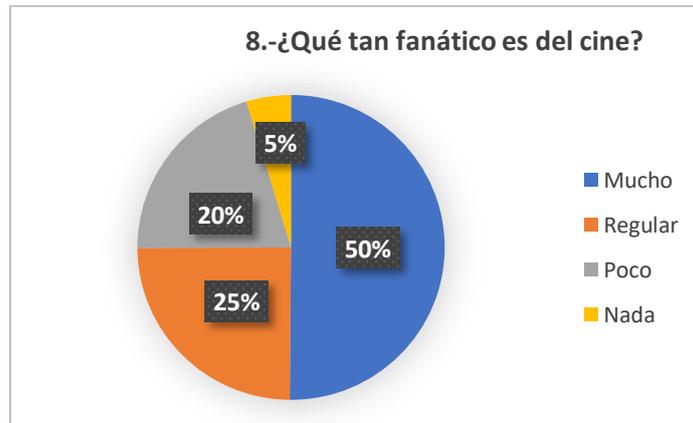


Porque?	
Buena atención	250
Programación actualizada.	173
Sitio de calidad	189
Comodidad	159



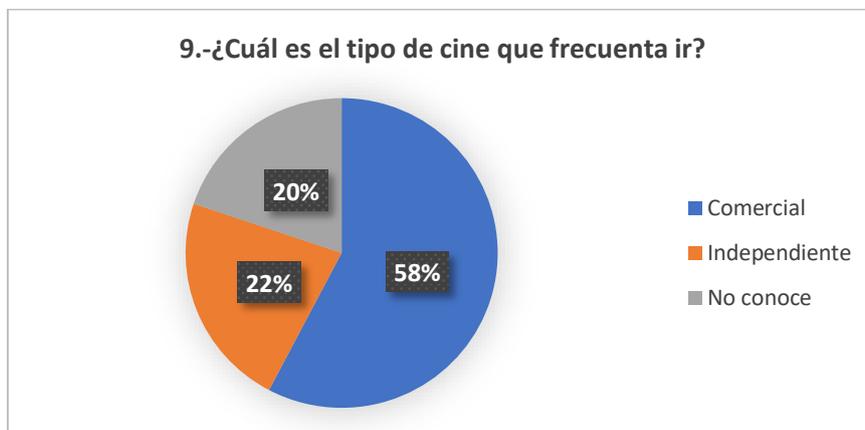
8.- ¿Qué tan fanático es del cine?

Mucho	192
Regular	95
Poco	78
Nada	18
Total	383



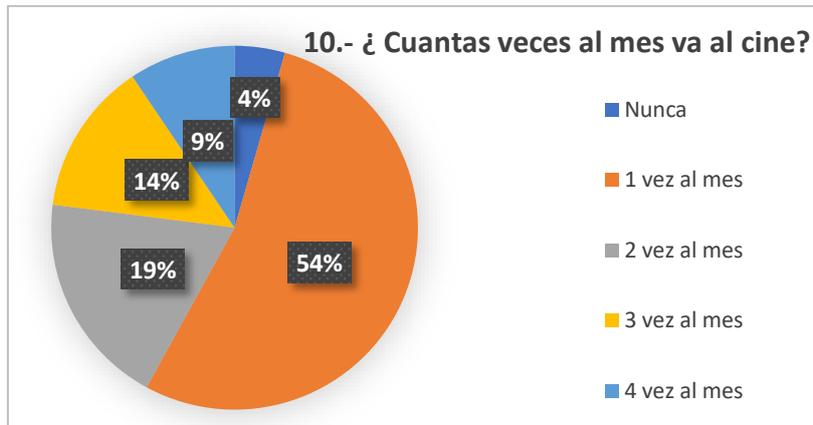
9.-¿Cuál es el tipo de cine al que frecuenta ir?

Comercial	221
Independiente	86
No conoce	76
Total	383



10.- ¿Cuántas veces al mes va al cine?

Nunca	17
1 vez al mes	205
2 vez al mes	73
3 vez al mes	52
4 vez al mes	36
Total	383



11.-¿Si la respuesta anterior es nunca, indique las razones?

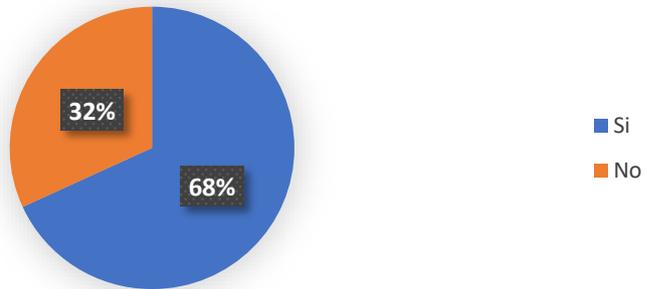
No tiene tiempo	8
Precios elevados	6
No hay cine cercano a la ciudad	3
Total	17



12.-¿Considera que en la ciudad de Naranjal es necesaria la implementación de una o más salas de cine? Justifique su respuesta.

Si	261
No	122
Total	383

12. ¿Considera que en la ciudad de Naranjal es necesaria la implementación de una o más salas de cine?



Porque?

Hace falta un centro de entretenimiento	247
Lugar para ver películas con amigos y familiares.	235
Poder observar cuáles son las películas de estreno	156



Anexo 2: Manuales de los altavoces y equipo técnico elegidos para la sala de cine

Altavoz central JBL C222HP¹¹¹

SPECSHEET

C222HP

Two-Way ScreenArray® Cinema Loudspeakers



Specifications:

System	
Frequency Response (-3 dB)	44Hz - 18kHz
Frequency Response (-6 dB)	40Hz - 20kHz
Frequency Response (-10 dB)	36Hz - 20kHz
Max Continuous SPL	135dB
Hor. Coverage (-6dB)	100 deg. @ 4kHz
Vert. Coverage (-6dB)	Asymmetrical 60° (+25, -45 @ 4kHz)

Electrical	
LF Nominal Impedance	4Ω
HF Nominal Impedance	8Ω
LF Minimum Impedance	3.15Ω @ 140Hz
HF Minimum Impedance	3.89Ω @ 9kHz
LF Power Handling (2Hr AES Rating)	1200W
LF Power Rating (100Hr AES Rating)	720W
HF Power Handling (2Hr AES Rating)	85W
LF Power Rating (100Hr AES Rating)	51W

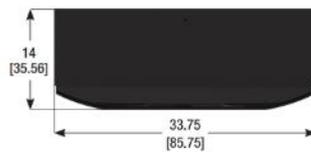
Free Field Sensitivity	
LF Sensitivity	103 dB SPL @ 2.83V
HF Sensitivity	112 dB SPL @ 2.83V

Transducers	
Low Frequency	2 x 2275H-BK
High Frequency	2 x 2515XP-J

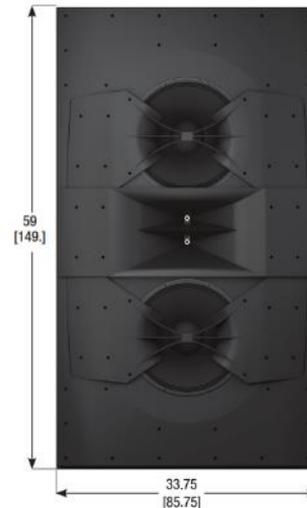
Furthest Seat	
Meters	35
Feet	115

Physical	
Dimensions (H x W x D) - Inches	59 x 33.75 x 14
Dimensions (H x W x D) - CM	149.8 x 85.73 x 35.56
Input Connectors	Screw Terminal Barrier Strip

Dimensions:



Dimensions: Inches [cm]



¹¹¹ http://www.jblpro.com/ProductAttachments/JBL_C222HP_SpecSheet_9_13_18.pdf

Altavoz Surround JBL 9300¹¹²

SPECSHEET

9300

Two-Way Passive Cinema Surround Loudspeaker



Specifications:

System	
Frequency Range (-10 dB)	50 Hz – 25 kHz (2pi) 60 Hz – 25 kHz (4pi)
Frequency Range (±3 dB)	60 Hz – 20 kHz (2pi) 100 Hz – 20 kHz (4pi)
Coverage Pattern	110° x 60° asymmetric, >2 kHz
Input Power Handling (AES 100-Hour Rating)	125 W (30 V)
Input Power Handling (AES 2-Hour Rating)	200 W (40 V)
Free-Field (4pi) Sensitivity	93 dB SPL, 1 W @ 1m, ref 2.83 V
Half-Field (2pi) Sensitivity	96 dB SPL, 1 W @ 1m, ref 2.83 V
Calculated Maximum dB SPL	119 dB continuous, 125 dB peak
Rated Impedance	8 ohms
Minimum Impedance	7 ohms @ 200 Hz
Crossover Frequency	2800 Hz

Transducers	
Low Frequency	610H: 250 mm (10 in), 51 mm (2 in) voice coil
High Frequency	2414H-1: 25 mm (1 in), 25 mm (1 in) voice coil
Enclosure	
System Polarity	Woofer (IEC), HF (JBL)
System Protection	Network only
System Input Type	Banana
Enclosure Volume	1700 sq in (unoccupied)
Dimensions (H x W x D)	55.88 cm x 40.64 cm x 27.94 cm (22 in x 16 in x 11 in)
Weight (each)	9.53 kg (21 lb)
Mounting Bracket Compatibility	JBL 2520

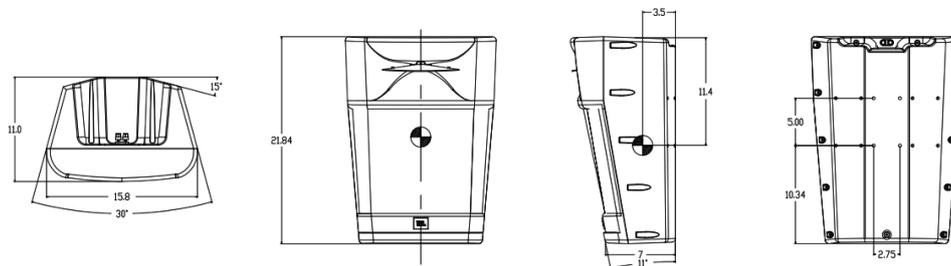
JBL continually engages in research related to product improvement. Some materials, production methods and design refinements are introduced into existing products without notice as a routine expression of that philosophy. For this reason, any current JBL product may differ in some respect from its published description, but will always equal or exceed the original design specifications unless otherwise stated.

Amplifier Recommendations:

	Number of Surround Speakers/Channels	Amplifier
Good Solution	1	XLC 2500
	2-4	XLC 2800
Better Solution	1-3	DSI 1000
	4	DSI 2000
Best or Immersive Solution	1	DCi 1300
	2	DCi 1600
	3	DCi 11250
	4	DCi 11250

Dimensions:

Dimensions in Inches



Note: specifications are subject to change without notice. 12/2018. © 2018 Harman International. www.jblpro.com

¹¹² <http://www.jblpro.com/ProductAttachments/9300%20Spec%20Sheet.pdf>

Altavoz LFE 4642A¹¹³

JBL

4642A

Dual 460 mm (18 in)
Subwoofer System

Professional Series

Key Features:

- ▶ 1200 Watts Continuous Pink Noise, 2400 Watts Continuous Program Power Handling
- ▶ Usable response to 22 Hz (-10 dB, no EQ), flat to 22 Hz (-3 dB) with External EQ
- ▶ 2241H VGC™ Vented Gap Cooled Drivers
 - High Sensitivity
 - Low Power Compression
 - High Maximum-SPL Capability
 - Low 2nd and 3rd Harmonic Distortion
 - Symmetrical Field Geometry SFG™ Magnet Structure
 - Long Excursion Capability
- ▶ Approved by Lucasfilm, Ltd. for THX® installations



The JBL Model 4642A is a high quality subwoofer system, featuring an advanced technology 460 mm (18 in), low frequency transducers mounted in a direct radiator, bass-reflex enclosure for smooth response to the lowest audible frequencies. The 4642A is ideal for low-frequency augmentation of either analog or digital soundtracks in motion picture theaters and for general sound reinforcement applications.

Transducer:

The 2241H transducer utilizes the patented Vented Gap Cooling (VGC) process*, which pumps air through the magnetic gap and directly over and around the voice coil, providing immediate heat transfer and a reduction in operating temperature. This increases power handling while reducing power compression.

Through the use of computer-aided magnet optimization and analysis techniques, JBL engineers were able to optimize magnet weight, flux density and field saturation, resulting in a 2.6 kg (6.5 lb) reduction in overall driver weight and a significant reduction in harmonic distortion. This magnet structure offers much of the weight advantage of rare earth magnet structures without the prohibitive cost, enabling the system to carry a 1200 watt continuous AES pink noise power rating.

*U.S. Patent #5,042,072. Foreign Patents Pending.

Specifications:

TRANSUDCERS:		Two JBL Model 2241H 460 mm (18 in) Low Frequency Transducers	
SYSTEM:			
Rated Impedance:		4 ohms	
Minimum Impedance:		3.2 ohms	
POWER HANDLING CAPABILITY:			
Continuous Pink Noise ¹ :		1200 Watts	
Continuous Program ² :		2400 Watts	
Peak Power ³ :		4800 Watts	
OUTPUT CAPABILITY:			
Axial Sensitivity ⁴ :		50 Hz to 500 Hz; 101 dB, 1W @ 1m 40 Hz to 100 Hz; 100 dB, 1W @ 1m	
Power Compression ⁵ :		At -10 dB power (120 W): 0.8 dB At -3 dB power (600 W): 2.6 dB At rated power (1200 W): 4.3 dB	
Half-Space Reference Efficiency ⁶ :		Single Module	Two Modules
Max. Continuous Acoustical Power Output:		70 W	209 W
Maximum Continuous SPL @ 1 meter ⁷ :		131 dB	136 dB
Maximum Peak SPL @ 1 meter ⁸ :		137 dB	142 dB
FREQUENCY RESPONSE ⁹ :			
Lower Frequency Limits (no EQ):			
-10 dB: 22 Hz			
-3 dB: 35 Hz			
Lower Frequency Limits (with EQ):			
-10 dB: 20 Hz			
-3 dB: 22 Hz			
Recommended Crossover Frequencies:			
High-pass: 20 Hz, 12 dB/octave or greater			
Low-pass: 80 Hz to 150 Hz, 12 dB/octave or greater			
Distortion ¹⁰ :		2nd harmonic: <2% 3rd harmonic: <2%	
System Polarity:		EIA Standard. Positive voltage to RED terminal produces forward cone motion.	
Input Connectors:		Color-coded push terminals	
Net Weight:		98 kg (216 lbs.)	
Shipping Weight:		109 kg (240 lbs.)	
ENCLOSURE:			
Materials and Finish:		19 mm (¾ in) particle board with 25 mm (1 in) baffle and back panel. Extensive bracing on all panels	
Enclosure Tuning Frequency:		25 Hz	
Net Internal Volume:		506 liters (18 cu. ft)	
Dimensions:		762 mm x 1219 mm x 610 mm H x W x D	
		30 in x 48 in x 24 in	

See footnotes on back ⇨

¹¹³ <http://www.jblpro.com/ProductAttachments/4642A%20Spec%20Sheet.pdf>

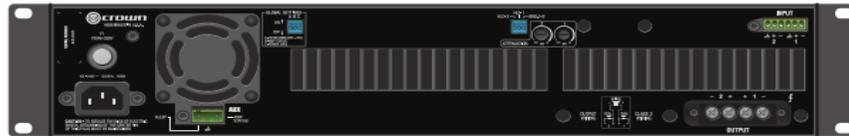
Amplificador Dci¹¹⁴



DCi 8|600 model shown



DCi 4|1250 model shown



DCi 2|1250 model shown

Power Matrix

Model	Channels	2Ω	4Ω	8Ω	70Vrms	100Vrms
2 300	2	150W	300W	300W	300W	300W
2 600	2	300W	600W	600W	600W	600W
4 300	4	150W	300W	300W	300W	300W
4 600	4	300W	600W	600W	600W	600W
8 300	8	150W	300W	300W	300W	300W
8 600	8	300W	600W	600W	600W	600W
2 1250	2	1250W	1250W	1250W	1250W	1250W
4 1250	4	1250W	1250W	1250W	1250W	1250W

Performance Specifications	2 300	4 300	8 300	2 600	4 600	8 600	2 1250	4 1250
Frequency Response (8Ω, 20Hz - 20kHz)	±0.25dB							
Signal to Noise Ratio (A-weighted)	>108dB							
Total Harmonic Distortion (at full rated power, 20Hz - 20kHz)	0.35%							
Voltage Gain	34dB							
Damping Factor (20Hz to 100Hz)	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1500	>1500
Input Impedance (nominal balanced, unbalanced)	10kΩ, 5kΩ							
Maximum Input Level before Compression	+20dBu							
Maximum Input Level Before Clipping	+26dBu							
Load Impedance Stereo/Dual Mode	2Ω - 16Ω; 70Vrms and 100Vrms							
Load Impedance Bridge Mono	4Ω - 16Ω; 140Vrms and 200Vrms							
Cooling	Continuously variable speed forced air, front to back airflow							
Maximum Fan Noise (re dBA SPL @ 1M)	45	45	47	45	45	47	45	47
Required AC Mains (± 10%)	100Vrms - 240Vrms ~50/60Hz							
IEC Power Connector	15A IEC	15A IEC	15A IEC	15A IEC	15A IEC	20A IEC	15A IEC	20A IEC

Physical Specifications

Width	19 in. (48.3 cm)							
Height	3.5 in. (8.9 cm)							
Depth	14.25 in. (35.63 cm) DCi 8 600 & 4 1250: 17 in. (42.5 cm)							
Weight	DCi 2 300 & 2 600: 18.8lbs (8.53kg); DCi 4 300 & 4 600: 20.1lbs (9.12kg); DCi 8 300 & 2 1250: 23.5lbs (10.66kg); DCi 8 600 & 4 1250: 30lbs (13.60kg)							

Procesador de audio Dolby Atmos CP850.¹¹⁵



Rear Panel Interfaces



CONNECTOR	DESCRIPTION
1 × DB25	8 × AES (16-channel) input
2 × BNC	Two AES-3id inputs
1 × Toslink™	One optical digital audio input
1 × RCA	S/PDIF input
2 × HDMI®	Two HDMI inputs that can be routed to the HDMI output
1 × HDMI	One HDMI pass-through output
RCA stereo	Non-sync input
2 × XLR	Two microphone inputs for alignment and PA
1 × Gig-E	Command interface for theatre network and web UI traffic
2 × Gig-E	Dolby Atmos Connect interface
1 × DB9	Standard 9-pin serial port
2 × DB25	16-channel electronically balanced analog outputs
2 × RCA	Hearing Impaired (HI)and Visually Impaired Narrative (VI-N) outputs
1 × DB25	Contact closure automation; eight assignable macros, mute, and a three-wire volume control
1 × IEC 60320	Power cable connector
1 × RCA	Booth monitor output
1 × BNC	DCI channels 13 and 14 pass-through for ancillary theatre system syncing

¹¹⁵ http://www.kelonik.com/pdf/DolbyAtmos_CP850_brochure_web.pdf.6

Servidor Dolby Cinema DCP2000¹¹⁶



Dolby Cinema Server DCP-2000

PLAYBACK

- JPEG 2000 2K or 4K movie and preshow file playback at 2K resolution—12-bit 4:4:4 (XYZ, RGB) on dual-link HD-SDI
- MPEG-2 MXF Interop movie, preshow, and alternative content file playback
- 3D—JPEG 2000 movies and 48p playback via dual 10-bit 4:2:2 (YPbPr/YCxCz)

SECURITY

- Texas Instruments CineLink™ II Strong Link Encryption
- DCI-compliant forensic watermarking (FIPS 140-2 Level 3 security certified)

INTERFACE

- Gigabit Ethernet for file transfer
- Gigabit Ethernet for control and subtitling
- RS-422 serial control port
- USB 2.0
- External control of captioning devices WGBH and PCS (optional)

STORAGE

- Up to 4 TB of RAID 5 storage

AUDIO

- AES/EBU audio digital, 16 channels
 - Single DB-25 connector
- Balanced or unbalanced analog audio, eight channels (two options available)
 - Single DB-25 connector internal board
 - External digital audio (DB-25) to analog audio converter in a 1-U rackmount chassis

GPIO

- Eight optically isolated inputs
- Eight open collector outputs

VIDEO OUTPUT

- Dual-link HD-SDI with physical link encryption

OUTPUT RESOLUTION

- Dual-link 2048 × 1080 24p 4:4:4 12 bit
- Two single-link 2048 × 1080 24p 4:2:2 10 bit

POWER

- Dual-redundant power supply
- 100–240 VAC; 50–60 Hz (2 × 300 W)

DIMENSIONS

- 3U rack unit
- 48 × 56 × 13 cm (19" × 22" × 5.25")

¹¹⁶ <https://www.dolby.com/us/en/professional/cinema/products/Dolby-DCP2000-Product-Sheet.pdf>,2.

Projector Crishpie Lx1500¹¹⁷

Technical Specifications

LX1500 (103-013100-01)				
Image	<ul style="list-style-type: none"> 15,000 ANSI lumens Contrast ratio: 2000:1 			
Display technology & resolution	<ul style="list-style-type: none"> 3 X 1.8" LCD Native XGA 1024 x 768 resolution 			
Input signal compatibility	<ul style="list-style-type: none"> VGA through UXGA Accepts and displays all currently known DTV/HDTV formats (from 480i through 1080i plus SDI and HD-SDI using optional input module) 10-bit image processing 			
Scan rates	<ul style="list-style-type: none"> Horizontal: 15–120 kHz, Vertical: 50–120 Hz 			
Pixel clock	<ul style="list-style-type: none"> 230 MHz 			
Inputs, control & networking	<ul style="list-style-type: none"> Input 1: HD15 and DVI-I Input 2: RGBHV, Y,Pb,Pr, Y/C, s-video Input 3 and 4: open slots DB9 RS-232 in and out USB Wired remote jack 			
Dimensions	<ul style="list-style-type: none"> Weight: 80.3 lb (36.5 kg) Size (L x W x H): 31.9 x 22.8 x 9.9" 			
Lamp	<ul style="list-style-type: none"> 330W NSH Lamp life: 2000 hrs (max brightness) User replaceable 			
Optical system	<ul style="list-style-type: none"> Fast Lens Change (FLC™) mount Power adjustable zoom, focus Optional fixed lenses: 0.8:1, 1.2:1, 7.0:1 Optional zoom lenses: 1.1–1.5:1, 1.5–2.0:1, 1.3–1.8:1, 2.0–2.6:1, 2.6–3.5:1, 3.5–4.6:1, 4.6–6.0:1, 6.3–9.0:1 Up/down, left/right shift Image elevation up to 5.7° Horizontal and vertical offset up to 120% vertical and 78% horizontal (depending on lens) 			
Power requirements	<ul style="list-style-type: none"> 220V AV, 9.7A Power consumption: 1800W max 			
Standard accessories	<ul style="list-style-type: none"> Line cords for US and EU operation Wireless remote unit with laser pointer User manual including start-up guide and CD-ROM Computer cable Integrated carrying handles 			
Optional accessories	<ul style="list-style-type: none"> Input modules: HD15, DVI-I, 5-BNC, dual SDI/HD-SDI, Waring/Blending Shipping case Ceiling mount 			
Operating environment	<ul style="list-style-type: none"> Temperature: 40 to 95° F (5 to 35° C) Humidity: 20–80% (non-condensing) Altitude: 0–8558ft (0–2700m) Audible noise: 51 dBA 			
Regulatory approvals	<ul style="list-style-type: none"> FCC Class A EN5502 Class A, CE RoHS compliant CSA 22.2 No 950, UL 1950 cUL IEC950 (EN60950) 			
Limited warranty	<ul style="list-style-type: none"> 3 years parts and labor (excluding lamp) Lamp: 120 days or 500 hrs, whichever comes first 			
Corporate offices	Worldwide offices			
USA – Cyprus ph: 714-238-8610 Canada – Kitchener ph: 519-744-8005	United Kingdom ph: 44 118 977 8000 Germany ph: +49 2161 664540 France ph: +33 (0) 1 41 21 44 04	Hungary/Eastern Europe ph: +36 (0) 1 47 48 100 South Africa ph: +27 (0) 317 671 347 Singapore ph: +65 6677 8737	Shanghai ph: +86 21 0278 7708 Beijing ph: +86 10 6561 0240	Korea ph: +82 2 702 1601 Japan ph: +81 3 3599 7481



▲ The LX1500 offers reliability, dependability, flexibility and is compatible with a full array of video and data inputs.



▲ With a range of 11 high-performance fixed and zoom lenses to choose from, the LX1500 is a choice projector.



▲ Power at your finger tips; Christie's projectors are made with you in mind.



For the most current specification information, please visit www.christiedigital.com

Copyright 2007 Christie Digital Systems, Inc. All rights reserved. All brand names and product names are trademarks, registered trademarks or trademarks of their respective holders. Canadian manufacturing facility is ISO 9001 and 14001 certified. Performance specifications are typical. Due to constant research, specifications are subject to change without notice. Printed in Canada on recycled paper. 2229 Sept 07



CHRISTIE

Pantalla Drapper Paragon¹¹⁸

Paragon: La más grande pantalla motorizada



Paragon Case

Paragon

Ideal para auditorios y salones de conferencia. La carcasa de aluminio extruido blanco se puede colgar en cualquier lugar.

- **Paragon/Serie V:** Incluye un sistema de tensión por los bordes de Draper. Superficie de visualización de la familia OptiFlex: Matt White XT1000V. Familia CineFlex: CineFlex CH1200V, CineFlex MH800V, and CineFlex Dual XT600V. Familia ClearSound: ClearSound Perf XT900V.
- **Paragon/Serie E:** Superficie de visualización de la familia OptiView: Matt White XT1000E y Glass Beaded CH3200E.

Opciones

- **Caída adicional:** Del color de la superficie o de color negro para la Serie E. En negro para la Serie V.
- **Bordes negros de enmascaramiento:** Estándar en la mayoría de las pantallas Paragon y opcional en los formatos AV.
- **Controles:** Se puede suministrar con las opciones estándar de control. Consulte la página 19.
- **Juego de soportes para montaje en pared:** Incluye los soportes para conectar la carcasa a la pared.

- **Juego de bridas para las losetas del cielo raso:** Juego de aluminio extruido blanco para sostener las losetas del cielo raso.

Tamaños

- **Formato NTSC/PAL 4:3:** Desde 635 cm hasta 914 cm en diagonal para la Serie V y desde 762 cm hasta 1.067 cm en diagonal para la Serie E.
- **Formato HDTV 16:9:** Desde 577 cm hasta 823 cm en diagonal para la Serie V y desde 686 cm hasta 975 cm en diagonal para la Serie E.
- **Formato 16:10:** Desde 594 cm hasta 851 cm en diagonal para la Serie V y desde 706 cm hasta 968 cm para la Serie E.
- **Formato AV:** Desde 412 cm x 549 cm hasta 549 cm x 732 cm para la Serie V y desde 457 cm x 610 cm hasta 640 cm x 854 cm para la Serie E.

Se dispone de formatos y tamaños a la medida.

Número de patente para los Estados Unidos: 6,873,461.

Butaca Figueras Modelo 9106 Megaseat¹¹⁹

9106 Megaseat



Características Técnicas

Estructura:

- › De tubo y chapa de acero, soldaduras al arco con hilo continuo

Espuma de Poliuretano:

- › Densidad del asiento: 60-65 kg/m³
- › Densidad del respaldo: 50-55 kg/m³

Pintura:

- › Poliéster polvo electrostático
- › Espesor de la capa: 70-80 micras
- › Adherencia a la cuadrícula: 100%

Tapicería:

- › Normas de reacción al fuego:
 - España: UNE-EN 1021 Parte 1 y 2
 - Francia: NF D 60-013
 - Italia: UNI 9175 Clase 1.IM.
 - Alemania: DIN 66084

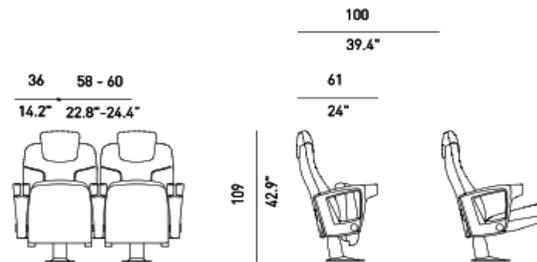
Polipropileno:

- Material: Polipropileno Copolímero IF-727
- › Resistencia a tracción (ISO 527-2): 26 MPa.
- › Módulo de elasticidad (ISO 527-2): 1250 MPa.

Producto Acabado:

- › UNE-EN 12727 Nivel 4 (uso severo)
- › BS 5852. Clause 12. Ignition Sources 0, 1 and 5
- › USA: CAL T.B. 133 (con tejido homologado)

Cotas



Características Funcionales

Butaca modular de generosas dimensiones compuesta de elementos totalmente intercambiables

› La distancia mínima entre ejes es de 58 cm, de valor nominal. Esta distancia no se consigue con la incorporación de brazos más anchos o suplementos entre las plazas, sino por un incremento de la dimensiones de asiento y respaldo, con lo cual el espacio mínimo real para el usuario es de 56 cm., una medida que proporciona un elevado nivel de confort.

› El asiento y respaldo están compuestos por bloques de espuma de poliuretano moldeada, que llevan incorporada una estructura interior metálica y la tapicería totalmente integrada a la espuma mediante el sistema Integral Form, sin costuras ni cosidos. El sistema Integral Form garantiza una pieza exacta a la original en caso de reposición. Entre la tapicería y la espuma, tanto en asiento como en respaldo, puede incorporarse una cortina antifuego - TS System - que evita que el fuego penetre hasta la espuma retardando la emisión de gases tóxicos y la propagación de las llamas.

› La colchoneta de respaldo está conformada anatómicamente incorporando unos canales verticales y horizontales. La colchoneta de asiento es de forma anatómica y lisa, sin ningún tipo de canal o regata para evitar la acumulación de suciedad.

› El asiento y respaldo están protegidos por unas cubetas de polipropileno totalmente lavables y que protegen la tapicería en sus partes posteriores.

› El asiento es de plegado automático mediante un sistema de doble resorte insertado en el interior de la cubeta del asiento (testado a 500.000 ciclos), sin necesidad de ningún tipo de lubricación y extremadamente silencioso. La butaca está montada sobre un pie central sujeto a un puente de unión interno que interconecta las distintas butacas y permite la formación de filas totalmente rígidas y estables. Los pies son de estructura tubular de acero, y están acabados en pintura poliéster negra o gris. La fijación al suelo es mediante tacos de expansión.

› La butaca se adapta a la pendiente específica de la sala por la base del pie. Las filas se conforman mediante respaldos interconectados y permite la formación de filas totalmente rígidas y estables, reforzando la fijación al suelo.

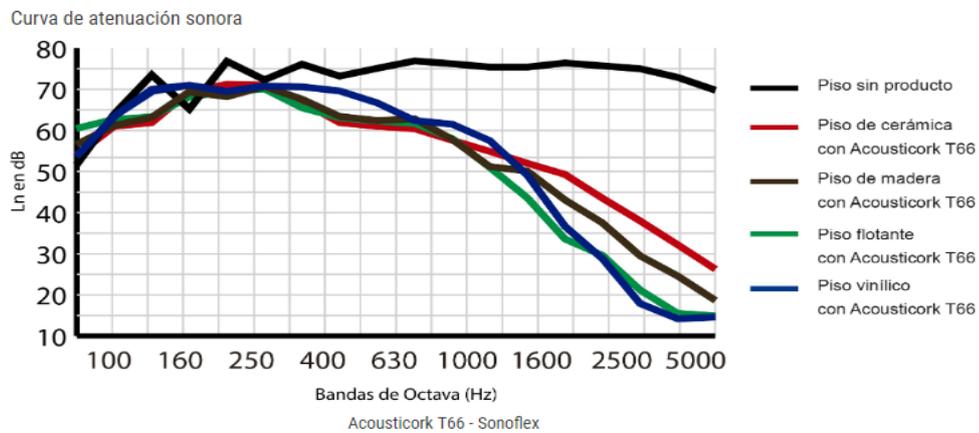
› Los brazos son de espuma de poliuretano semirrígida, con estructura metálica interior, incorporando de forma compacta y en una única pieza, un posavasos integrado.

› Tanto asiento como respaldo incorporan el sistema acústico TX, un conjunto de orificios en la parte posterior que permiten una excelente respuesta acústica. Opcionalmente el respaldo puede incorporar en su parte posterior superior una pieza de tapicería. El asiento puede, opcionalmente, estar totalmente tapizado y no perder ninguna de sus propiedades acústicas.

¹¹⁹ Figueras, butaca modelo 9106 Megaseat.

Anexo 3. Piso flotante

Piso flotante Acousticork T66¹²⁰



- **Piso cerámico:** 15 dB
- **Piso Flotante:** 19 dB
- **Piso de Madera:** 20 dB
- **Piso Vinílico:** 21 dB

Presentación

- Espesor: 3 mm.
- Formato: Rollo.
- Medida: 1 x 15 m.

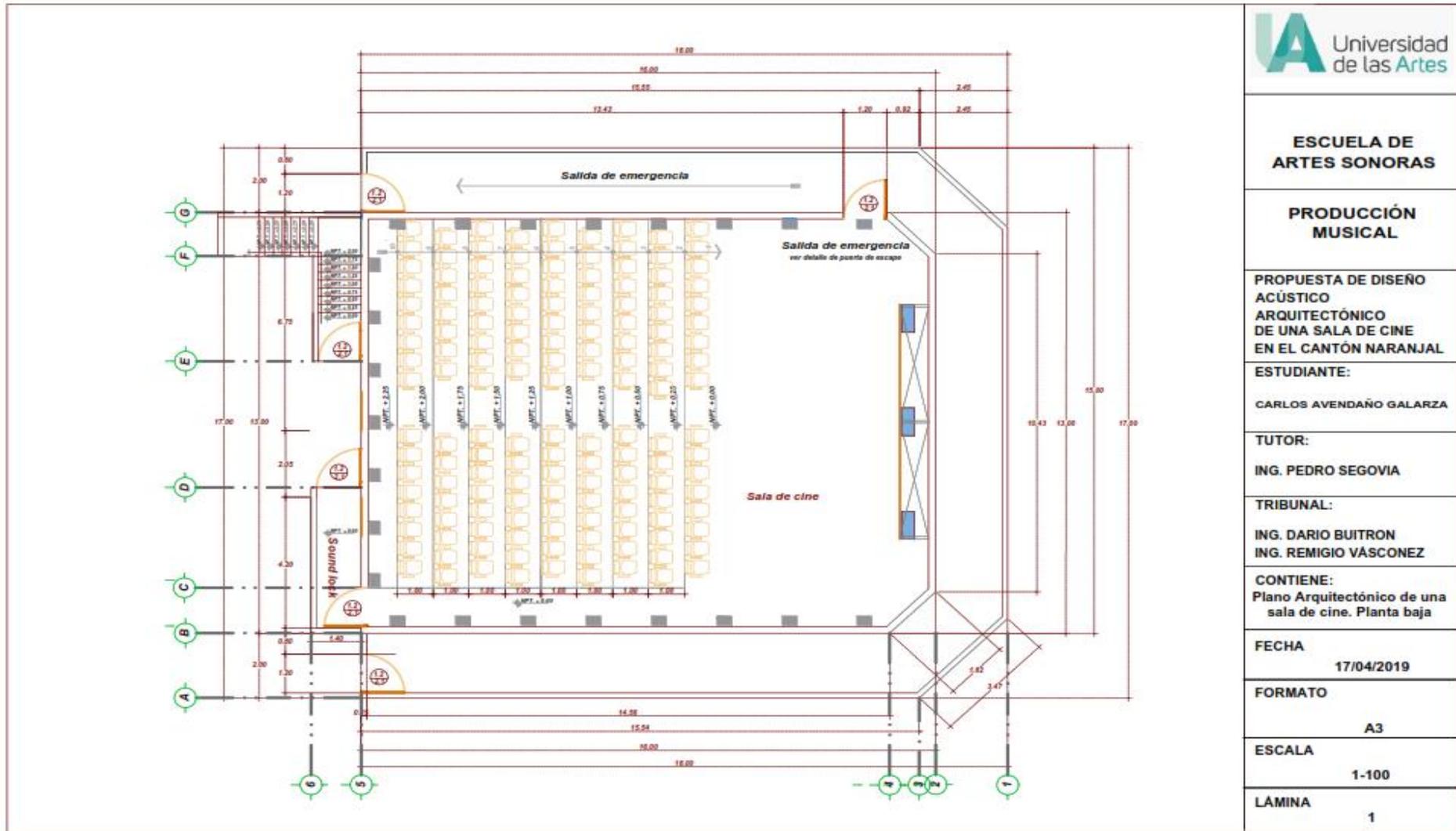
Importante: Nunca fijar el producto mediante tornillos o clavos al suelo. Esto disminuiría considerablemente el resultado acústico de la solución.

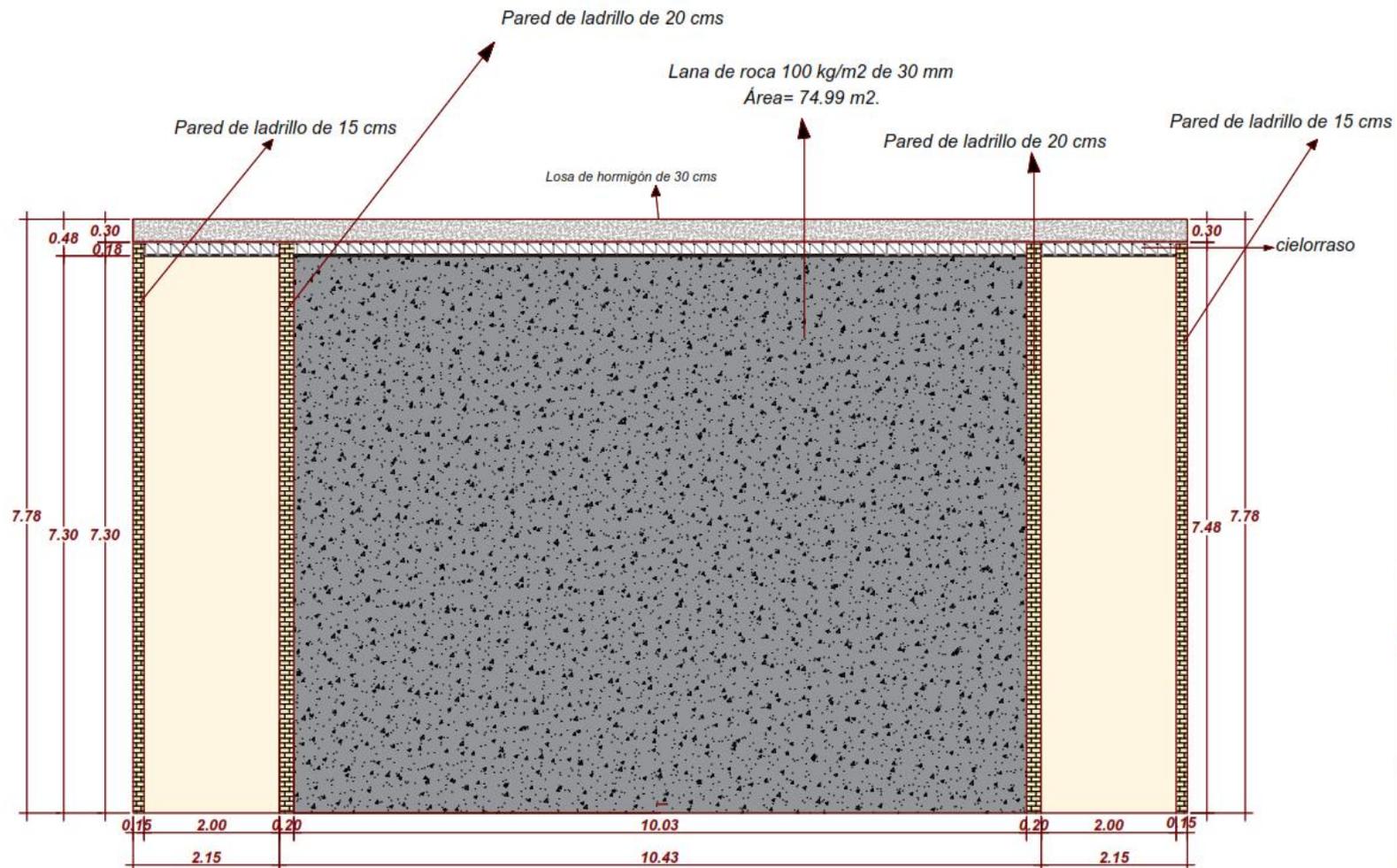
Especificaciones Técnicas

Material	Bandas de Octava (Hz)									
	100	160	250	400	630	1.000	1600	2500	4000	5000
L'n sin material	51.7	73.5	76.8	76.1	75.1	76.2	75.4	75.7	72.9	69.8
L'n c/ material y piso cerámica	54.0	61.9	71.2	66.9	61.0	57.6	52.0	43.5	32.2	26.3
L'n c/ material y piso flotante	60.5	63.3	69.4	65.5	62.3	58.0	43.6	29.6	15.5	14.9
L'n c/ material y piso madera	56.6	63.2	68.2	67.6	62.4	57.8	50.1	37.5	24.6	18.7
L'n c/ material y piso vinílico	53.7	70.0	69.5	70.6	66.7	61.5	49.1	28.8	14.2	14.6

¹²⁰https://neufertcdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/4877/Ficha_tcnica_Acousticork_T66.pdf

Anexo 4. Planos





**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSQUEZ

CONTIENE:

ACÚSTICA:
CORTE VISTA DE ATRAS

FECHA

17/04/2019

FORMATO

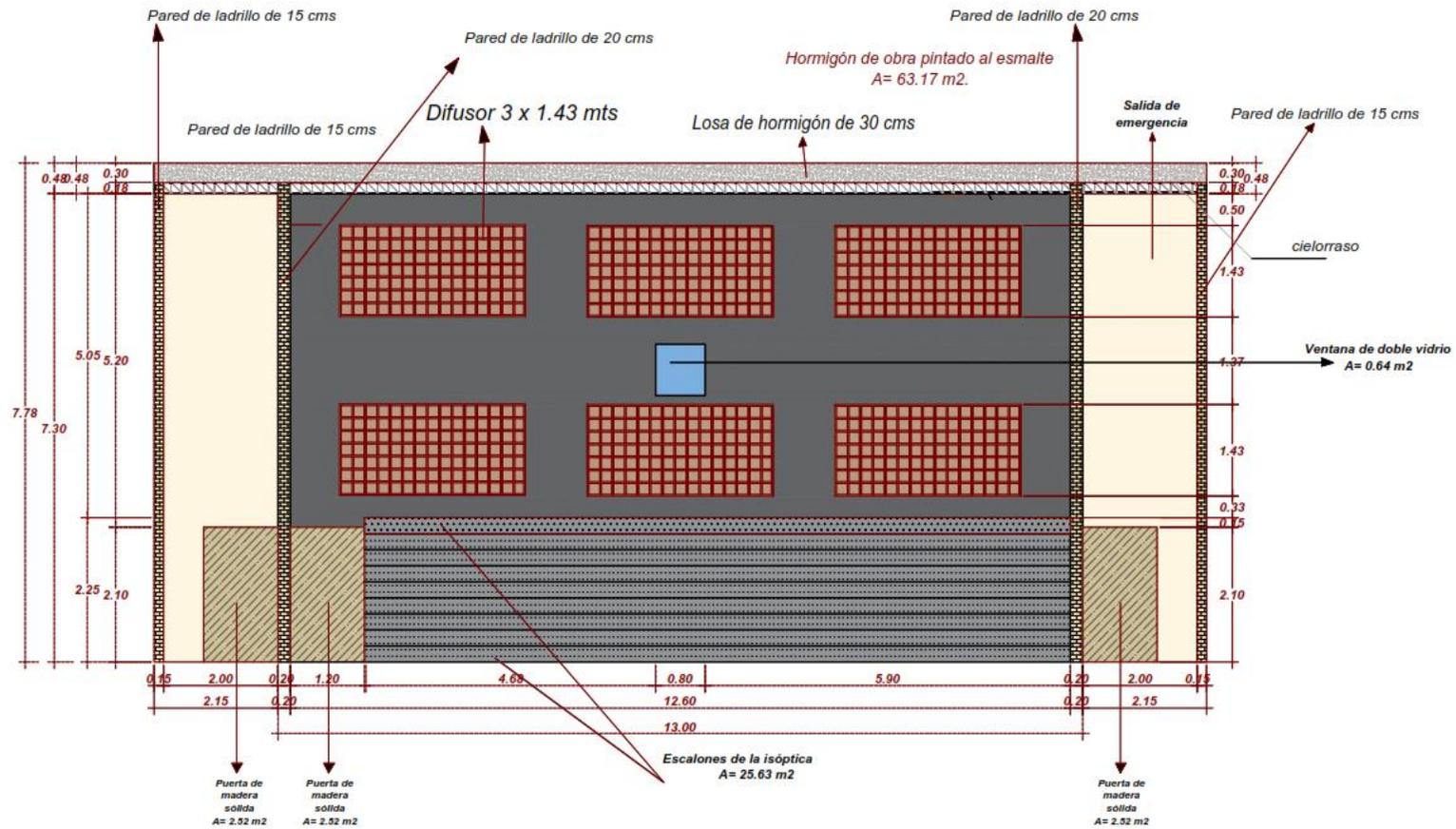
A4

ESCALA

1:100

LÁMINA

2



**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSQUEZ

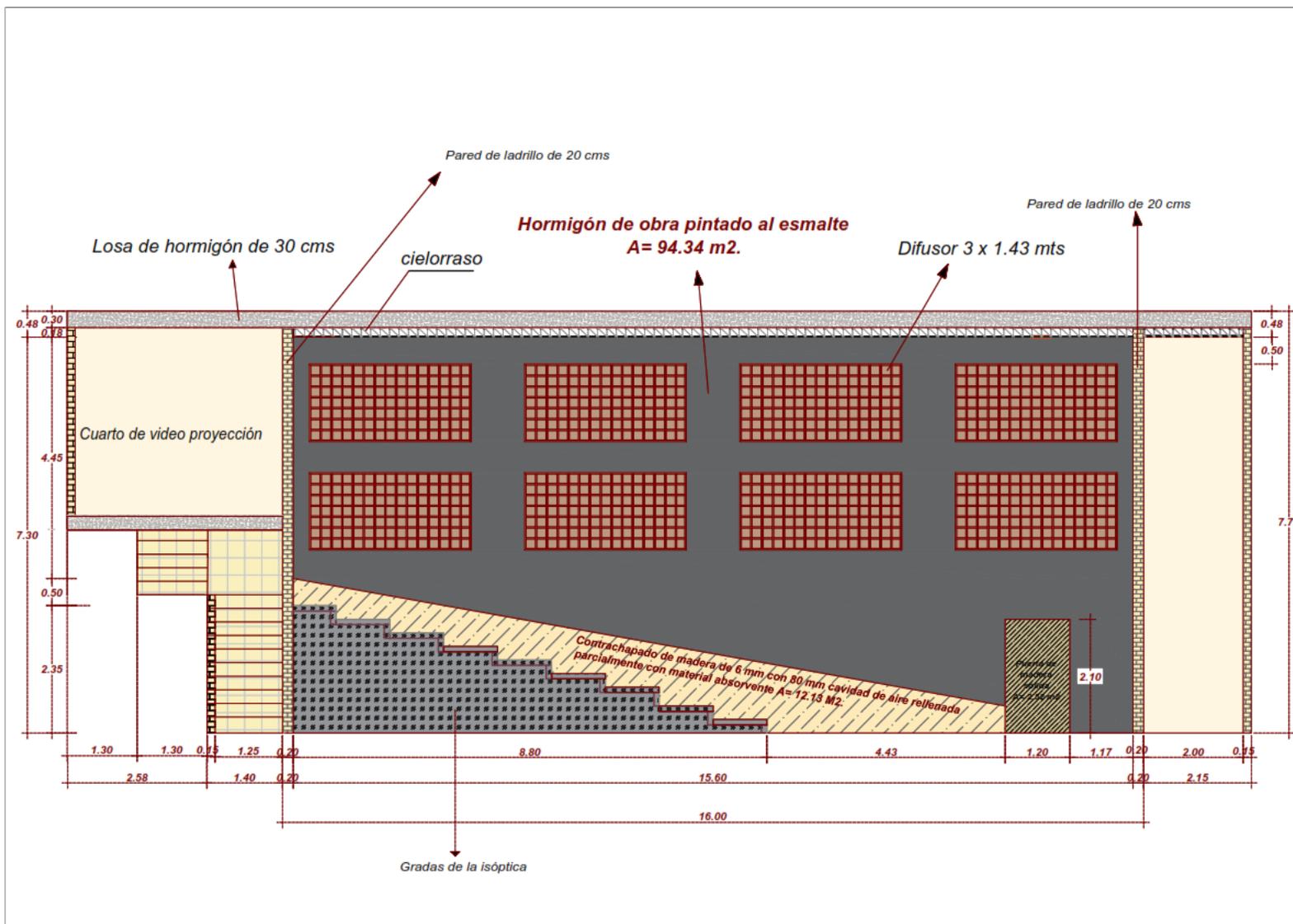
CONTIENE:
ACÚSTICA
CORTE LATERAL IZQUIERDO

FECHA
17/04/2019

FORMATO
A4

ESCALA
1:100

LÁMINA
3



**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

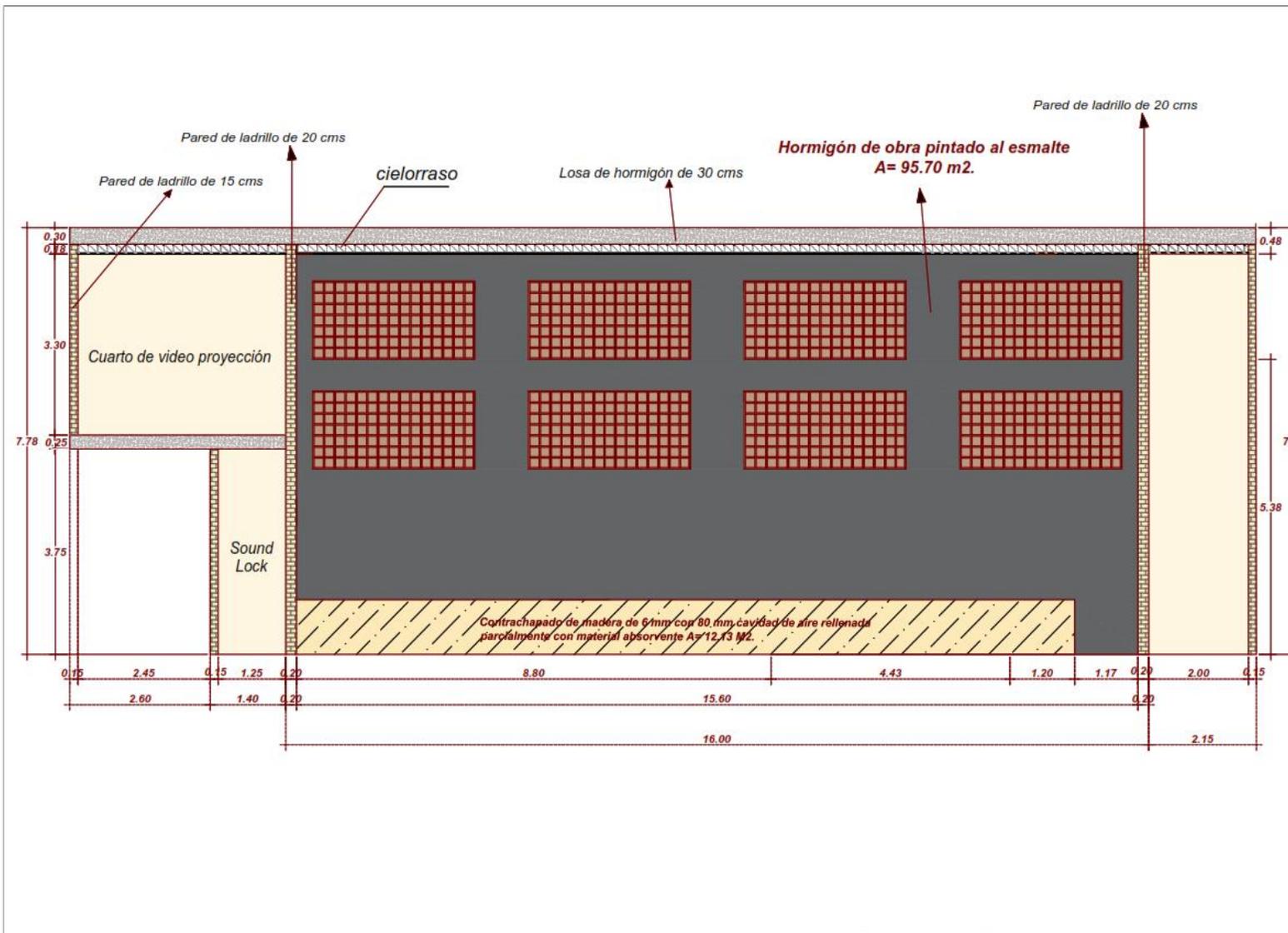
ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSQUEZ

CONTIENE:
ACÚSTICA
CORTE LATERAL DERECHO

FECHA
17/04/2019

FORMATO
A4

LÁMINA
4



**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSCONEZ

CONTIENE:

DETALLES DE ACÚSTICA

FECHA

17/04/2019

FORMATO

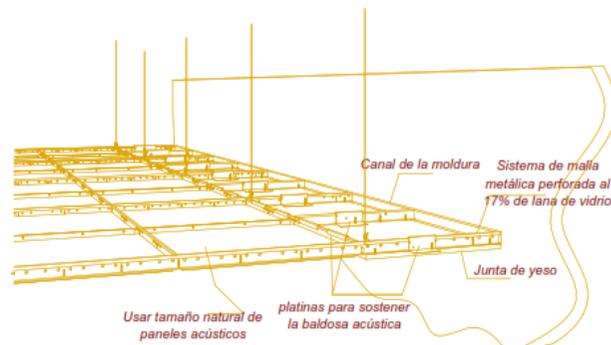
A4

ESCALA

VARIAS

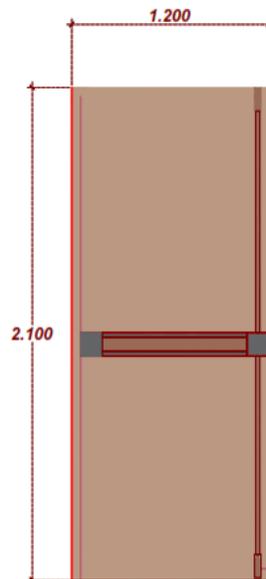
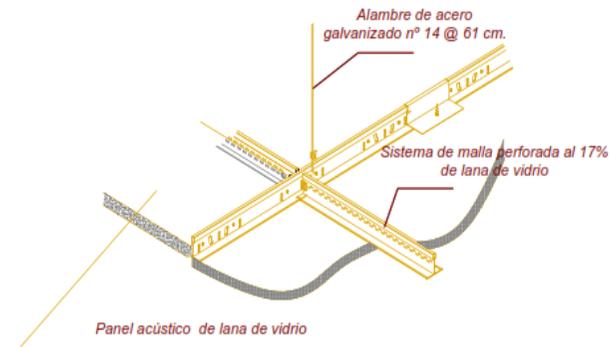
LÁMINA:

5

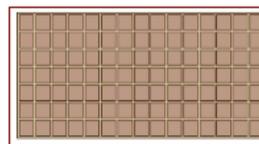


Perspectiva 1 de Cielo Raso suspendido

Panel acústico de lana de vidrio.



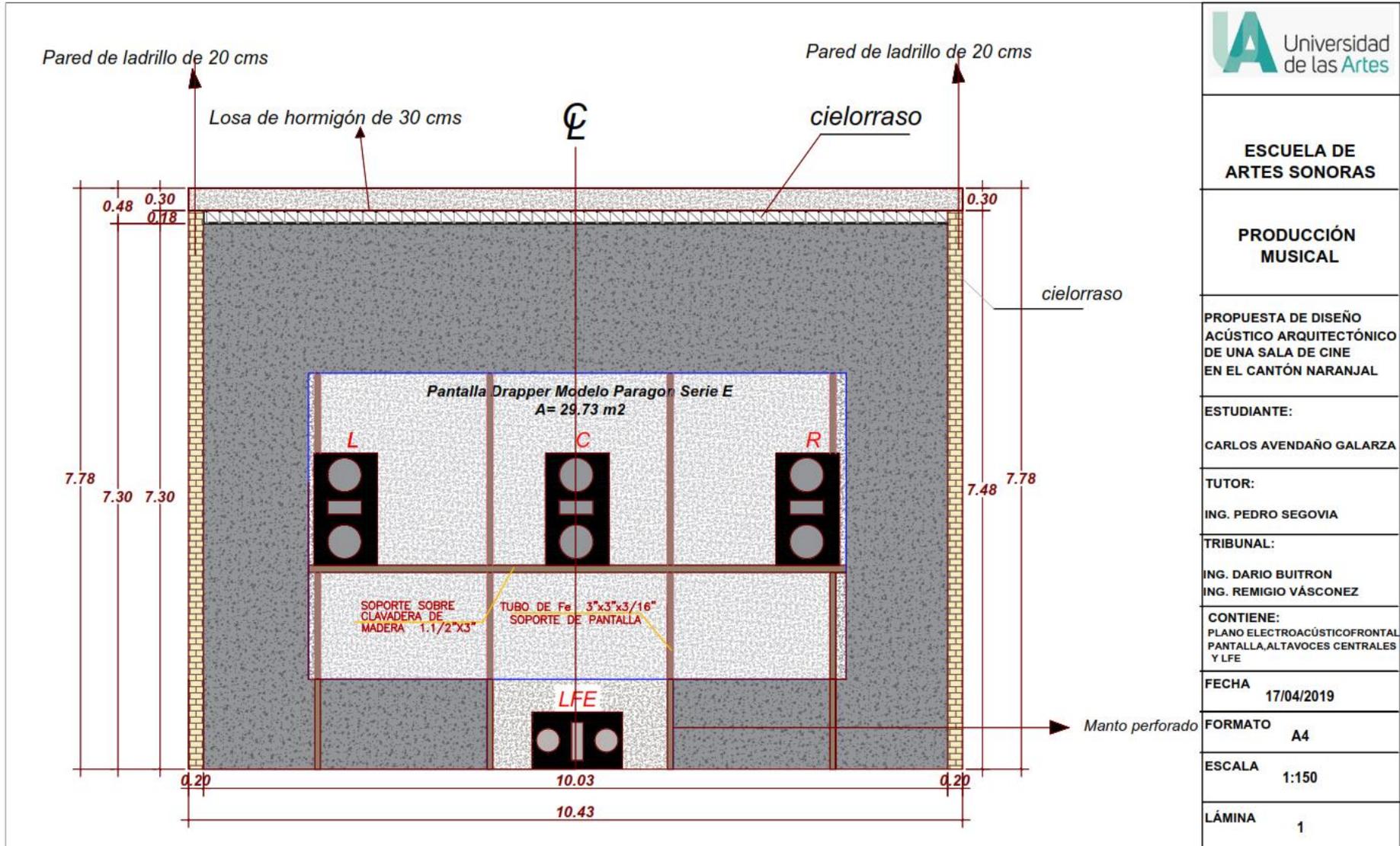
**Puerta de madera de roble de 10
cms de espesor**



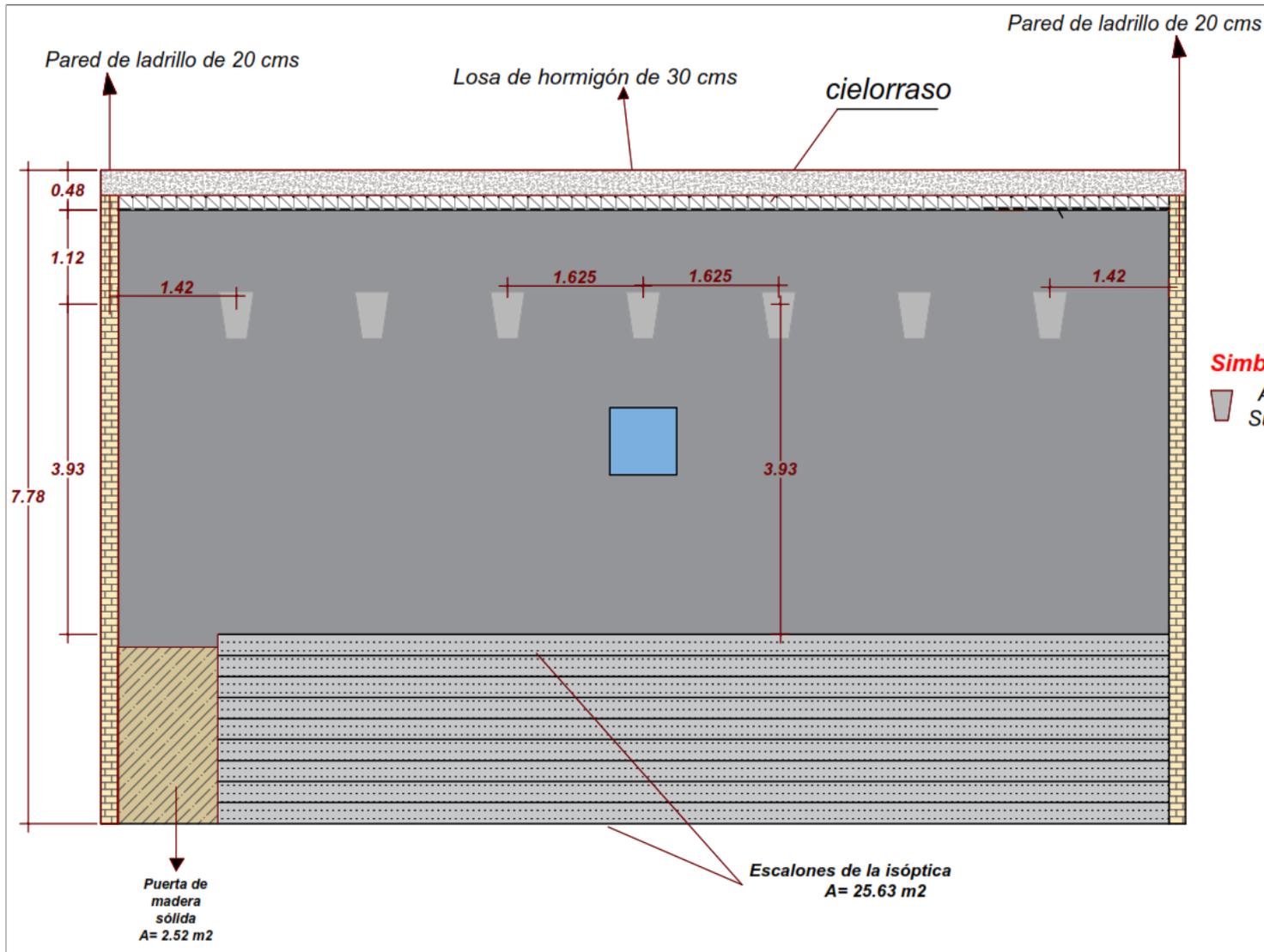
Difusor



**Contrachapado de madera de 6 mm con 80 mm
cavidad de aire rellena parcialmente con material
absorbente**



	
ESCUELA DE ARTES SONORAS	
PRODUCCIÓN MUSICAL	
PROPUESTA DE DISEÑO ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO DE UNA SALA DE CINE EN EL CANTÓN NARANJAL	
ESTUDIANTE:	CARLOS AVENDAÑO GALARZA
TUTOR:	ING. PEDRO SEGOVIA
TRIBUNAL:	ING. DARIO BUITRON ING. REMIGIO VÁSQUEZ
CONTIENE:	PLANO ELECTROACÚSTICOFONTAL PANTALLA, ALTAVOCOS CENTRALES Y LFE
FECHA	17/04/2019
FORMATO	A4
ESCALA	1:150
LÁMINA	1



Simbología

 Altavoz
 Surround

**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSCONEZ

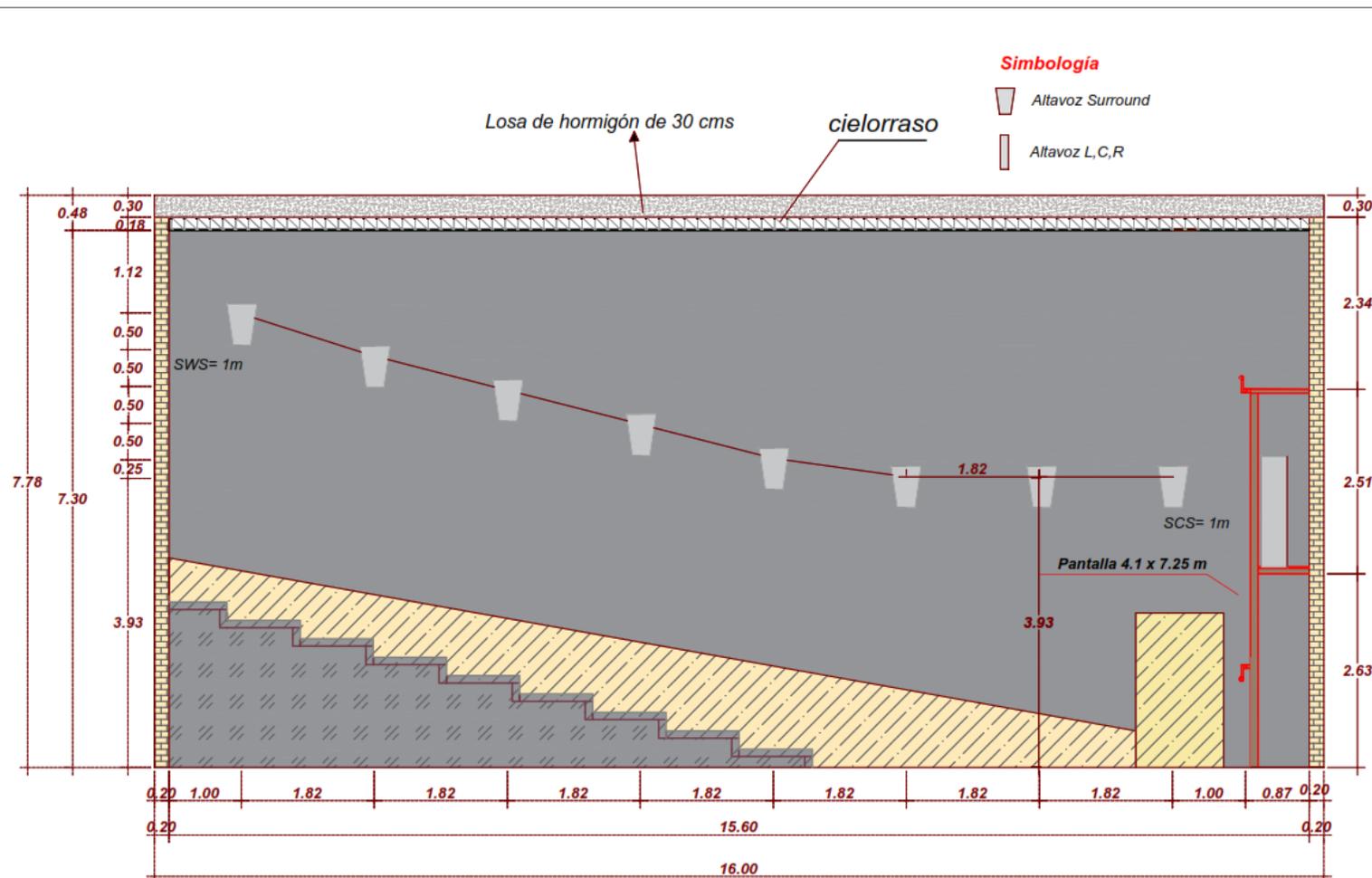
CONTIENE:
PLANO ELECTROACÚSTICO
CORTE LATERAL IZQUIERDO

FECHA
17/04/2019

FORMATO
A4

ESCALA
1:125

LÁMINA
3



**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSQUEZ

CONTIENE:

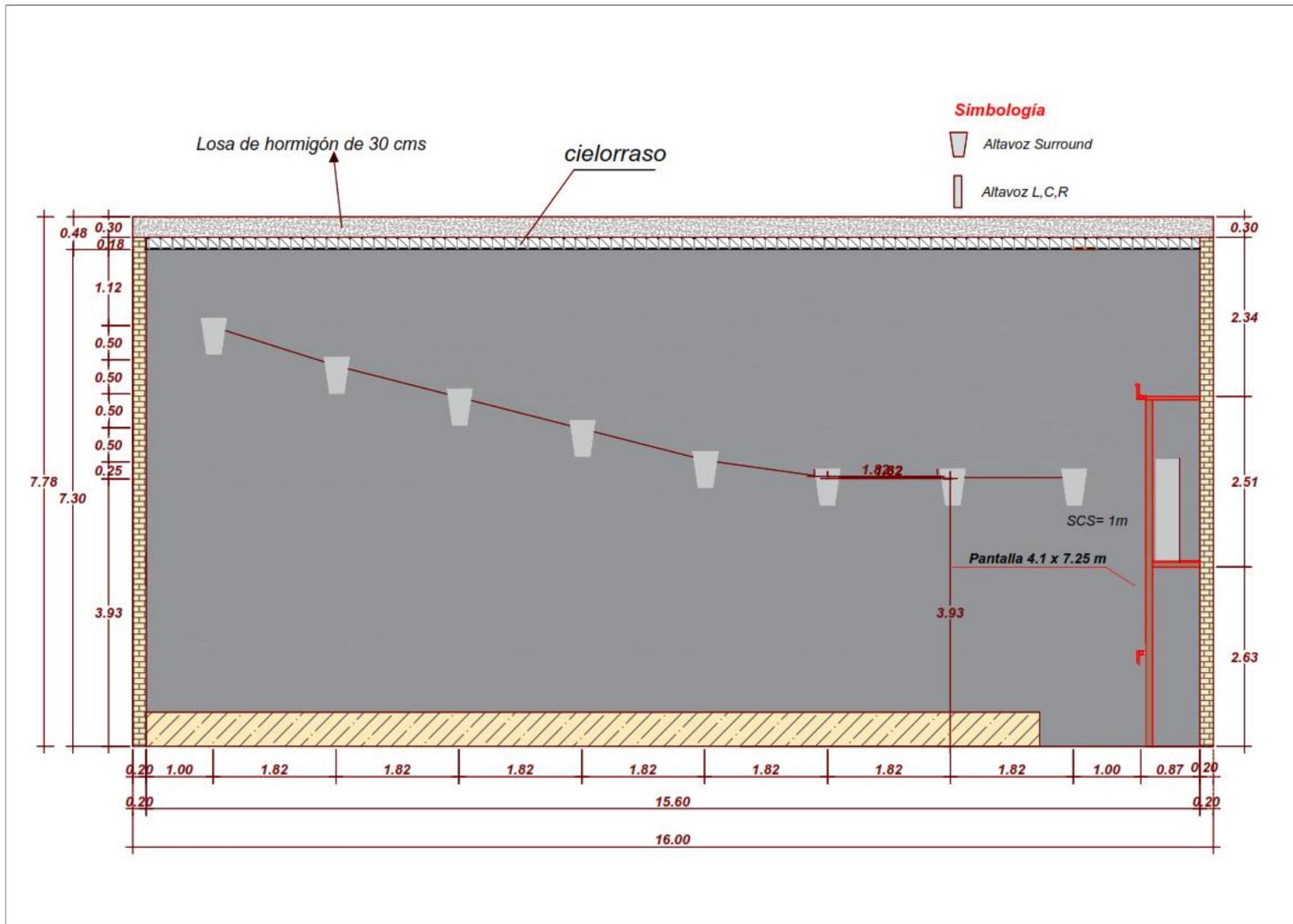
PLANO ELECTROACÚSTICO
CORTE LATERAL DERECHO

FECHA
17/04/2019

FORMATO
A4

ESCALA
1:125

LÁMINA
4



**ESCUELA DE
ARTES SONORAS**

**PRODUCCIÓN
MUSICAL**

PROPUESTA DE DISEÑO
ACÚSTICO ARQUITECTÓNICO
DE UNA SALA DE CINE
EN EL CANTÓN NARANJAL

ESTUDIANTE:

CARLOS AVENDAÑO GALARZA

TUTOR:

ING. PEDRO SEGOVIA

TRIBUNAL:

ING. DARIO BUITRON
ING. REMIGIO VÁSCONEZ

CONTIENE:
DETALLES DE
ELECTROACÚSTICA

FECHA
17/04/2019

FORMATO
A4

ESCALA
VARIAS

LÁMINA:
5

