



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

REDISEÑO DEL ESTUDIO DE GRABACIÓN CR1/EG1 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
PARA SU ADAPTACIÓN A PROYECTOS FOLEY.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero de Sonido y Acústica.

Profesor Guía
MSc. Héctor Ferrández Motos

Autor
Daniel Raúl Saltos Vizcaíno

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA.

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación.

Héctor Ferrández Motos
Master en Postproducción Digital de Audio y Video
CI: 569477

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE.

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Daniel Raúl Saltos Vizcaíno
CI: 172212248-6

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada una de las personas que me han apoyado en todo el proceso de esta carrera universitaria.

A mis queridas hermanas Lorena y Andrea, que me han servido de ejemplo de vida para nunca decaer ante las adversidades que se han cruzado a lo largo de mi vida.

A mi sobrino Ariel, que se ha convertido en el hermano menor que nunca tuve.

Un agradecimiento especial a Diego y Carlos, que estuvieron pendientes en todo el transcurso de este proyecto y siempre estuvieron para levantarme en los momentos más difíciles.

Gracias a Gisseth por iluminar mi camino con su amor y carisma, el cual me sirvió para culminar todo este proceso de la mejor manera.

DEDICATORIA

Lo que alguna vez fue un sueño,
hoy se convierte en realidad.

Quiero dedicar este proyecto de
titulación con todo mi corazón a
dos personas que han sido
fundamentales a lo largo de toda
mi vida.

A mi madre Cecilia, la persona
que más amo, gracias por toda
la comprensión y ternura que me
has ofrecido, todos tus consejos
me han ayudado a no caer en el
transcurso de este camino.

A mi padre Raúl, la persona que
más admiro y respeto, sus
experiencias y consejos me han
llenado de madurez a lo largo de
mi vida para ser la persona que
soy, gracias a ti aprendí a nunca
rendirme y luchar por lo que más
amo.

RESUMEN

La siguiente investigación presenta un análisis sobre la sonorización de escenas cinematográficas como una problemática vigente en la Universidad de las Américas. Se identificó en primera instancia, que la falta de instrumentos y espacios adecuados necesarios para este tipo de trabajos, no ha permitido que los estudiantes encuentren las condiciones adecuadas en la recreación de sonido para imagen. En este sentido, se reconoció la necesidad de plantear una alternativa para mejorar las condiciones acústicas, implementar dispositivos electroacústicos y construir las herramientas necesarias para la disposición de un estudio de grabación *foley*.

En ese marco, el desarrollo de la investigación tomó en cuenta cuatro puntos principales: en primer lugar, se encontró necesario realizar un diagnóstico de las condiciones acústicas del estudio de grabación CR1/EG1, respecto al acondicionamiento y aislamiento; en segundo lugar, se presenta una propuesta de cadena electroacústica que toma en cuenta los equipos ya existentes, así como los nuevos dispositivos, para la facilitación de recreación sonora; a partir de esto, se explica la construcción de las superficies y la implementación de la utilería, necesarias para la adecuación del estudio de *foley*; finalmente, se elabora una sonorización de ocho escenas cinematográficas, que permiten evaluar y demostrar la efectividad del sonido sincronizado con la imagen.

Así, mediante el diagnóstico, implementación y evaluación de los componentes del trabajo, se pretende proporcionar un modelo de estudio de grabación *foley*, que tome en cuenta todos los requerimientos pertinentes y efectivos en la sonorización de imágenes. De esta manera, la Universidad podrá tener a disposición un lugar especializado para esta tarea, ya que en el país no es muy común el desarrollo de este trabajo en el área de sonido.

ABSTRACT

The following research presents an analysis of the sound of movie scenes as a problem existing in the University of the Americas. It was identified in the first instance that the lack of appropriate tools and spaces needed for this type of work, has not allowed students to find the necessary conditions for recreation of sound image. In this regard, the need to propose an alternative to improve the acoustic conditions, implement and build electroacoustic devices necessary for the provision of a foley studio recording tools was recognized.

In this context, the development of research took into account four main points: first, it was found necessary to make a diagnosis of acoustic recording studio conditions CR1/EG1, regarding the preparation and isolation; secondly, a electroacoustic proposal chain that takes into account the existing equipment as well as new devices for facilitating sound recreation is presented; from this, building surfaces and implementation of the props needed to study the adequacy of foley explained; finally an eight-sound cinematic scenes that allow assess and demonstrate the effectiveness of synchronized sound with the image is made.

So by diagnosis, implementation and evaluation of the components of work it is intended to provide a model foley stage, taking into account all relevant requirements and effective in the sound image. Thus, the University may have available a specialized place for this task, being that the country is not very familiar developing this work in the area of sound.

ÍNDICE

Introducción	1
Antecedentes	1
Alcance	2
Justificación	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
1. Marco Teórico	6
1.1. Bandas sonoras.....	6
1.1.1. El valor añadido.....	7
1.1.2. Diégesis.....	8
1.1.3. Banda de diálogos.....	8
1.1.4. Banda musical.....	9
1.1.5. Banda de efectos.....	10
1.2. Etapas de la producción audiovisual y roles de trabajo	17
1.2.1. Diseñador de sonido.....	17
1.2.2. Preproducción.....	19
1.2.3. Producción.....	23
1.2.4. Post-producción de audio.....	32
1.3. El “Artista Foley”	37
1.3.1. <i>Cue sheet</i>	40
1.3.2. <i>Pits</i>	42
1.3.3. <i>Props</i>	44
1.3.4. Estudio de Foley “ <i>Foley Stage</i> ”.....	45

1.4. Conceptos de acústica.....	47
1.4.1. Aislamiento acústico.....	47
1.4.2. Acondicionamiento acústico.....	50
1.5. Cadena Electroacústica	64
1.5.1. Equipos de grabación para foley.....	65
2. Desarrollo	73
2.1 Mediciones Acústicas	73
2.1.1. Ruido aéreo.....	73
2.1.2. Ruido de impacto.....	79
2.1.2. Acondicionamiento EG1	83
2.2. Cadena electroacústica	86
2.3. Construcción de pits	96
2.3.1. <i>Pit</i> de madera.....	97
2.3.2. <i>Pit</i> de metal.....	99
2.3.3. <i>Pit</i> de ripio-alfombra.....	100
2.3.4. <i>Pit</i> de césped-arena.....	101
2.4. Implementación de <i>props</i>	102
2.4.1. <i>Aquaphone/Waterphone</i>	103
2.4.2. <i>Thunder drum</i>	105
2.4.3. Puerta a escala.....	106
2.4.4. Rechinador.....	107
2.4.5. Cuerpo falso.....	108
2.5. Grabación de escenas	109
2.5.1. Selección de escena a recrear.....	109
2.5.2. Elaboración del <i>cue sheet</i>	110

2.5.3. Grabación de escenas.....	112
3. Análisis de resultados.....	113
3.1. Acústica.....	113
3.2. Cadena electroacústica.....	116
3.3. Construcción e Implementación de <i>pits y props</i>	117
3.4. Mezcla de escenas.....	119
3.5. Análisis de costos.....	120
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	121
4.1. Conclusiones.....	121
4.2. Recomendaciones.....	122
REFERENCIAS.....	123
ANEXOS.....	126

Introducción

Antecedentes

El arte del *foley* nació en 1920 con la idea de *Jack Donovan Foley*, quien comenzó a recrear efectos para ser incorporados en la banda sonora de las producciones cinematográficas de forma síncrona con la imagen. La grabación de estos sonidos incluía pisadas, disparos o golpes, entre otros, que no eran captados durante el proceso de rodaje, sino añadidos en la etapa de postproducción.



Figura 1. Jack Donovan Foley.

Tomado de: *Filmsound*, 2016.

Uno de los primeros ejemplos de esta técnica de grabación se aprecia en la película *The Jazz Singer*, que se estrenó el 6 de octubre de 1927 por la productora *Warner Bros*, en la que por primera vez se recrearon sonidos en el estudio de grabación para ser añadidos posteriormente en la banda sonora ya que hasta ese momento prevalecía el cine mudo. El estreno de esta película impactó drásticamente a la sociedad de aquella época ya que nunca se habían proyectado films sonorizados con esta técnica. (Ament, 2009)

Para la sincronización de la imagen con el audio se empleaba el sistema *Vitaphone*, que estaba compuesto por un proyector, un amplificador y altavoces que reproducían tanto la imagen como el audio de manera simultánea.

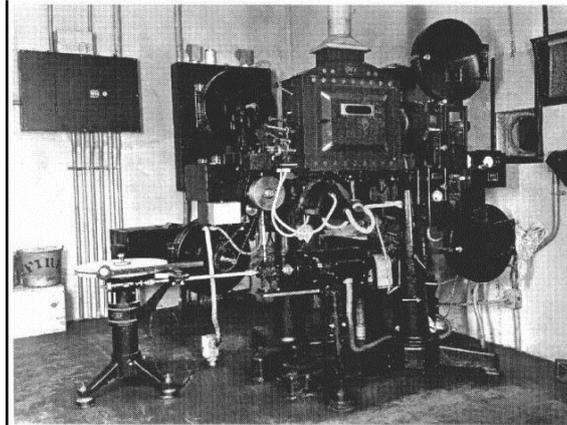


Figura 2. *Vitaphone*.

Tomado de *The Jazz Singer* (1923), 2016.

The Jazz Singer marcó el final de la era en la película muda y abrió la puerta a la industria de la postproducción. En 1940 sale al estreno la película *Fantasia* de *Walt Disney*, donde la banda sonora fue grabada utilizando múltiples canales de audio y reproducida mediante el sistema *Fantasound*, consiguiendo que *Fantasia* fuera una de las primeras películas de exhibición comercial con sonido estereofónico.

Warner Bros probablemente fue uno de los primeros estudios en incorporar un departamento de postproducción, lo que garantizó un mejor trabajo de captación sonora de diferentes áreas como banda musical, banda de efectos sonoros y banda de diálogos.

Alcance

El rediseño, construcción e implementación del estudio de grabación de las aulas propuestas se basa en proporcionar un estudio para proyectos de *foley* con el fin de que haya mayor interés por parte de los estudiantes, e impulsar al ámbito profesional en el área de audio para imagen, ya que se entregará un material didáctico que consta de *pits*, *props*, y librería virtual, a la que podrán

acceder tanto docentes como estudiantes de la Universidad de las Américas. En este sentido, el proyecto de titulación contemplará con las siguientes etapas:

Diagnóstico acústico

- Aislamiento: ruido aéreo (Dnt), ruido de impacto (Lnt).
- Acondicionamiento: modos propios, difusión, y tiempo de reverberación.

Diagnóstico y rediseño electroacústico

- Propuesta del diseño de la cadena electroacústica para el CR1/EG1.
- Propuesta de implementación de la cadena electroacústica para posibilitar la grabación de audio en sincronía con la imagen.

Construcción e Implementación:

- Diseño y fabricación de *píts* y selección de *props*.

Descripción y análisis del proceso de grabación *foley* en el ámbito profesional.

- Grabación; Técnicas de grabación *foley*.
- Edición: Edición en las diferentes estaciones de trabajo para audio digital (*DAW*)
- Mezcla: Todos los audios de la librería serán expuestos mediante un cortometraje, en el cual se podrá observar la escena sonorizada de manera síncrona con la imagen.

Al finalizar este proyecto, la Universidad de las Américas dispondrá de un diagnóstico acústico y rediseño electroacústico del estudio de grabación CR1/EG1, para futuros proyectos de sonorización audiovisual.

Justificación

A pesar de que en la industria cinematográfica nacional existen profesionales especialistas en el diseño del sonido, en el Ecuador no se destacan estudios especializados en *foley*.

A su vez, en la Universidad de las Américas no se dispone de un estudio de grabación realmente adecuado para *foley*, a pesar de que existe un estudio dedicado al área de audio para imagen, éste no cumple con el espacio necesario para realizar los proyectos, ya que la sala presenta problemas de modos propios, modos resonantes, ecos flotantes y efecto peine debido al área limitada de trabajo que posee. Dentro de su infraestructura existe un set de *pits* inapropiado, porque las superficies son frágiles y sin variedad; por otro lado, no se dispone de una artillería completa de *props*.

Por esta razón, el investigador considera necesario el diseño de un estudio de postproducción que disponga de la infraestructura necesaria para abordar este tipo de proyectos, que además se beneficiará con el material didáctico proveniente de la construcción e implementación de *pits* y *props*, y grabación de efectos sonoros, que podrían ser utilizadas por las carreras de: Ingeniería en Sonido y Acústica, Escuela de Cine y Artes Escénicas, Tecnología en Grabación y Producción Musical.

Objetivo general

Rediseñar y adaptar el estudio de grabación CR1/EG1 de la Universidad de las Américas para el desarrollo de proyectos de grabación de *foley* mediante la implementación y construcción de los *pits* y *props*.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de las condiciones acústicas actuales del estudio de grabación EG1/CR1 de la sede Granados.
- Ampliar la cadena electroacústica del estudio de grabación CR1 y EG1 para permitir la grabación de efectos sonoros de manera síncrona con la imagen.

- Construir cada uno de los diferentes tipos de *pits* e implementar cada uno de los *props* necesarios para la adaptación de material didáctico para la Universidad de las Américas.
- Realizar una propuesta para la adquisición de diferentes equipos capaces de optimizar el flujo de trabajo en los proyectos de grabación de *foley*.
- Realizar una librería virtual de efectos sonoros que sirva como material didáctico para las asignaturas impartidas en la Universidad de las Américas y evidencie el proceso de grabación de efectos sonoros de tipo *foley*.

1. Marco Teórico

Para comprender la labor que realiza un artista *foley*, se detallará cada una de las etapas de audio dentro del cine, con el objetivo de profundizar en el proceso de creación del sonido sincronizado con la imagen. En este sentido, es indispensable conocer cada una de las labores que cumple el sonido dentro del cine, como: la banda sonora (que ayuda al espectador a entrar en la escena mediante el audio), los procesos de producción audiovisual, el artista Foley (encargado de grabar todos los sonidos de las acciones emitidas por la imagen) los conceptos de acondicionamiento y aislamiento acústico (ayudan a definir las condiciones adecuadas para evitar problemas sonoros dentro del estudio), y la cadena electroacústica (selecciona cada uno de los dispositivos análogos y virtuales para el producto final).

1.1. Bandas sonoras

El sonido debe considerarse como un pilar fundamental en el diseño del relato audiovisual. La banda sonora conforma todos los elementos intencionales que el espectador escucha, de igual manera la ausencia de los mismos, es decir, el silencio. Esta intencionalidad no excluye a los sonidos que son capturados accidentalmente como ruidos de fondo, más bien trata de enfatizar cada componente y ubicarlos de una forma en la que el espectador se sienta dentro de la proyección cinematográfica.

Junto con las imágenes visuales, la banda sonora permite al espectador establecer el sentido del relato proyectado ante él. Está constituida por tres elementos principales: los diálogos, la música y los efectos sonoros. Todos los elementos de la banda sonora operan en el espectador de manera compleja, tanto emocional como cognitivamente. Este trabajo se descompone pues en tres bandas: la banda musical, la banda de diálogos y la banda de efectos.

Los elementos de una banda sonora se pueden clasificar mediante dos categorías distintas: la literal y la emotiva.

Los sonidos literales son aquellos que ayudan a creer lo que se ve, a sentir emociones distintas en función de lo que se proyecta visualmente frente al espectador. Ayudan al usuario a relacionarse con la narrativa y aceptar lo que se ve como una metáfora de acciones reales. Los sonidos en sincronía como, una voz, diversas pisadas, o golpes dentro de un film, ayudan a que el público perciba congruencia de la imagen con respecto al sonido, y se sumerjan en una “nueva realidad”. En cambio, los sonidos emotivos, son aquellos que dan el significado emocional que el director quiere transmitir dentro de una escena en particular, como el suspenso de la música de fondo en la escena de un hombre caminando solo por un bosque en la noche (Ribes, 2004).

A diferencia de la imagen, el sonido tiene la facilidad de dar información al espectador de manera más rápida; por ejemplo, en el cine mudo era necesario añadir intertítulos para entender el mensaje que quería expresar la imagen, lo cual es innecesario con el sonido. Por esta razón, es importante implementar una narrativa sonora que sea comprensible para el espectador, como los paisajes sonoros, los diálogos, etc. Para esto es pertinente identificar los conceptos de valor añadido y diégesis, antes de conocer cada tipo de banda sonora.

1.1.1. El valor añadido

Es la habilidad que tiene el sonido para integrarse a una imagen, con la finalidad de transmitir un mensaje expresivo e informativo. Chion explica que *“Un sonido enriquece a una imagen dada, hasta hacer creer, en la impresión inmediata que de ella se tiene o el recuerdo que de ella se conserva.”* (Chion M. , 2001, pág. 13). Para que el sonido se pueda integrar a la imagen de manera concisa y pueda generar un mensaje claro debe existir una sincronía de sonido e imagen.

Al instante de analizar la definición de “valor añadido”, se puede identificar que la banda sonora dentro de una escena cinematográfica, puede dar varios valores externos al narrativo y al informativo como:

- Integrar al silencio como un elemento adicional dentro de la banda sonora, para enfatizar los momentos de suspenso.
- Por medio de procesamientos de audio se puede conseguir una ubicación espacial, de cada uno de los objetos dentro de la imagen.
- Enfocar cada uno de los elementos que estén contenidos dentro de la imagen.

1.1.2. Diégesis

La diégesis es la construcción de un escenario imaginario, que se crea a través del relato. Las producciones audiovisuales pueden situar al espectador en el interior de diferentes lugares ficticios. A diferencia de la imagen, el sonido posee capacidades relevantes que introducen a la audiencia de forma específica en una escena creada por el director cinematográfico, por ejemplo la explosión de un vehículo chocándose contra un árbol.

Cada uno de los sonidos que conformarán parte de la diégesis, serán llamados sonidos diegéticos, que mediante la sincronización de audio con imagen, puedan dar ese valor añadido a cada una de las bandas sonoras, siendo estos, un medio de comunicación entre el actor y los espectadores.

Por otro lado, los sonidos que no se encuentran de manera visual en el interior de la escena y son detallados únicamente por el espectador, como dialogo de pensamientos, son llamados extradieгéticos, son aquellos sonidos que no pertenecen a la imagen, como el ambiente sonoro de las olas del mar, en una escena ubicada en el interior de un cuarto. Estos sonidos introducen al público a distintos paisajes, épocas, situaciones emocionales o lugares en concreto.

1.1.3. Banda de diálogos

En el cine se considera a la banda de diálogos como la más importante ya que integra al habla, en la mayoría de los casos es el vehículo del mensaje que desea transmitir un personaje hacia el receptor de manera clara y concisa. A su vez, los diálogos determinan la personalidad del actor, desde la forma en cómo

se integra en un conjunto social, hasta la situación emocional en la que se encuentra.

Siendo el diálogo la parte primordial en la narración, los términos de vococentrismo y verbocentrismo permiten detallar el valor añadido que posee la banda de diálogos:

“Formular que el sonido en el cine es mayoritariamente vococentrista es recordar que en casi todos los casos favorece a la voz, la pone en evidencia y la destaca de entre los demás sonidos. La voz es lo que recoge, en el rodaje, la toma de sonido, que es casi siempre, de hecho, una toma de voz; y la voz es lo que se aísla en la mezcla como instrumento solista del que los demás sonidos, músicas o ruidos, no serían sino el acompañamiento. (...) no se trata de la voz de los gritos y de los gemidos, sino de la voz como soporte de la expresión verbal. Y lo que se persigue al registrarla no es tanto la fidelidad acústica a su timbre original como la garantía de una inteligibilidad sin esfuerzo de las palabras pronunciadas. El vococentrismo del que hablamos es, pues, caso siempre, un verbocentrismo (Ribes P. , 2004)

1.1.4. Banda musical

A la música se la puede definir como la interpretación artística de la voz en conjunto con diferentes instrumentos audibles, con el fin de difundir un mensaje. La función de ésta, dentro de la producción audiovisual puede ser usada para enfatizar emociones, determinar épocas históricas, llamar la atención en los momentos o elementos importantes o incluso llegar a ser un personaje con actitud propia. Sin embargo, muchos productores no realizan ninguna composición musical hasta que termina todo el proceso de edición de imagen y edición de diálogos, para después dejar todo en manos del compositor musical.

Según Beltrán Moner a la música se la puede clasificar en tres categorías.

(Ribes, Elementos constitutivos del relato cinematográfico, 2004)

- Música objetiva: Es la composición que es ejecutada dentro de la escena, es decir los contenidos musicales que podemos observar en la pantalla.
- Música subjetiva: Es la composición que trata de enfatizar las emociones en situaciones específicas dentro de la escenas que no pueden ser interpretadas por la imagen o el diálogo.
- Música descriptiva: Es la composición que interpreta las situaciones naturales dentro de la escena, como la época, o el lugar específico donde se desarrolla la obra.

Dentro de la banda sonora, la música es utilizada para correlacionar diferentes situaciones y localidades de manera coherente.



Figura 3. Etapa de composición musical en función a la escena “*Scoring*”.

Tomado de *Public* radio Tulsa, 2016.

1.1.5. Banda de efectos

La banda de efectos posee diferentes maneras de recrear cada uno de las acciones o emociones sonoras; éstas pueden ser de manera síncrona con la

imagen, como el Foley, o asíncrona, como la adición de sonidos de una librería de *hard effects*. Los efectos comprenden todos los sonidos que no constan dentro del habla o la música, ya sean generados de manera diegética o extradiegética. Estos se pueden reproducir artificialmente para crear un efecto dramático en una presentación, como la simulación diminuta de una puerta que se abre y se cierra en la nave de *Enterprise*, hasta la completa creación de un lenguaje como en *Star Wars - Ewoks*.

Dentro de la recreación de efectos se puede detallar dos tipos diferentes, el primer tipo de efecto es el sonido real, que se recrea a partir de herramientas existentes como cuchillos, puertas o diferentes superficies, con el fin de enfatizar aquellas acciones que no fueron capturadas en el momento del rodaje o fueron recreadas para potenciar un sonido en específico. El segundo son los sonidos artificiales que se encargan de recrear aquellos que son difícil de distinguir; como explosiones, efectos espaciales, etc., donde es necesario de un proceso digital o análogo para recrearlos.

La banda de efectos es uno de los procesos más creativos que tiene la banda sonora al momento de recrear, ya que los buenos efectos transmiten una ilusión convincente, y son el equilibrio entre el realismo y el entretenimiento, como por ejemplo, la pelea simulada en la película *Rocky*, en donde se enfatizan los golpes de manera explosiva para aumentar el impacto hacia el público.

Según el autor Pablo Iglesias (Simon, 2004), la banda de efectos cumple varias funciones para proporcionar un contexto de la producción audiovisual al espectador; para lo cual se toma en cuenta diversos aspectos como:

- Geografía
- Condiciones climáticas
- Cultura y sociedad
- Época
- Sentimientos
- Espacio

- Localización de objetos
- Simbologías

Para entender de manera detallada el mundo de los efectos, se clasificará en función de su recreación:

- *Hard effects*
- *Background effects*
- *Electronic effects*
- *Sound design effects*

1.1.5.1. *Hard effects*

Este tipo de efectos comprenden las recreaciones hechas de manera asíncrona con la imagen, y realizadas fuera de un estudio de grabación. Son los más comunes dentro de la banda de efectos. Cabe recalcar que no son sonidos grabados con gran detalle, ya que todos son audios de explosiones, disparos, bocinas o choques de carro. Por cuestiones de infraestructura y presupuesto, resulta más conveniente realizar estas grabaciones al aire libre.

Estos sonidos trabajan con todos los objetos o acciones puntuales que se generen en la acción, para posteriormente poderlos sincronizar con la imagen. Por lo general, estos efectos vienen en librerías virtuales de sonidos pregrabados; para que, al combinarse con los otros elementos de la banda sonora, pueden recrear el ambiente de la producción audiovisual.



Figura 4. Grabación en campo abierto.

Tomado de *Pole position production*, 2016.

1.1.5.2. *Background effects*

También conocido como ambientes o atmósferas, estos sonidos llenan posibles vacíos en la banda sonora, aportando un sentido de ubicación y de entorno a la escena. Estos tipos de sonidos incluyen desde: tráfico, viento, bosque, entre otros. Estos efectos no tienen ninguna correlación directa con cualquier evento específico en la pantalla, como el sonido de una ráfaga de viento que viaja por una ventana abierta la cual apaga una vela. Son utilizados para adentrar al espectador al sitio donde se realiza la escena, por ejemplo, el sonido de la brisa del viento en el desierto de Sahara. Para realizar estos sonidos de ambientes o paisajes sonoros, es muy importante realizar varias grabaciones a través de un micrófono y una grabadora profesional, para así identificar cuál es el sonido que le distingue a cada tipo de paisajes.



Figura 5. Grabación de paisaje sonoro.

Tomado de Sound design film, 2016.

1.1.5.2.1 *Room-tone*

Es el sonido que se adhiere a una escena, con el fin de emular el ambiente producido por una habitación vacía. A este sonido se lo incorpora normalmente detrás de doblajes y *ADR*, con la finalidad de evitar cortes sonoros dentro de la banda de diálogos. Es necesario tomar en cuenta que la principal función de este sonido es cubrir cada una de las fisuras sonoras que se presenten dentro de la imagen.



Figura 6 Grabación de *room tone*.

Tomado de *Noam kroll filmmaking resource and community*, 2016.

1.1.5.3. *Electronic effects and production elements*

Populares como fuentes sonoras para efectos de ciencia ficción en la década de los 60 y 70, los efectos electrónicos eran utilizados principalmente como material para diseño sonoro de identificación de estaciones radiales o títulos de programas de televisión y comerciales, en donde los elementos de producción son usualmente sonidos como: *zips*, o *whooshes*.

En la época de los 90, se volvieron populares el uso de efectos electrónicos, ya que se incorporaron sintetizadores, con el objetivo de manipular el audio digitalmente. Así, los efectos que acompañaban a la presentación de los títulos de los *trailers*, eran los sonidos de *whooshes* (resultado de la captación sonora de una rama en movimiento).

Los elementos utilizados se encuentran en la naturaleza, y su uso es puramente subjetivo. Las primeras fuentes para este tipo de sonidos fueron sintetizadores y teclados. Con la ventaja de los *plug ins* en *DAWs* y sus infinitas posibilidades, hoy en día son creados a partir de sonidos orgánicos que son procesados o filtrados.

1.1.5.4. *Sound design effects*

A diferencia de los *electronic effects*, los *sound effects* no son grabaciones de audios naturales, por el contrario son sonidos creados artificialmente mediante un ordenador, con el objetivo de esculpir el sonido por medio de filtros, ecualizadores, compresores, etc. De esta manera, se recrea un nuevo sonido a través de la manipulación de onda, usando un oscilador, que generará una frecuencia o ruido, del cual se obtendrán audios de entretenimiento para cine, televisión, video juegos, teatro, entre otros.

Dentro del mundo cinematográfico, el *sound designer* tiene por labor crear nuevas reproducciones sonoras, que son inexistentes o desconocidas por el ser humano en el mundo real; por ejemplo: el sonido del movimiento de las espadas en *Star Wars*, o la voz de *Wall-e*. Entre los programas digitales que se

utilizan para la manipulación de la onda están: *Reason*, *Isotope Iris*, entre otros. (Designing Sound, 2016)



Figura 7. Software *Reason* para Diseño Sonoro

Tomado de *Reason.2016*

1.1.5.5. *Foley*

Dentro de la banda de efectos, el *foley* es el proceso más creativo, ya que consiste en regrabar los sonidos a partir de una reproducción visual, en donde el artista capta cada uno de los elementos sonoros que se van utilizar en la proyección.

Así como un actor estudia un guión para representar su papel, el conocido “artista *foley*” tiene que analizar qué sonidos dentro de las escenas se van a recrear, y mediante un *cue sheet*- hoja de preproducción-, este actor sonoro interpreta cada acción que sucede en la imagen. Parte de su trabajo es dotar de emociones y sentido a la captura visual, mediante la sincronización audiovisual, razón por la que esta parte de la banda de efectos es más artística que técnica. Por ejemplo, los artistas *Foley* pueden intensificar escenas de lucha mediante movimientos de ropa e impactos, utilizar sonidos de tenedores y cuchillos para aportar a una escena de cena mayor realismo o arrojar papel en el aire para que su sonido cayente enfatice con mayor detalle la explosión de una bóveda en un banco.

Para la grabación de efectos Foley, los sonidos más comunes y detallados corresponden a las pisadas, por lo que existe un especialista para su recreación, llamado *Foley Walker*. Ésta es la persona que detalla cada una de las acciones generadas en diferentes superficies (*pits*), lo cual no depende únicamente del tipo de suelo que se utilice, sino también del tipo de utilería (*props*), como el calzado o cocos; por ejemplo, en la recreación de pisadas de animales se utilizan los cocos partidos a la mitad, ya que el sonido que genera la resonancia de éste proporciona una credibilidad sonora.

Para la captación de sonidos, se necesita de un estudio de grabación o también llamado *foley stage*, en donde se pueda grabar el sonido de manera detallada, sin elementos extras, como reflexiones generadas por las paredes o ecos. De esta manera, lo que se busca con este espacio especializado es obtener el sonido crudo, que se unirá con los distintos tipos de efectos, vistos anteriormente, y conformar así la banda de efectos final.

1.2. Etapas de la producción audiovisual y roles de trabajo

En la producción cinematográfica existen dos tipos de producciones: la visual y de audios. Cada una de éstas tiene sus propias etapas y complejidades. Para este trabajo es pertinente conocer sobre las etapas referentes a la producción sonora, las cuales se pueden establecer en tres: preproducción, producción y postproducción. El encargado de administrar este proceso de manera global es conocido como “diseñador de sonidos”, quien cumple diferentes roles dependiendo de la etapa en la que se encuentre la producción de audio.

1.2.1. Diseñador de sonido

La implementación del sonido dentro de las producciones audiovisuales es indispensable, ya que ayuda a identificar: la narrativa de las imágenes por medio de los diálogos, la época y lugar en donde se encuentran las escenas mediante la música, y la credibilidad o realidad ficticia que proporcionan los efectos sonoros. Es por esta razón que dentro de la producción

cinematográfica existe un técnico que está encargado de dirigir todas las labores dentro del área de sonido, conocido como diseñador de sonido.

La primera persona que realizó este trabajo de manera profesional y especializada fue *Walter Murch* con el diseño sonoro de la película *Apocalypse Now*, ya que antes de él, este trabajo no estaba supervisado por un especialista, sino que esta tarea tenía una menor prioridad en el trabajo cinematográfico, al no estar dividida en departamentos de producción, o etapas. A partir de él, el trabajo sonoro se vuelve independiente en la producción audiovisual. Aquí, otro importante diseñador de sonido es *Ben Burth*, con su especialización en el montaje sonoro de películas de viajes interestelares como *Star Wars* o *WALL-E*, en donde se representan escenarios futuristas, se insertan efectos sonoros que recrean un nuevo lenguaje e incita a que el espectador se deje llevar por los sonidos de un mundo imaginario.

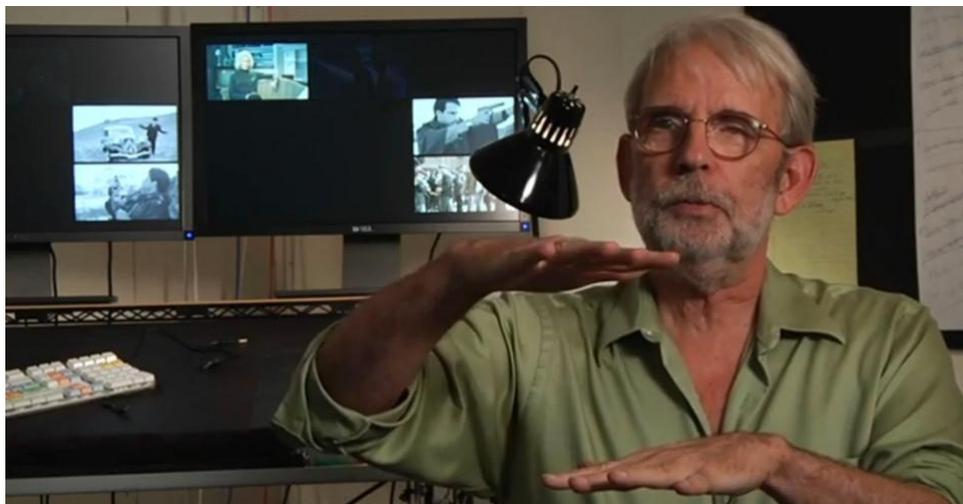


Figura 8. *Walter Murch*, primer diseñador de sonido.

Tomado de *Indie tips*, 2016.

El diseñador de sonido se encargará de planificar, organizar y si es posible manipular, los elementos de la banda sonora para que se complemente a una

obra teatral, o se las integre dentro de una escena cinematográfica. Su principal tarea es la administración y supervisión de cada producción sonora en las tres etapas, para lo cual necesita un equipo técnico y artístico, que arme y cree los sonidos de forma ordenada para acoplarse a un solo producto final, capaz de sincronizarse con la imagen.

1.2.2. Preproducción

Es el ciclo en donde se realiza la planificación y el estudio del proyecto audiovisual. El diseñador de sonido tendrá una gran tarea en esta etapa, ya que estará a cargo de la dirección de todo el trabajo sonoro que se realizará en el proyecto. Una vez acabado el texto de la obra a realizar, el diseñador de sonido recibirá una copia y comenzará con la planificación de toda la sonorización puesta en escena.

En la etapa de preproducción el diseñador de sonido tendrá que trabajar en distintas tareas que son:

- Estudio del guión.
- Charlas con el director de rodaje.
- Decretar las condicionantes narrativas, estéticas y técnicas.
- Búsqueda y recopilación de información.
- Decisiones estéticas y narrativas.

1.2.2.1. Estudio del guión

Una vez establecido el guión, para plasmarlo en el rodaje de la película, el diseñador de sonido, tendrá que analizar de manera detallada cada una de las escenas (diálogos, efectos, música), que se realizarán teniendo en cuenta la aparición sonora de las condicionantes dentro de la escena (época, lugar, cultura, paisajes, etc.). Este trabajo es previo al establecimiento de un guión sonoro, realizado únicamente por el diseñador de sonido.

1.2.2.2. Charlas con el director de rodaje.

Acabada la lectura del guión, el diseñador de sonido se encargará de reunirse con el director de rodaje, para obtener información sobre el mensaje que desea transmitir dentro de las distintas escenas, ya que el diseñador de sonido tiene por labor transmitir las emociones y expresiones que desee el director hacia su audiencia. Otra parte importante en sus conversaciones, es identificar los momentos de enfoque, en donde el director quiere detallar la situación sentimental del personaje: tristeza, alegría, euforia, etc.

1.2.2.3. Decretar las condicionantes narrativas, estéticas y técnicas.

Una vez finalizada la lectura del guión y las reuniones con el director de rodaje, se obtendrá una idea clara de la selección de sonidos que se definirán dependiendo de las distintas limitaciones que se presenten (épocas, geografía, etc.) Como por ejemplo, en la recreación sonora de una escena que esté ubicada en el mundo medieval (con la presencia de varias peleas entre seres míticos, y un escenario de bosques encantados), el trabajo del diseñador sonoro será identificar la música, efectos y paisajes sonoros que se implementarán para proporcionar realidad a la escena, evitando el uso de sonidos que no pertenezcan a esta fantasía, como el ruido de un avión.



Figura 9. Escena de pelea en la película “*The Lord of the Rings*”

Tomado de *The Lord of the Rings The Return of the King*, 2016.

1.2.2.4. Búsqueda y recopilación de información

Una vez definida toda la información narrativa y expresiva que el director quiera transmitir, el diseñador tendrá que hacer una investigación previa sobre toda la información que tenga el guión, como la caracterización de los personajes, la música vigente en cada época, entre otros. Este trabajo se lo realiza siempre teniendo en cuenta el sentido de la obra cinematográfica.

1.2.2.5. Decisiones estéticas y narrativas.

Una vez que el diseñador de sonido haya obtenido la información necesaria, tomando en cuenta las ideas del director de rodaje, éste debe proceder a analizar cada uno de los elementos sonoros que se van a utilizar en la escena, y se identificará diferentes puntos de vista, dependiendo de las cualidades y los aspectos sonoros. Así tenemos:

Las cualidades sonoras, como su nombre lo indica, son las cualidades que tiene el sonido:

- Tono: Determina el valor frecuencial que tiene el objeto o instrumento musical, su función es detallar que tan grave, o agudo es el sonido.
- Volumen: Determina la intensidad sonora de amplificación o atenuación que posea la amplitud de onda.
- Timbre: Determina el cualidad del instrumento musical, voz u objeto para identificarlo de manera específica.
- Tiempo–Ritmo: Determina la velocidad y la métrica de la composición musical.
- Dinámica: Define el matiz o la variación de intensidad sonora a lo largo de la interpretación, que está determinado por el ataque, caída, sostenimiento y extinción del sonido.

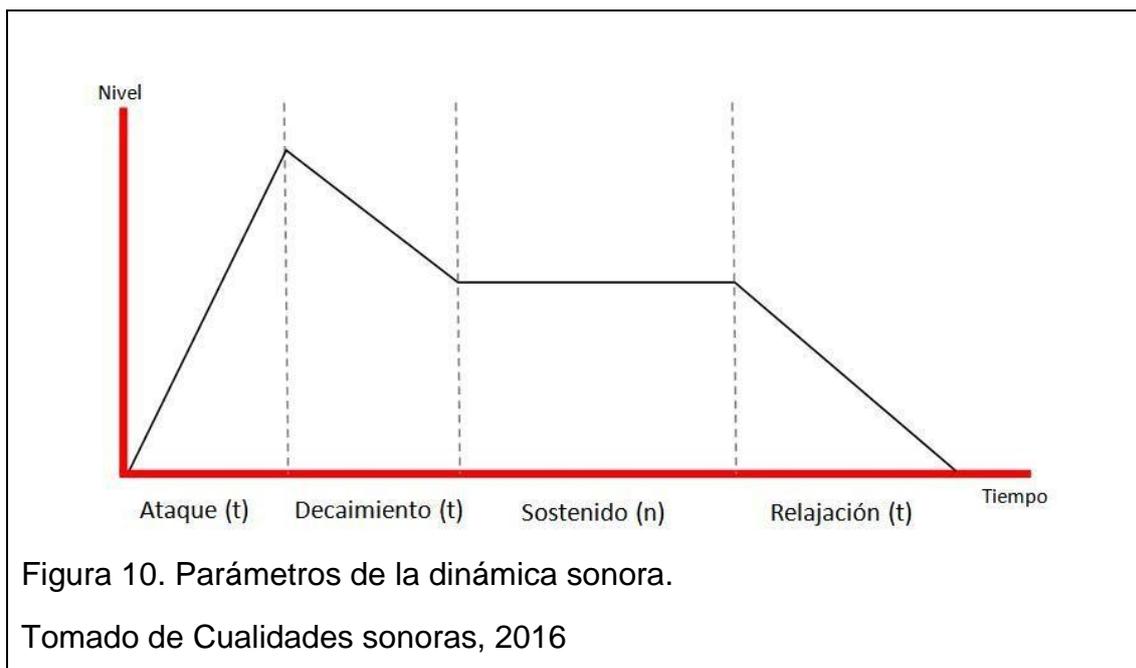


Figura 10. Parámetros de la dinámica sonora.

Tomado de Cualidades sonoras, 2016

Mientras que en el aspecto sonoro, se clasificará al sonido en función de la perspectiva de la audiencia. Existen los sonidos internos, que son todos aquellos que no puedan percibir los otros personajes dentro de la escena, como pensamientos, relatos ya sean físicos o mentales; por otro lado los externos son todos los sonidos recreados a través de acciones producidas por los personajes.

1.2.3. Producción

Una toma de película es un asunto inmensamente costoso y complicado. Los filmes varían en alcance y presupuesto, cada personal tiene su propia personalidad, y cada escena tiene su propio conjunto de problemas en particular. A pesar de esto, cualquier toma requiere planeamiento y comprensión por parte de los involucrados. Si bien la experiencia y talento son vitales, el arte de grabar una película es un deporte en equipo, y si uno de los integrantes no está en sincronía con el conjunto, definitivamente algo saldrá mal tarde o temprano.

Una de las tristes verdades acerca de la producción de un *film* es que las que tienen un menor poder adquisitivo de producción, suelen lidiar con problemas de cualquier tipo a lo largo del periodo de producción. Las grandes y costosas películas enfrentarán menores problemas y, por el contrario, contarán con mejores recursos. Por ejemplo, *Alien XII* podrá contratar los mejores operadores de cámara e iluminadores, personal de sonido experimentado (y extenso), y un coordinador de postproducción que podrá solventar cualquier dificultad para terminar el proyecto. *My Mothers Napkin*, por el contrario, probablemente tendrá un personal de siete recién graduados de la escuela de filmación que tendrán que arreglárselas a lo largo de la producción. ¿Qué filme está destinado a enfrentar trampas? ¿Y qué filme tendrá los recursos necesarios para evitarlas? Es injusto, pero aquellos que tengan menor presupuesto, terminarán encontrándose con los desastres de postproducción más complicados. Sin embargo, muchos de estos altercados relacionados a bajo presupuesto pueden evitarse con más tiempo invertido en la etapa de preproducción.

La etapa de producción tiene la finalidad de obtener cada uno de los sonidos que se van a implementar en la obra fílmica. La captación en campo directo de diálogos, o escenas durante el proceso de rodaje visual, ayudarán a establecer una maqueta de las recreaciones auditivas necesarias, en función del orden cronológico de la obra total. Sin embargo, estas simulaciones también son parte de la etapa de producción, ya que aquí únicamente se grabarán los efectos, diálogos y música a utilizarse.

Los editores de diálogo están ubicados justo en la mitad del proceso de postproducción de filmación. Para que se pueda hacer bien el trabajo, con confianza, se debe conocer de principio a fin que sucedió antes de ser contratado, y que pasará una vez que termine el contrato. No se necesita ser un buen mezclador de campo para ser un buen editor de diálogo, pero comprender las circunstancias a las que se enfrenta el personal de sonido permitirá conocer que se puede pedir, y que se recibirá de ellos. Comprender como opera el departamento de cámara podrá esclarecer por qué las cosas se manejan como se manejan. Visitar el set, por lo menos mentalmente, permitirá captar mejor el trabajo al que se enfrentan los editores.

Los productores a menudo desconocen la importancia que tiene para el mezclador de campo ser parte del proceso de exploración. Si se conoce de primera mano lo que se necesitara –ya sea tratamiento acústico, microfonía extra, cables o algún tipo de equipamiento especial- entonces habrá tiempo para organizarse, y hay una buena probabilidad de que la producción apruebe los costos extra implicados. Pero si se conoce las realidades del set y de la escena el primer día de filmación, se está expuesto a un desastre tras otro hasta el último día de producción.

Para la realización de una obra fílmica no se pueden separar el audio del video, pese a que se los divida a veces para una mejor administración; sin embargo, en esta etapa, es importante conocer cada una de las labores que ejercen los diversos departamentos tanto de sonido, como de imagen, así como los implementos indispensables como el ámbito eléctrico.



Figura 11. Claqueta (Equipo de rodaje).

Tomado de *Dialogue editing for motion pictures*, 2016.

1.2.3.1. El equipo de imagen

La toma principalmente se trata de capturar la imagen. Es injusto, pero hay algo de lógica detrás de esto. A pesar de que, el personal de sonido, quiere capturar diálogos precisos y nítidos que contribuyan a la historia y respeten el espacio, se puede en un abrir y cerrar de ojos reemplazar toda esta producción sonora por ADR y Foley. El personal de fotografía no lo puede hacer. Aparte del pequeño retoque digital que se pueden permitir, la cámara realmente necesita capturar bien la toma. No es de sorprenderse que el personal de imagen, sea bastante grande.

1.2.3.1.1. Departamento de cámara

Estos son los presumidos *Top Gun* del set. Todo se trata de la imagen, y ellos lo saben.

- Director de fotografía: La persona. Con la posible excepción del director asistente, este personaje dirige el set. Es el responsable por todo lo relacionado a la imagen: composición, iluminación, movimiento. En

tomas muy grandes, alguien más se encarga de operar la cámara. Caso contrario, él o ella lo hará.

- Cámara asistente: Está a cargo de operar la cámara y su entorno. Se sienta justo al lado del director de fotografía. En tomas pequeñas, está encargado del enfoque, y posiblemente es la persona portadora de la claqueta.
- Primer asistente de cámara: literalmente asiste a la cámara para obtener foco. Es más complicado de lo que aparenta. Mientras el cine digital reemplaza a la cinta, este trabajo se ha convertido increíblemente técnico. En trabajos más pequeños, este puesto lo ocupa el encargado de la cámara asistente.



Figura 12. Producción audiovisual.

Tomado de: Punto cine, 2016

1.2.3.1.2. Departamento eléctrico

Existe mucha electricidad circulando por el set de filmación, y no solamente entre los actores. El departamento eléctrico es el responsable del cableado de luces, colocación de luces, manipular el generador, y mantener un entorno seguro para todos.

- Gerente o mandamás: la cabeza del departamento. Está a cargo de supervisar la colocación de la iluminación y necesidades eléctricas, siguiendo las órdenes del director de fotografía.
- El mejor chico eléctrico: Este bizarro título describe al primer asistente del gerente. Posee prácticamente todas las habilidades del mandamás, y lo más probable es que se convierta en uno algún día. Uno de sus trabajos es disponer equipo desde el camión y mantener controlado el inventario. Si no, es un electricista de set más.
- Electricistas: Como su nombre lo indica. Largos y complejos sets de filmación, requieren electricistas extra.

1.2.3.1.3. Departamento de tramoyistas

Los tramoyistas mueven cosas. Paredes, pedestales, muñecos. También construyen cosas. A primera vista, parece un trabajo trivial, pero solo para aquellos que consideran que sostener un micrófono *boom* es un trabajo de principiantes.

- Tramoyista clave: Cabecilla del departamento de tramoyistas.
- Tramoyista de carretilla: Responsable de mover la plataforma de la cámara. Debe comprender bien la escena, saber cómo mover cámaras relativamente pesadas, junto con sus operadores y asistentes, sin hacer ruido, para todas las tomas. En películas pequeñas, el tramoyista clave asume este papel.
- El mejor chico tramoyista: Como pueden imaginar, es el asistente al tramoyista clave. En escenas particularmente complejas, se usan tramoyistas extras; son llamados “martillos extra”.



Figura 13. Tramoyista de carretilla.

Tomado de Fotos digitales, 2016

1.2.3.2. El equipo de sonido

La mayoría de filmes pequeños tienen un personal de dos personas: un mezclador de campo y un operador de *boom*. Si la película está mejor dotada, habrá un tercer miembro del personal: el cableador. Los roles están bien definidos, teniendo limitaciones al momento de captar las muestras de audio en el rodaje.

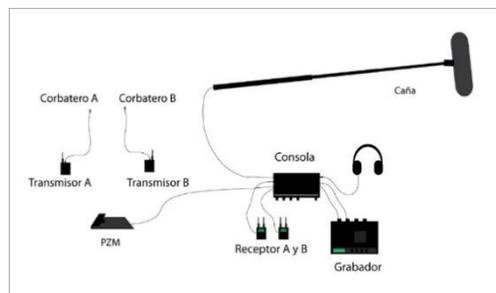


Figura 14. Equipo de grabación de sonido directo.

Tomado de: *Icono acustic*, 2016

1.2.3.2.1. Mezclador de campo

El mezclador de sonido es la cabeza del equipo de sonido, no se lo debe confundir con el mezclador ADR o con el mezclador de regrabación, los cuales aparecen mucho después en el camino de producción sonora. Es el responsable de asesorar las necesidades sonoras para cada escena; lo que se debe hacer para capturar los elementos narrativos importantes de la misma, y qué equipamiento y logística se necesitaran para lograrlo. A diferencia de otros miembros del personal de sonido, que se encuentran repartidos por todo el set, el mezclador de campo se sienta cerca del meollo del asunto, con su carrito de mezcla. Este centro portable de control de sonido posee grabadores, receptores de micrófonos inalámbricos, preamplificadores, un mezclador, una computadora, y un monitor de video mostrando retroalimentación visual de la cámara.

El mezclador de sonido generalmente rutea varias pistas a la consola de grabación, o grabadores -cada pista separada de las otras- para que así el editor de diálogo, tenga acceso a los micrófonos individuales. Adicionalmente, creara una mezcla en vivo que siga la acción de la escena –fundiendo de entrada esto, fundiendo de salida aquello- creando una mezcla con un flujo continuo. Esta mezcla será utilizada por el editor del filme durante la edición de imagen, ya que rara vez este personaje desea editar con varias pistas separadas. Únicamente después, en la postproducción de audio, entraran en juego estas pistas individuales creadas. El título del puesto, “mezclador de sonido”, viene desde los días mucho antes de la grabación multipista (en termino prácticos, alguno años atrás) donde el sonido de campo tenía que ser grabado a una pista monofónica (o después, a dos). Ya sea grabar un único *boom* con sus receptores por radio, el mezclador de campo debía hacer decisiones en vivo, vitales, e irrevocables. Pierde un solo marcador de tiempo y es todo, esa toma no aparece en la cinta. Grabadores multipista proveen algo de red de seguridad, ya que cada canal de entrada está aislado de los demás, pero la mezcla en vivo es igualmente crucial para capturar la energía del set.

1.2.3.2.2. Operador de boom

El operador de *boom* controla un micrófono ubicado en la punta de un pedestal. Esto le permite al “micrófono de *boom*” estar fuera de cámara y sin interrumpir la captación sonora cuando el personal del rodaje interviene en la escena. Pero hay mucho más en este trabajo que sostener un poste largo con un micrófono relativamente pesado en su extremo más lejano. Se debe conocer el guión y la acción para cada escena. Si el micrófono no está en el lugar y momento adecuados, entonces esa línea de diálogo se grabará *off mic*, (fuera del micrófono); un problema que no tiene otra solución que acudir a tomas alternas o ADR, pero éstas consumen gran cantidad de tiempo; y ninguna de las dos es muy satisfactoria a decir verdad. El operador de *boom* debe entender cómo funciona la iluminación, para así evitar sombras causadas por la posición del poste. Debe entender dónde está la cámara y donde estará. Debido a que el objetivo del trabajo es tener al micrófono cerca de la acción sin permitirse entrar en la toma, el operador tiene que estudiar ésta y prestar mucha atención al alcance focal de los lentes.

Usualmente, pero no siempre, es el operador de *boom* el encargado de colocar los micrófonos inalámbricos a los actores. Esto implica un conocimiento decente de telas, pegamentos y cintas, y entender cómo se construyen las prendas de vestir así como experiencia con posicionamiento de micrófonos.



Figura 15. Grabación de campo.

Tomado de: *Film spot*, 2016.

1.2.3.2.3. Cableador

Usualmente llamado “utilero de sonido”, el cableador mantiene los cables del departamento de sonido en orden para que el set permanezca seguro. Se ocupa de varias tareas, mantiene vigilado al operador de *boom*, y cuando se necesita dos auxiliares, él entra en acción.

1.2.3.3. Otros departamentos en la toma

Además de los departamentos principales: imagen y sonido, la producción audiovisual requiere de una gran cantidad de personas:

- Dirección: el director, asistente de director, persona de continuidad, y otras personas de soporte
- Vestuario, maquillaje, y utileros
- Personal de la compañía de producción
- Manejadores de animales
- Conductores y personal de seguridad

- Servicio al personal (alguien debe alimentar a todos)

Esta lista puede ser más grande o más pequeña, dependiendo del presupuesto y soporte que posea la película. En conclusión, existe mucha gente en el set, cada uno con un trabajo específico. Para hacer bien las cosas, se debe encajar en este espectáculo

1.2.4. Post-producción de audio

El lenguaje humano tiene un enorme potencial como elemento de diseño de sonido. Diálogo de palabras, alientos, suspiros, etc., pueden ser realizadas y editadas, para funcionar como la música en una película, por lo que el tempo, la dinámica y la armonía en el diálogo tienen tanto significado como la sincronía de los diálogos con la imagen. Se trata de un vasto territorio, en su mayoría sin explorar. La etapa de post producción es una de las facetas más artísticamente emocionantes del futuro de la manipulación de sonido en los videos.

Es la etapa en donde se juntan todos los diálogos, composiciones musicales, efectos sonoros, con el fin de cumplir con los requerimientos del diseñador de sonido. Lo más óptimo es que en esta parte, el diseñador sonoro se encargue de la manipulación y alteración de estos sonidos, captados en el área de producción. El proceso de postproducción está determinado por:

- Edición
- Grabación
- Mezcla

Para la ejecución de cada uno de estos procesos, cada departamento tiene un asistente, como: el pasante, asistente de edición de sonido, editor de efectos sonoros, editor de diálogos, editor de *ADRs*, Mezclador de *ADR* y supervisor de Foley. En esta etapa, todo el trabajo a realizar será de manera técnica, con el objetivo de cumplir los estándares del mercado.

1.2.4.1. Supervisor de edición de sonido

El jefe. Normalmente, el único miembro del equipo de sonido contratado directamente por la producción y por lo general tiene la decisión, al igual que el director o el editor de imágenes. El supervisor de edición de sonido tiene la envidiable tarea de llevar el sonido de la película, a la vida ficticia, mediante: la ubicación de la narrativa y el espacio donde los personajes interactúan. Él tiene la tarea poco envidiable de terminar el sonido dentro del presupuesto, a tiempo, y manejando el equilibrio de las necesidades del equipo de sonido (que deben permanecer leales a él), además de coordinar los acuerdos con la dirección (con el que todos los dolores de cabeza se comparten en la película), y el productor (a quien paga las cuentas y es a menudo impresionado con excusas para sobrecostos o retrasos). Dado que gran parte del trabajo es administrativo, el editor de sonido es el supervisor y debe ser tan ágil con el uso de todas las herramientas, desde *Excel* hasta *Pro Tools*.



Figura 16. Edición de Audio.

Tomado de: *Sound production LinkedIn*, 2016.

1.2.4.2. Asistente de edición de sonido

Es común que dentro del área de rodaje sea difícil encontrar asistentes de audio para las salas de edición, ya que en el pasado no existían personas especializadas para cada tarea, sino que una misma se encargaba de la obtención y edición de los audios a ser utilizados. Sin embargo, un buen ayudante vale su peso en oro, ya que gestiona y configura las salas de montaje y los materiales a usar en los procesos de edición sonora, por esta razón se requiere mínimo un asistente a tiempo parcial.

1.2.4.3. Pasante

Dentro del grupo de trabajo se encuentra aprendiz o también llamado pasante, en donde su labor es aprender cada uno de los roles que realizan los equipos de trabajo y a la vez le sirve entender como es el verdadero trabajo para borrar un montón de fantasías acerca de la postproducción de sonido. Ellos ayudan a los editores de sonido con los materiales de carga, los archivos de muestras de sonido, la transcripción de las escenas, y la realización de tareas similares.

1.2.4.4. Editor de efectos sonoros

Para explicar la función del editor de efectos, primer hay que imaginarse una escena de carros en donde existan varias explosiones, o el viaje interestelar de un grupo de astronautas, la función de los efectos es recrear y exaltar al sonido original con el fin de llamar la atención del espectador. Por lo general son reconocidos en las premiaciones cinematográficas, aunque, lastimosamente es poco apreciada por el público, debido a que pasan desapercibidos; sin embargo la mayoría de milagros son realizados por los editores de los efectos.

Cuando se unen los efectos en función de los diálogos y la música, es donde comienzan a tomar forma y sentido las escenas, ya que cada ruido de fondo, paisaje sonoro, o respiración del personaje es ubicada detalladamente por el editor de efectos sonoros. Los editores de efectos, por lo general, se

especializan en determinadas áreas o tipos de escena que se presenten como: choques, explosiones, catástrofes naturales, etc.

1.2.4.5. Supervisor o editor de diálogos

En las grandes producciones cinematográficas es llamado supervisor de diálogos, en cambio en producciones de menor presupuesto, tiene el nombre de editor de diálogos. Asume la labor de editar todos los diálogos que fueron grabados en la etapa de rodaje, es decir, que si existió algún problema en la captación de diálogos en el campo directo (dentro del rodaje), será el supervisor de diálogos el encargado de dar una solución.

En las producciones que tienen más recursos económicos, por lo general, poseen varios editores de diálogos que siguen las órdenes de un supervisor. La labor fundamental es preparar las pistas de audio, para que no generen problemas de formatos, estéticos, inteligibilidad de la palabra, etc.

El trabajo del supervisor de diálogos consta en sincronizar los diálogos con la imagen, ya sean grabados en campo directo, o en un estudio de grabación, con el fin de convencer al espectador de que todos los diálogos son parte de la realidad ficticia que se realiza.

Algunas de las labores en la banda de diálogos son:

- Agrupar y ordenar cada una de las pistas de sonido directo una vez finalizado todo el rodaje.
- Tratar de eliminar, cambiar, o reemplazar todos los sonidos externos como: ruido de equipos, de personas; sonidos que genere el actor como: rozaduras de ropa.
- Identificar y reparar cada uno de los problemas que se generen en la articulación, vocalización y dicción del lenguaje que se esté rodando.



Figura 17. Actores de doble de audio.

Tomado de Auvimedia, 2016.

1.2.4.6. Supervisor o editor de ADR

Dentro de las captaciones realizadas por el operador boom dentro del rodaje, van a tener que ser descartadas y regrabadas, por problemas técnicos, condiciones de grabación, o nuevas líneas en los guiones. El supervisor de ADR es el encargado de regrabar y editar cada uno de los diálogos o doblajes, que se identifiquen en la producción audiovisual. Para obtener una grabación óptima, el supervisor de ADR se encarga de trabajar con el director, el editor de imágenes, y con los actores, para definir las sensaciones que quiere transmitir el director dentro de la producción. Al igual que en la supervisión de diálogos, dependerá del presupuesto económico para contratar un supervisor o solo un editor de ADR.

1.2.4.7. Mezclador de ADR

El Mezclador de ADR, tiene la función de sincronizar los diálogos con la imagen, utilizar las técnicas de grabación adecuadas para obtener el sonido deseado, espacializar las escenas por medio de procesadores y efectos y

ubicar las fuentes sonoras por medio de automatizaciones. Él es generalmente un empleado del estudio donde se realizan las grabaciones postsincronización.

1.2.4.8. Supervisor de foley

Cada película necesita de la ayuda del Foley, ya que puede cubrir esos agujeros causados por ADR. A medida de que aumenta el presupuesto, el Foley puede tener un gran peso en la personificación de la realidad ficticia que se desea perfeccionar. El supervisor se encarga de controlar las sesiones de grabación por parte de los artistas *foley*, identificando qué efectos sonoros se deben recrear y qué efectos se deben editar.

1.2.4.9. Editor de música

El departamento de música es una de las pocas áreas en donde el supervisor de sonido está desacoplado. El editor musical es el encargado de enfatizar cada una de las sensaciones a transmitir en la escena, mediante la edición y mezcla de las piezas musicales obtenidas; a menudo depende directamente del director.

1.3. El “Artista Foley”

Este personaje es muy indispensable en la etapa de grabación, ya que el trabajo principal es recrear y grabar el audio a tiempo real con la producción visual. El artista se debe colocar en un escenario de grabación, en donde tendrá a su disposición una gran variedad de utilería y diferentes tipos de suelo. Con el fin de recrear sonidos provenientes de diferentes escenarios.

John Post, un editor de sonido y artista *foley*, trabajó en *Universal* poco después de que Jack Foley se retirara. Este artista fue considerado como uno de los especialistas en grabación de *foley walker*, que asocia a la persona que se especializa en recrear y sincronizar el sonido de los pasos que emite cada personaje utilizando los *pits*, que son los diferentes tipos de superficies sobre las que se desarrolla la acción. Trabajó en varios largometrajes como: *The Terminator*, *The Thing*, y *Teenage Mutant Ninja Turtles*.

En 1970 *Universal Studios* contrató a *Jonh Post* y *Duane Hensel*, para realizar el *foley* de todos los programas de televisión que se transmitían en la productora.

En los años 1960 y 1970, los editores de audio ya pertenecían a un sindicato, pero el trabajo recién codificado de *foley* aún no estaba integrado a una asociación de trabajadores. En el verano del 2006, el artista *foley* fue finalmente incluido como una de la categoría oficial del Gremio de Editores de Cine. Hasta ese momento, los artistas *foley* que se encontraban en la unión fueron aceptados en la categoría de postproducción.

Durante el tiempo de Jack Foley en *Universal*, hubo cambios con respecto al lugar donde el sonido era grabado. La mayoría del tiempo, Jack estuvo en el estudio de grabación de *Foley*, una edificación construida para aislar los ruidos exteriores de la grabación sus sonidos. Ahora, el estudio donde se hace *foley* es oficialmente un *foley stage*, en un homenaje al creador de esta técnica de sonorización de imagen. Se construyó el primer estudio oficial de *foley* en *Desilu Studios* donde fue originalmente *RKO Pictures*, en Hollywood.

Ken Dufva y *David Lee Fein* tienen la distinción de ser el equipo con más larga trayectoria laboral de *foley* en la industria del cine (21 años), trabajaron juntos por primera vez en *MGM* y más tarde en la *Paramount*. Ambos entraron en el sistema en un momento cuando los estudios tuvieron una progresión estandarizada en casi todos los puestos de trabajo en el cine, y los sindicatos o gremios tuvieron una fuerte influencia en la formación y el trabajo de protección de los empleados. Por lo tanto, Dufva y Fein tienen, individualmente y en conjunto, unas perspectivas muy interesantes e incidentes en el crecimiento y el cambio del mundo de Foley de la década de 1960 hasta la actualidad.

Gary Hecker es uno de los Artistas Foley más condecorados en Hollywood por su participación en más de 200 películas con tres décadas de carrera. Los últimos trabajos realizados son 2012, *Rescate del Metro 1 2 3*, *Angel & Demons*, *Watchmen* y la trilogía de *Spiderman*. Es muy conocido por la creación de varias voces especiales, como la voz de *Godzilla* en su nueva versión. Trabajó durante 16 años en *Sony Pictures Entertainment*, y hoy por

hoy se encuentra trabajando en *Todd-AO* producciones como supervisor de artistas *foley*. (Manager, 2016)



Figura 18. *Gary Hecker* – Artista Foley.

Tomado de: *Indie films*, 2016

Técnicamente, el *foley* es la práctica de la recreación sonora para imagen a tiempo real. Existen varias bibliotecas de efectos que contienen colecciones de *foley*, que consiste en clasificar a los sonidos que son producidos en una sesión de grabación, tales como pasos, movimientos de ropa, golpes de puertas, etc. Estas colecciones pueden ser muy útiles para el diseñador sonoro que se encuentre en apuros, o no disponga el dinero necesario para tener un estudio de Foley, un ejemplo de clasificación dentro de las librerías virtuales es:

Efectos sonoros *foley*

- Caída de cuerpos.
- Puertas en movimiento.
- Flameo de banderas.
- Follajes.
- Pesuñas de caballos.
- Movimiento del látigo.
- Efectos sonoros de pasos
- Calzado y Superficies.

Para el desarrollo de este trabajo son indispensables varios elementos que le permitirán al artista, conocer a profundidad cómo interpretar los diversos sonidos; como *cue sheet*, *pits*, *props*, y un estudio especializado para la grabación.

1.3.1. Cue sheet

Al momento de trabajar en el área de *foley*, todos los sonidos como el sorbo de un café en la mañana o la bicicleta que reparte el periódico, son organizados mediante esta hoja de apuntes, que tiene la función de ingeniar y precisar, todos los conocimientos que se llevarán a cabo en el escenario al instante de grabar.

Esta *cue sheet* determinará el canal y la línea del tiempo en donde se captará el sonido, al igual que indicará qué sonidos tienen más complejidad de grabar al momento de la ejecución sonora.

En primera estancia, el diseñador de sonido se va a encargar de tener reuniones con el director y productor de imagen, con el fin de identificar cada uno de los puntos de grabación que van a ser anotados en una hoja de preproducción. Una vez anotada toda la información acerca de las expresiones que pretende profundizar el director, se procederá a la anotación de cada sonido que va a intervenir en la *cue sheet*.

Una vez que el editor de *foley* tiene las notas de grabación, el siguiente paso es traducir estos conceptos e integrarlos en el *foley cue sheet* que se utilizará en el escenario. Las hojas *cue* son anotadas en columnas verticales con las principales *footstep cues* a partir de la pista uno, dos, tres y así sucesivamente.

Ahora, la mayoría *cueing*- hojas virtuales de anotación de las pistas- se realiza en una sesión de Protools. Las pistas son horizontales, pero el enfoque es el mismo. La primera toma de audio o el primer paso que se va a grabar mediante los personajes principales están en la pista uno. Las asignaciones de pistas permanecen como lo hacían anteriormente. La principal diferencia es que en lugar de escribir las *cues*, éstas estarán marcadas en una sesión, la cual se guardará en un disco duro o se enviará a un servidor.

Varios efectos sonoros se agrupan en distintas categorías, la mayoría de estas librerías virtuales contienen un nombre de archivo que no es un estándar. Según *Rick Viers* el formato que contienen la mayoría de librerías virtuales es el siguiente: (Viers, 2008)

1. Categoría
2. Sustantivo
3. Verbo
4. Descripción
5. Número

Como por ejemplo: PISADAS ZAPATO DE TENNIS CORRIENDO PISO DE MADERA 01

Existe otra nomenclatura para recortar las palabras y que sean entendible entre todos los operadores dentro del rodaje, ya sea en el nombre de las pistas de audio de una sesión en *pro tolos* como el nombre en un determinado punto de la hoja *cue* para determinar el punto de grabación.

Como por ejemplo:

- AMBIENCE = AMB
- ANIMALS = ANM
- CARTOONS = CAR
- CRASHES = CRASH
- FOLEY = FOL
- FOOTSTEPS = FOOT
- HORROR = HOR
- IMPACTS = IMP
- SCIENCE FICTION = SCIFI
- WEATHER = WEA

Project: **YELLOW CAB Studios** Page 1 - 1
 Editor: Steven 4/28/2010 10:23 AM

	Foley notes 1	Foley notes 2	Foley notes 3	Foley notes 4
1:00:00:00	1:00:00:00 main char footsteps			
1:00:00:01			1:00:00:01 gun pickup	
1:00:00:04		1:00:00:04 door close	1:00:00:04	
1:00:00:07		1:00:00:07		
1:00:00:08				1:00:00:08 extra clothes rustle
1:00:00:10	1:00:00:10			1:00:00:13
1:00:00:13	1:00:00:13 high heels for girl			
1:00:00:16		1:00:00:16 glass breaking		
1:00:00:17			1:00:00:17 clothes dropped	
1:00:00:18	1:00:00:18	1:00:00:18		
1:00:00:23				1:00:00:23 glass breaking
1:00:01:01			1:00:01:01	
1:00:01:10				1:00:01:10

Figura 19. Diseño de una hoja cue.
 Tomado de *Yellow cab studios*, 2016

1.3.2. Pits

La parte esencial en un estudio de *foley* son las superficies o también llamados *pits*, conforman diferentes tipos de suelo en donde se recrea el sonido que se asemeja a las pisadas dentro de las producciones cinematográficas, generalmente cada uno de los *pits* debe integrarse dentro de un contenedor de madera con el fin de poder incorporarlos dentro del suelo estructural del estudio.

Dentro de las producciones audiovisuales existen varios paisajes con diferentes tipos de terreno, por lo que es necesario recrearlos en un estudio, así las superficies más comunes que se pueden encontrar en un estudio *foley* son: de madera que se utilizan comúnmente en casas embrujadas o antiguas, metal que se observan en escenas de naves espaciales, césped, arena, ripio, alfombra, etc.

Los contenedores pueden ser de dos tipos; fijos o móviles, los fijos son incorporados dentro del suelo estructural del estudio, con el fin de evitar

sonidos indeseados que se generan por medio de la inestabilidad del contenedor de madera. Y los móviles que poseen ruedas y agarraderas, que permitirán transportar cada una de las superficies al lugar de trabajo. (Alcóser, 2014)



Figura 20 *Pits* móviles.

Tomado de *Noha Bonds*, 2016.



Figura 21 *Pits fijos*.

Tomado de *The estudio tour*, 2016

Las medidas de los pisos no tienen un estándar fijo, pero según el autor *Ric Viers* un buen piso de madera se obtiene a partir de las medidas del contenedor de madera que serán de 1,20 m x 1.20 m x 12 cm. Hay que tratar que el piso este ubicado a 6 cm de altura con referencia a los 12 cm que es la altura de la caja, para obtener una resonancia sonora por medio del golpeteo hacia la superficie. Los modelos de caja se los puede realizar al ingenio de diferente artista *foley*, eso sí sabiendo identificar qué sonido es el que se quiere interpretar dentro de la escena, y que no solo dependerá del tipo de superficie, sino que también del tipo de suelas y la actuación con la que el artista realice las grabaciones. (Viers, 2008)

1.3.3. *Props*

Los *props* son todos los accesorios, o utilería, que necesita el artista Foley para recrear cada uno de los diferentes sonidos. Dependiendo del tipo de escenas, se deberá tener la utilería necesaria como: telas mojadas, guantes de caucho, un coco hueco partido o inclusive el tallo del apio, con el fin de recrear como se

pela un pescado al momento de quitarle las tripas, el sonido de la montura de un caballo, el aleteo de las gaviotas cerca de la playa, el sonido de los caballos galopando en diferentes terreno o incluso la fractura de huesos en una escena de terror. Se debe cuidar que la utilería esté ubicada de manera ordenada, de forma que puedan cumplir su función y no obstaculicen con el resto de las actividades.

Existen distintos *props*, que se utilizan para recrear una variedad de escenas en concreto como:

- *Aquaphone* o *Waterphone*: Instrumentos para recrear los distintos sonidos metálicos y disonantes dentro de una escena de terror o suspenso.
- Simulación de puertas a escala: Por lo general posee distinto tipos de puertas para simular varios sonidos de portazos o de llaves quitando el seguro.
- Tubos de ensayo: Al llenar cada uno de los tubos de ensayo con diferente cantidad de agua aleatoria, nos va a genera una recreación sonora a la ruptura de vidrios, con la ayuda de otros metales como monedas, tapas de lata o llaves.
- *Thunderdrum*: Con la ayuda de un resorte inestable o estirado y una lata, se puede construir este divertido artefacto para simular los sonidos de relámpagos o tormentas.
- Ramas de árbol: Nos sirven de gran ayuda para simular el sonido de *whooshes* al momento de una pelea.

En el proceso de desarrollo de esta tesis, se detallará cada parte de la elaboración de estos instrumentos sonoros.

1.3.4. Estudio de Foley “*Foley Stage*”

Aunque la mayoría de los estudios de grabación cuentan con estándares convencionales para el cableado eléctrico, una etapa *foley* tiene necesidades específicas. Cuando todo está dicho y hecho, no importa lo bonito que se vea la habitación o lo impresionante del equipo de grabación que tiene, si la

habitación no está conectada para cumplir el objetivo específico de la grabación de efectos con una amplia variedad de rango dinámico y poca, o ninguna, interferencia de ruido de fondo y zumbidos eléctricos, entonces usted va a pasar horas y horas rastreando los ruidos y tratando de deshacerse de ellos. La primera regla de la etapa de Foley es que debe trabajar de forma electrónica.

Al realizar el interior de una sala *foley* se debe tomar en cuenta dos puntos importantes que son: función y forma. No sólo se necesita tener los elementos esenciales de un área de trabajo que detectan errores al artista, sino que también debe tener una atmósfera que permita al artista interpretar las recreaciones de manera cómoda y eficiente. Es más fácil ser creativo y productivo si el escenario está diseñado de una manera que maximiza el tiempo de la artista y de la energía.

Un estudio de grabación para Foley, debe constar con los equipos técnicos básicos de una productora musical, sin embargo cuenta con una interfaz de video y una pantalla agregada en el cuarto de grabación, que permite comunicar la información visual sin que exista problemas de latencia con respecto a la imagen; además posee diferentes materiales de absorción sonora, como elementos porosos (lana de vidrio y lana de roca), difusores que permiten la propagación del sonido de manera uniformen en cada punto de captación; con el fin de evitar alteraciones sonoras que se generan por medio de fenómenos físicos dentro de un estudio, como reflexiones, resonancias en frecuencias específicas, etc.



Figura 22. *Foley stage*.

Tomado de *Big foot studios*, 2016

1.4. Conceptos de acústica

Se puede definir a la acústica como el comportamiento del sonido dentro o fuera de un recinto, en donde se detalla la transmisión, recepción y control de la propagación de las ondas dentro del aire o superficies sólidas. La importancia de la acústica dentro de un estudio Foley, es controlar la conducta del sonido de manera uniforme, es decir que haya una difusión homogénea.

Existen dos formas para clasificar a la acústica: el aislamiento acústico, que es el control del sonido generado de recinto hacia el otro; y el acondicionamiento, que identifica los parámetros de comportamiento de propagación sonora dentro de una sala.

1.4.1. Aislamiento acústico

Es el manejo de la transmisión de ruido de un recinto hacia el otro para evitar interferencia de sonidos externos y prevenir la contaminación de ruidos dentro

de la grabación. Esto también impedirá la propagación de sonidos internos hacia áreas aledañas.

La propagación de ondas de una sala a otra puede realizarse a través del aire o por medio de superficies estructurales. La insonorización de una sala se la realiza mediante la superposición de paredes conocidas como paredes dobles, que al tener varias capas reducirá el sonido externo, debido a que el aislamiento acústico es directamente proporcional a la densidad superficial del mismo

Las paredes o paneles se los puede realizar a base de *gypsum* o *pladur*. Para evitar las fugas provenientes por puertas se pueden utilizar barrederas y puertas dobles. Para construir una pecera acústicamente aislada es recomendable el uso de pegamentos flexibles para unir sus marcos y reducir vibraciones; en esta pecera se deben colocar dos cristales con diferente angulación con la finalidad de evitar la amplificación y propagación de ciertas frecuencias.

Es importante desacoplar paredes con amortiguadores como resortes para separar estructuras, de forma que el sonido no se propague por medio de paredes, puertas o techos

El aislamiento dependerá de la ocupación que se le quiera dar al recinto, ya que el nivel de ruido de fondo no será el mismo en un estudio de grabación que en una biblioteca. Encontrar un buen lugar de construcción de una sala, como un subsuelo, puede significar el ahorro en materiales para aislamiento.

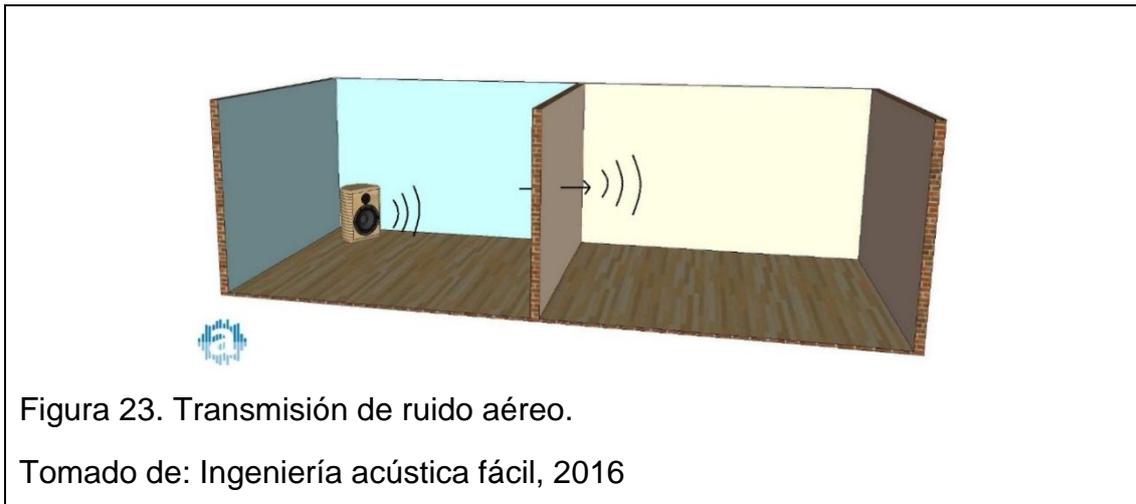
Dentro del aislamiento se puede identificar dos métodos de propagación de ondas, la primera conocida como ruido aéreo se realiza por medio del aire, mientras que la transmisión por medio de superficies solidas se la nombrará como ruido de impacto.

1.4.1.1. Ruido aéreo

Es la perturbación de las vibraciones a través del aire. Cuando el sonido se impacta con una superficie cierto porcentaje de la onda atravesará el sólido, mientras que las demás serán absorbidas por el coeficiente de absorción de

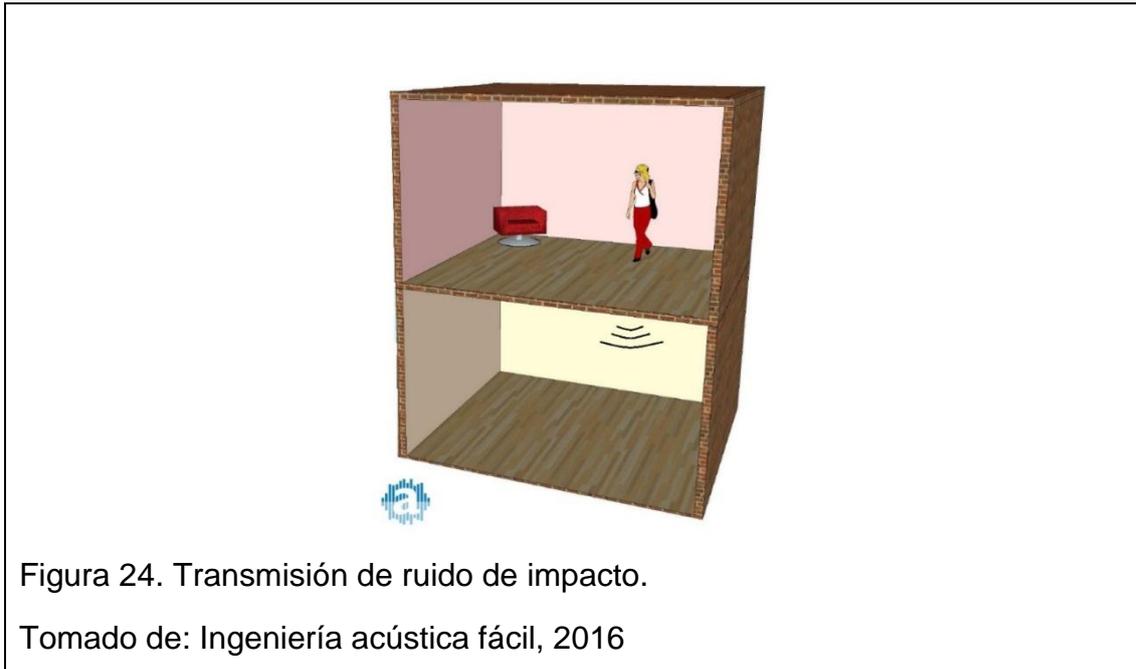
este material. Si la propagación de sonido se dirige hacia una pared divisoria por medio de flancos o vibraciones en superficies sólidas, el sonido se propagará al recinto aledaño creando un nuevo foco de emisión sonora.

Para diagnosticar los niveles de ruido aéreo que genera una sala con respecto a otra, se utiliza la norma ISO 140-7, que se detallará en ANEXOS.



1.4.1.2. Ruido de impacto

Es el ruido que se genera al producir distintas excitaciones a superficies estructurales o a elementos constructivos. Es decir, un ruido de impacto es el sonido externo que se genera en un cuarto al tocar una puerta. También los sonidos al clavar en una pared o pasos provenientes de los cuartos superiores son ruido de impacto.



1.4.2. Acondicionamiento acústico

El acondicionamiento acústico tiene por objeto controlar la propagación de las ondas sonoras dentro de una habitación, con el fin de tener un campo sonoro difuso en todos los puntos dentro de la sala.

El sonido directo es aquel que se difunde de la fuente sonora hacia el receptor sin reflexiones y el sonido reflejado es la propagación sonora que se genera por medio de rebotes en superficies sólidas. El oído humano no puede distinguir la diferencia de un sonido directo y un reflejado a partir de los 50 ms, si el sonido reflejado llega al receptor 50 ms más tarde el oído lo identificará como un eco o reverberación. La finalidad del acondicionamiento acústico de un estudio de grabación es evitar las reflexiones para que el operador pueda trabajar con un sonido directo.

La geometría del recinto cumplirá otra tarea dentro del acondicionamiento acústico. Dependiendo de las dimensiones de la sala, tendrá un comportamiento modal distinto que generará problemas de resonancia en distintas frecuencias.

La conducta modal será un punto muy importante, tomando en cuenta las ondas estacionaras en bajas frecuencias. (Martín, 2016) (Pérez, 2014) (Frasquet, 2010) (Ingenieros Acústicos Consulting, S.L., 2016)

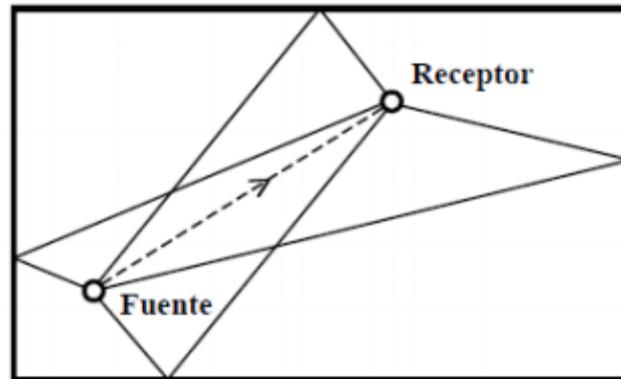


Figura 25. Línea de puntos: sonido directo; Línea continua: sonido reflejado
Tomado de: Ingenieros Acústicos Consulting, S.L. 2016

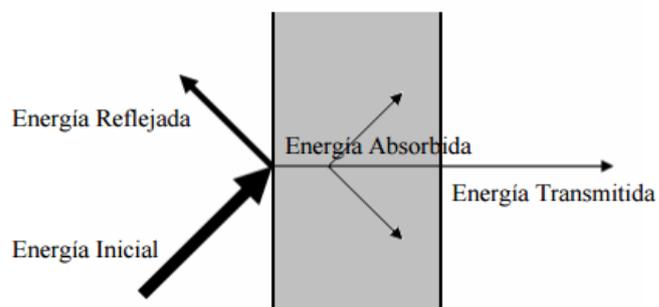


Figura 26. Comportamiento del sonido reflejado y absorbido.
Tomado de: Acústica Arquitectónica para Salas de Grabación, 2016.

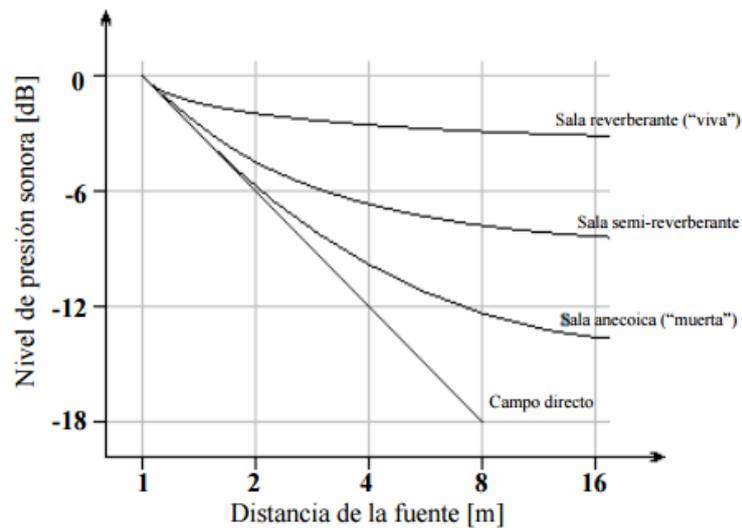


Figura 27. Niveles de presión sonora del campo directo y campo reverberante.

Tomado de: Acústica Arquitectónica para Salas de Grabación, 2016.

1.4.2.1. Modos normales

Todo recinto puede ser relacionado con un resonador, ya que entre sus superficies se concentrarán una cantidad de resonancias, también llamadas *Modos Normales*. Estos modos pueden ser axiales, tangenciales u oblicuos, y estarán definidos por una frecuencia en específico. No siempre se dan en recintos paralelepípedos. No obstante las medidas de las superficies pueden acercarse a la de un prisma para el cálculo de su frecuencia de resonancia.

La fórmula para el cálculo de *modos* dentro de una sala rectangular es la siguiente:

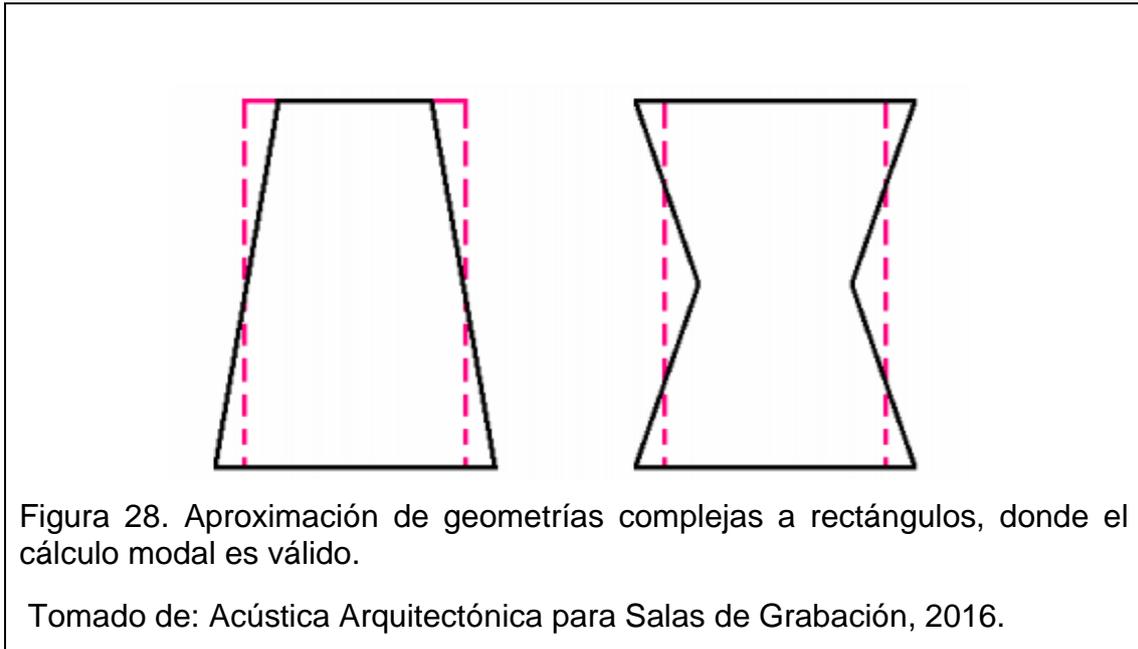
$$f = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

c : Velocidad del sonido

l : Dimensiones de la sala.

n : Orden del modo.



1.4.2.2. Nivel de presión sonora (SPL o NPS)

Este parámetro se utiliza para el cálculo del campo sonoro en un determinado punto. Se lo representa en decibeles.

El cálculo de SPL es el siguiente

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} \left(\frac{P_{rms}}{P_0} \right) \text{ [dB]} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

P_{rms} : La presión eficaz del sonido.

P_0 : La presión eficaz inicial. 2×10^{-5} [Pa]

1.4.2.3. Curvas NC

Noise Criteria son curvas de nivel de ruido para determinar los niveles límites de ruido de fondo en una sala. Existen diferentes valores de curvas recomendadas que van a depender del tipo de sala a la cual se quiere realizar la comparación de ruido de fondo entre las bandas 63 Hz y 8000 Hz. Para que una sala cumpla con estos criterios el ruido de fondo en toda la banda de octava entre 63 Hz y 8000 Hz, deben situarse por debajo de la NC. (Vila, 2013)

Tabla 1. Curva NC para diferentes tipos de recinto.

Tipo de recinto	Curva NC recomendada	Equivalencia en dBA.
Estudios de grabación	15	28
Salas de conciertos y teatros	15 - 25	28 - 38
Salas de conferencias/Aulas	20 - 30	33 - 42

Tomado de *Riunet*, 2016

1.4.2.4. Tiempo de reverberación

Se conoce como reverberación al sonido generado a partir de superficies reflectantes, la acumulación de las reflexiones del sonido directo y sonido reflejado va a ocasionar un conjunto de sonidos llamado reverberación. Cada vez que el sonido se impacte en una superficie dentro del recinto va a existir una absorción y una reflexión, es decir que cierto porcentaje del sonido directo va a propagarse y la otra parte se transformará en pequeñas cantidades de calor. Para calcular cuánto tarda el conjunto de sonidos reflejados en extinguirse se utiliza la definición de tiempo de reverberación (RT60-T60), es el tiempo que tarda el nivel de presión sonora en decaer 60 dB. (Miyara F. , 2004)

El tiempo de reverberación va a estar determinado por la absorción de las diferentes superficies dentro de la sala, si las paredes son superficies muy rígidas estas generarán mayor cantidad de reflexiones y por ende existirá mayor tiempo de reverberación. En cambio si las superficies poseen un material más blando estas absorberán el sonido reflejado y ocasionaran menor tiempo de reverberación, es decir que el tiempo de reverberación es inversamente proporcional al coeficiente de absorción sonora de la superficie. Este coeficiente es el cociente entre la energía absorbida y la energía incidente, y se la identifica con el símbolo α . (Miyara F. , 2004)

$$\alpha = \frac{E_{\text{absorbida}}}{E_{\text{incidente}}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

El cálculo para el tiempo de reverberación en una sala se determina con la fórmula de Sabine, por su creador *Wallace Clement Sabine*, esta fórmula se la calcula de la siguiente forma:

$$T = 0,161 \frac{V}{\alpha S} \text{ [seg]} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dónde:

V : Volumen del recinto

α : Coeficiente de absorción sonora

S : Superficie interior total en m^2

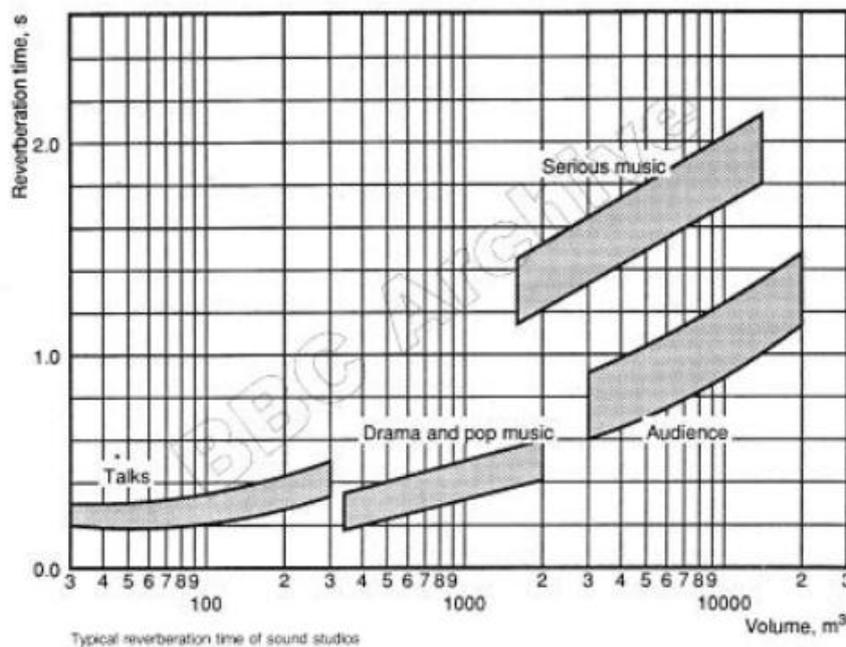


Figura 29 Tiempo de reverberación deseado en distintas salas según la BBC. Tomado de *Riunet*, 2016.

1.4.2.4.1. Calidez acústica

Es la representación de calidad sonora en bajas frecuencias dentro de un local. El cálculo de este parámetro es la relación entre los tiempos de reverberación

de 125 Hz y 250 Hz y los tiempos de reverberación de 500 Hz y 1000Hz. Es importante tener cuidado al momento de acondicionar el interior de la sala, es recomendable evitar una absorción alta en bajas frecuencias, lo que provocaría la reducción de calidez en la sala. (Diseño Acústico de Salas, 2016)

$$BR \equiv \frac{RT(125)+RT(250)}{RT(500)+RT(1000)} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Valores establecidos para una calidez ideal dentro de una sala ocupada

$$1,10 \leq BR \leq 1,25 \quad (\text{Si } RT_{mid} = 2,2 \text{ s})$$

$$1,10 \leq BR \leq 1,45 \quad (\text{Si } RT_{mid} = 1,8 \text{ s})$$

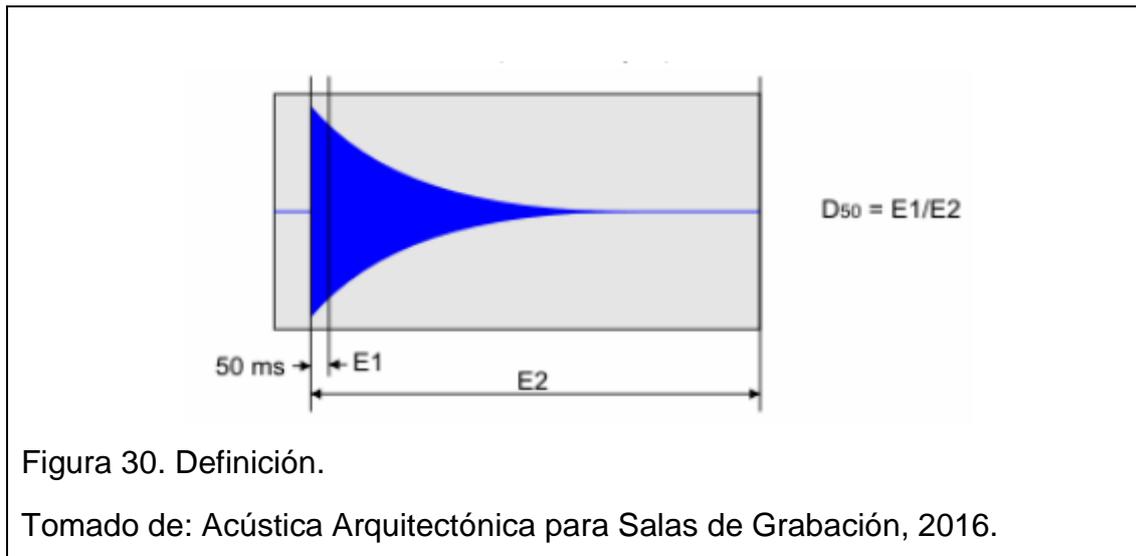
1.3.2.4.2. Brillo

Es la representación de la calidad sonora en altas frecuencias en el interior del recinto, este valor proporciona la claridad y riqueza de armónicos que posea la sala. Se lo determina por medio de la relación del tiempo de reverberación de 2000 Hz y 4000 Hz y el tiempo de reverberación de 500 Hz y 1000Hz. El valor ideal según lo estipula *Beraneck* que $Br \geq 0.87$.(Jaramillo, 2007)

$$BR \equiv \frac{RT(2000)+RT(4000)}{RT(500)+RT(1000)} \quad (\text{Ecuación 6})$$

1.4.2.5. Brillo Claridad C50 Y C80

Es la proporción efectiva que se da a través de las primeras reflexiones. Existen dos parámetros para calcular la claridad. El C_{50} se encarga de la medición de salas dedicadas a la palabra, y el C_{80} para a determinar los parámetros de las salas destinadas para la música. La definición o D_{50} es la relación entre la energía en un tiempo de 50 ms y la energía total.



El C_{50} va a determinar la inteligibilidad de la palabra. Es la relación energética entre el nivel de presión sonora producido en los primeros 50 ms y el nivel de presión sonora que llega después de los 50 ms. El cálculo se lo realiza a través del D_{50} .

$$C_{50} = 10 \log \left(\frac{D_{50}}{1-D_{50}} \right) [\text{dB}] \quad (\text{Ecuación 7})$$

Para identificar el comportamiento del parámetro C_{50} , *L.G. Marshall* utiliza el cálculo denominado "*Speech Average*", este valor debe ser superior o igual a 2 dB para su efectividad, se lo determina de la siguiente manera:

$$C_{50} (\text{speech average}) \equiv 0.15C_{50}(500) + 0.25C_{50}(1k) + 0.35C_{50}(2k) + 0.25C_{50}(4k) [\text{dB}] \quad (\text{Ecuación 8})$$

El C_{80} es la división entre el nivel de presión sonora recibido a los 80 ms y el nivel de presión sonora después de los 80 ms. Este parámetro nos indicará el grado en el cual el sonido de una composición musical se dispersa. Para su cálculo total se usa la media aritmética de 500 Hz, 1000Hz y 2000 Hz.

$$C_{80} = \frac{C_{500} [\text{Hz}] + C_{1000} [\text{Hz}] + C_{2000} [\text{Hz}]}{3} \quad (\text{Ecuación 9})$$

1.4.2.6. %ALcons

La inteligibilidad de la palabra al momento de recibir un mensaje oral va a depender de la pronunciación de las consonantes. *ALcons*, llamado *Percentage Articulation Loss of Consonants* o Pérdida porcentual de articulación de las consonantes es el parámetro más utilizado para establecer un pronóstico de la inteligibilidad, hay que tener mucho cuidado con la presencia de reflexiones sonoras en la sala ya que afectarán de manera negativa. En la parte práctica se toma como valor característico la banda de 2000 Hz ya que es la frecuencia en donde se afecta más la inteligibilidad de la palabra. (Diseño Acústico de Salas, 2016)

$$\%ALcons \equiv \frac{200 r^2 RT^2}{VQ} \quad \text{si } r \leq 3.16 D_c \quad \text{(Ecuación 10)}$$

$$\%ALcons \equiv 9RT \quad \text{si } r > 3.16 D_c \quad \text{(Ecuación 11)}$$

Dónde:

r : Distancia a la fuente sonora.

V : Volumen de la sala.

Q Directividad de la fuente $Q=2$

RT : Tiempo de reverberación.

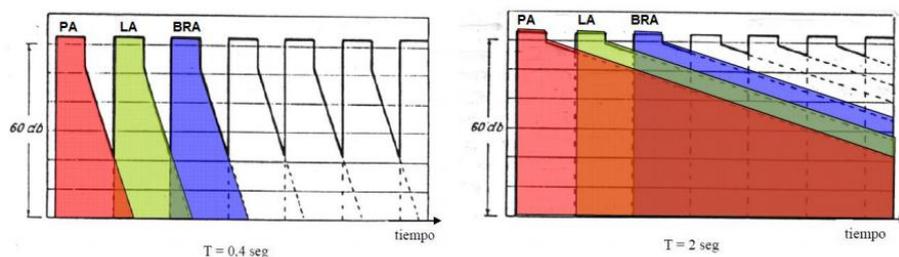
D_c : Distancia crítica

%ALCONS	STI / RASTI	VALORACIÓN SUBJETIVA
1,4% - 0%	0,88 - 1	Excelente
4,8% - 1,6%	0,66 - 0,86	Buena
11,4% - 5,3%	0,50 - 0,64	Aceptable
24,2% - 12%	0,36 - 0,49	Pobre
46,5% - 27%	0,24 - 0,34	Mala

Figura 31. Valores estándares de los parámetros de la inteligibilidad de la palabra.

Tomado de Inteligibilidad de la palabra, 2016.

Un T60 muy alto, genera un enmascaramiento entre las sílabas de una palabra.



Una ■llina tris ■ le dice a ■tra gallina: Ne ■sito a ■llo

Figura 32. Enmascaramiento entre sílabas por T60 elevado.

Tomado de Inteligibilidad de la palabra, 2016

1.4.2.7. Absorción sonora

La propagación de las ondas sonoras en el interior de un recinto, sea por medio del aire o en superficies sólidas, debe ser mínima para tener una óptima calidad acústica. Para cumplir este objetivo es indispensables contar con los siguientes elementos: (Albella, 2013)

- Materiales absorbentes.
- Resonadores
- Muebles en el interior de la sala.
- El aire.
- Parte de la infraestructura: paredes, techo y piso.

Por lo general, los materiales que forman parte de la infraestructura como paredes, techos o pisos poseen una absorción sonora muy baja debido a que son materiales muy rígidos y con baja porosidad. (Albella, 2013)

Tabla 2. Absorción de materiales constructivos en banda 1/3 de octava.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Pladur	0.29	0.1	0.06	0.05	0.04	0.04
Hormigón pintado	0.1	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
Hormigón macizo	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
Ladrillo enyesado	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04

Tomado de *Riunit*, 2016

1.4.2.7.1. Materiales absorbentes

Dentro de una sala existen diferentes materiales determinados o comunes como: paredes de bloque o de hormigón, techo, tipos de suelo, sillas, puertas, entre otros. Los materiales absorbentes son aquellos que son utilizados de manera específica en el interior de una sala con el fin de aumentar la absorción sonora.

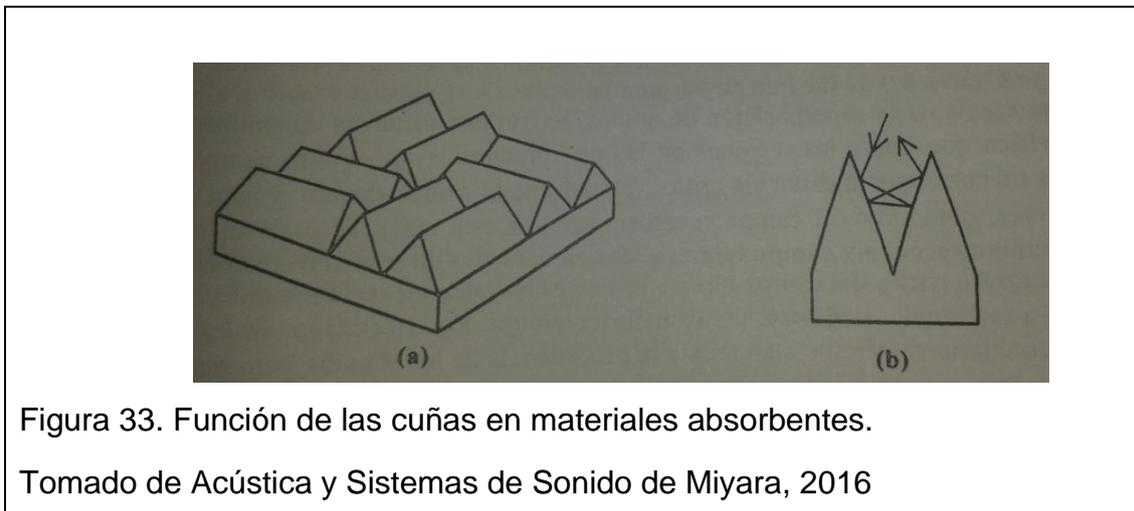
Existen diferentes tipos de materiales para la absorción sonora, uno de los más económicos y utilizados es la lana de vidrio, dependiendo el espesor y la densidad que posea la absorción aumentará. Este material no debe estar expuesto al ambiente y a las personas ya que posee fibras de vidrio que pueden lastimar al momento de manipularlo. (Miyara I. F., 2003)

Otros materiales utilizados para la absorción acústica son las espumas de poliuretano. Son fabricados en forma de cuñas anecoicas y su función es

disipar la onda sonora por medio de un trampa de sonido, es decir reflejar el sonido varias veces hasta que se atenúe la onda. (Miyara F. , 2004)

Dependiendo de la distribución del material en el interior del recinto se obtendrá una acústica deseada. Las funciones principales de estos materiales absorbentes son:

- Controlar el tiempo de reverberación.
- Eliminar ecos y resonancias.
- Reducir el nivel de campo reverberante en sitios expuestos a niveles de ruido elevados (discotecas, centros comerciales, etc.).



Los materiales absorbentes por lo general son porosos, de esta manera las ondas sonoras se disipan ya que el rozamiento de las ondas sonoras en los ductos porosos del material generará que la energía sonora se transforme en energía calórica. Mientras más poroso sea el material, mayor será la absorción que genere. (Albella, 2013)

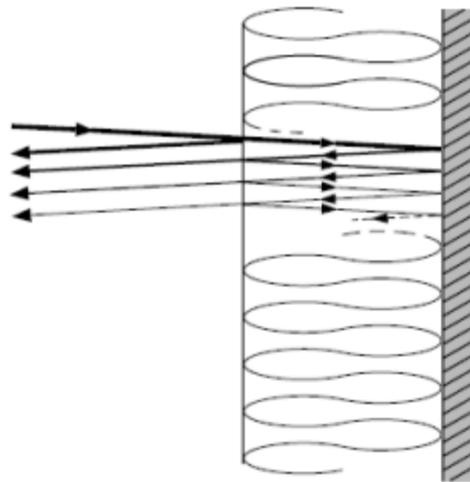


Figura 34. Diseño de un elemento absorbente.

Tomado de Riunet, 2016

1.4.2.8. Resonadores

Muchos de los materiales absorbentes utilizados para el acondicionamiento acústico de una sala poseen una absorción ineficiente a bajas frecuencias, es por esta razón que se combina el uso de materiales absorbentes con resonadores, para obtener una respuesta más plana en todo el rango de frecuencias audibles de la sala. (Albella, 2013)

La función de estos resonadores es reducir el nivel de presión sonora en una o varias frecuencias específicas, su uso principal es reducir el tiempo de reverberación en bajas frecuencias, en donde los materiales absorbentes no pueden reducir de manera óptima. Existen cuatro tipos de resonadores:

- De membrana o diafragmático.
- De cavidad simple.
- De cavidad múltiple a base de paneles perforados o ranurados.
- De cavidad múltiple a base de listones.

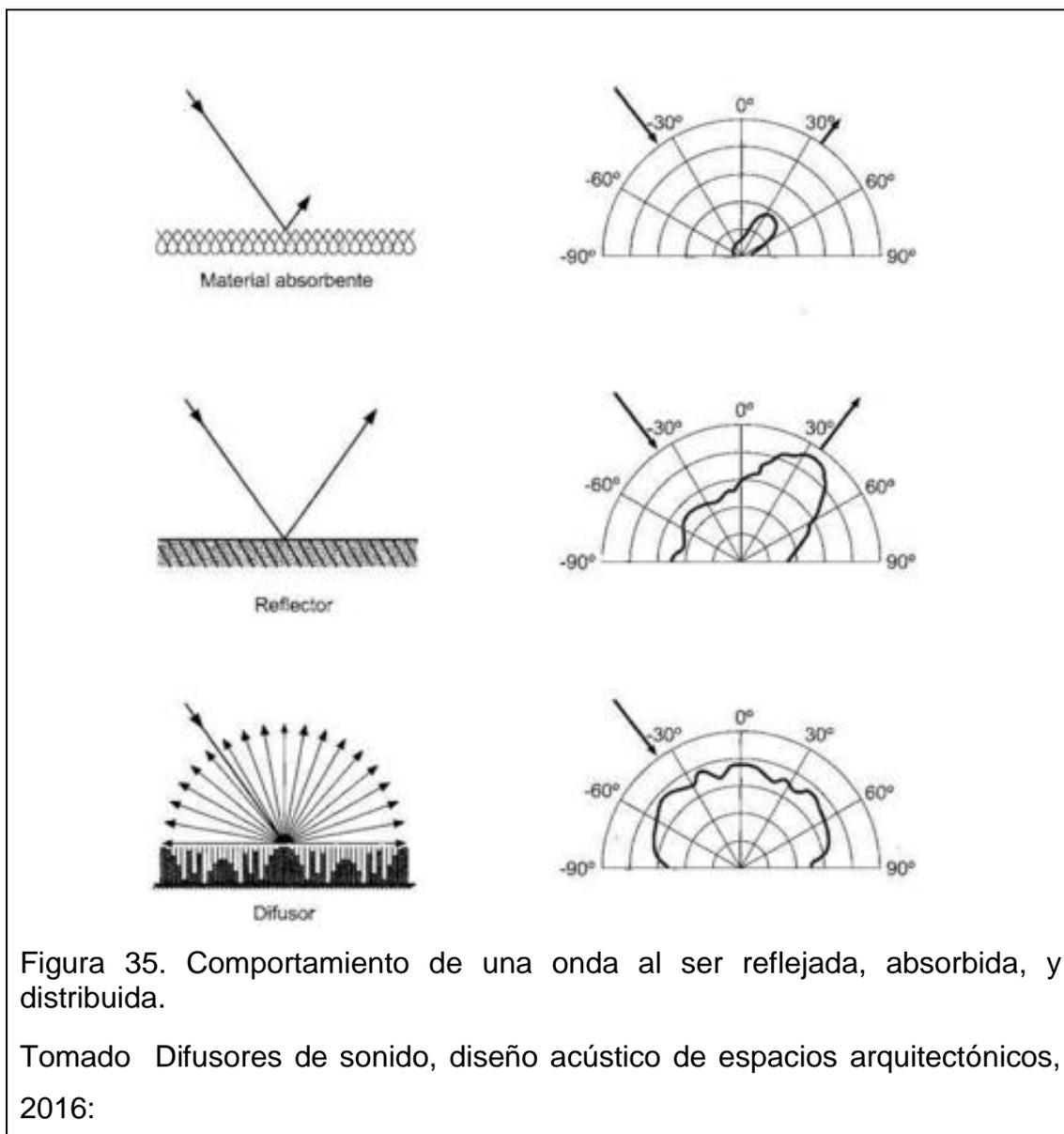
1.4.2.9. Difusión sonora

El uso principal de la difusión es distribuir de manera uniforme y en varias direcciones la energía sonora que se genera por medio de las reflexiones. Gracias a esto se podrá obtener un campo sonoro altamente envolvente, es decir que la energía sonora del medio reverberante llegará al oído humano con un mensaje claro e inteligible a la palabra.

Para obtener una difusión óptima en un rango de frecuencias deseado se utilizan los denominados *difusores*. La difusión sirve también para eliminar ciertos malestares como; retrasos de la fuente sonora, ecos, o focalizaciones en puntos importantes de la sala, ya sea en recintos dedicados a la palabra o a la música.

Existen diferentes tipos de difusores, dentro de estos se encuentran:

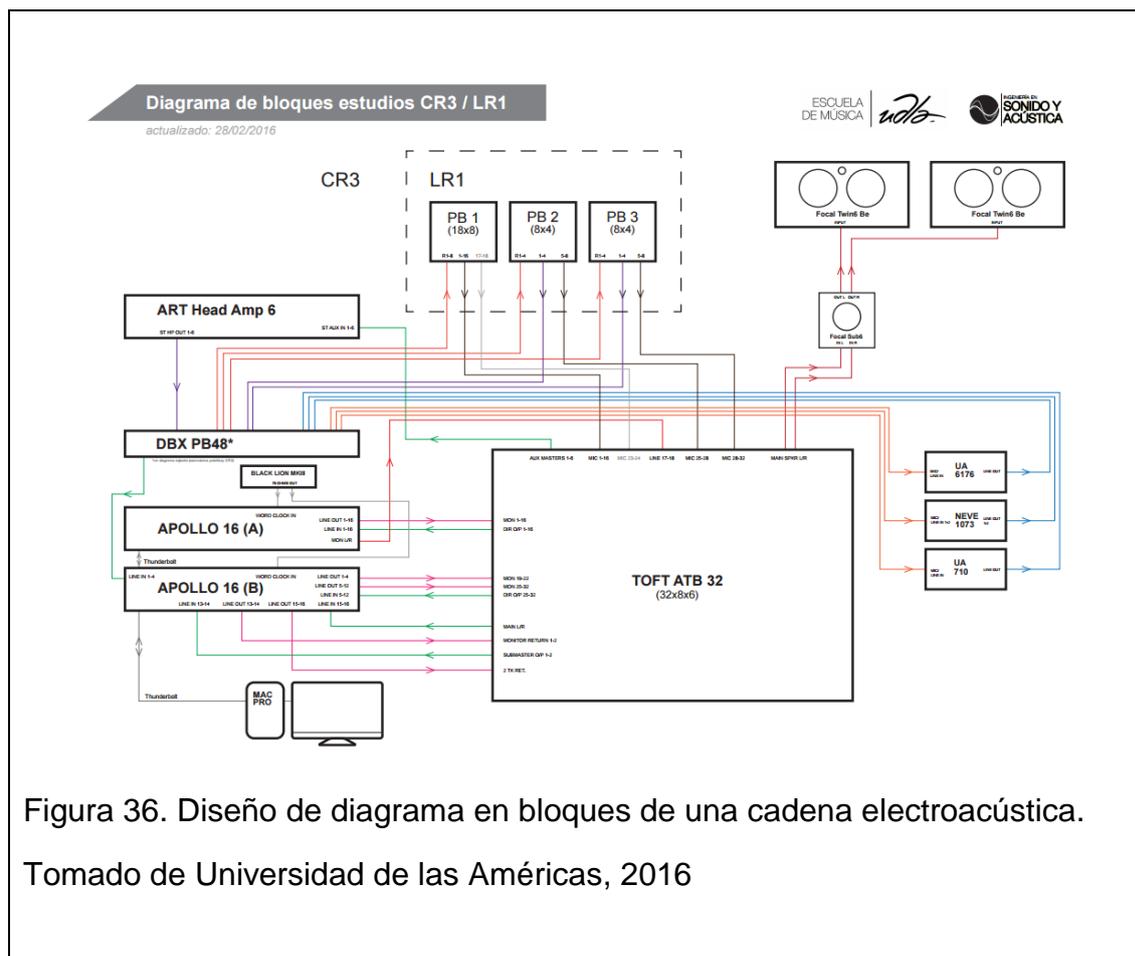
- Difusores poli cilíndricos.
- Difusores MLS.
- Difusores unidimensionales QRD.
- Difusores bidimensionales QRD.
- Difusores PRD.



1.5. Cadena Electroacústica

Dentro de la sala de control existen varios equipos electroacústicos conectados entre sí, cada uno de estos dispositivos tiene un funcionamiento diferente, pero la suma de todos estos elementos se concluyen en fines específicos, que son: recibir, procesar, emitir y almacenar las señales de audio.

La función de la cadena electroacústica es ordenar la conexión de estos equipos de manera eficiente para la grabación, procesamiento, edición y reproducción de estos.



1.5.1. Equipos de grabación para foley

En esta sección se van a determinar los diferentes componentes electroacústicos que se pueden utilizar en función de un estudio de *Foley*. Para determinar una buena cadena electroacústica se inicia con la identificación de una buena mesa de control, debido a que este dispositivo análogo o digital, cumplirá con la función de intercomunicar a cada uno de los elementos de la cadena electroacústica.

1.5.1.1. Mesa de audio

Es un equipo electromecanoacustico, que tiene por función interconectar cada uno de los componentes audio como: preamplificadores de micrófonos y audífonos, grabadoras, efectos, procesadores y monitores.

En la descripción de Carlos Lellis Ferreira las mesas de audio se pueden clasificar de acuerdo al diseño, perteneciente a una de las siguientes categorías: (Ferreira, 2013)

- Mezcladora de audio: Dispositivo básico con una conexión de entrada y salida, no posee un preamplificador de micrófono. Por lo general se lo utiliza para controlar niveles de intensidad sonora.
- Consola *Split*: Estas consolas poseen diversos canales de entrada de línea, pero solo un canal master: con una entrada de micrófono y una de línea al igual que una salida directa. Estas consolas por lo general se usan para refuerzo sonoro.
- Consola *Matrix*: Se las utiliza en refuerzo sonoro por su diversidad de envíos mediante buses que se los puede distribuir para el monitoreo de cada uno de los integrantes de la banda.
- Consola *Semi in-line*: Este tipo de consolas poseen varias salidas y entradas de línea y micrófono. Sin embargo, poseen dos controles de nivel y una entrada llamada *tape in* por cada canal, para tener un control de nivel de reproducción y de grabación por medio de los potenciómetros o *faders Mix B*.

1.5.1.1.1. Consola In-line

Son aquellas consolas que dentro de cada canal poseen una entrada y una salida de audio, lo que permite ahorrar espacio al momento de manejar y monitorear los niveles tanto de grabación como de reproducción. Por lo que se considera la consola más útil en el área de grabación.

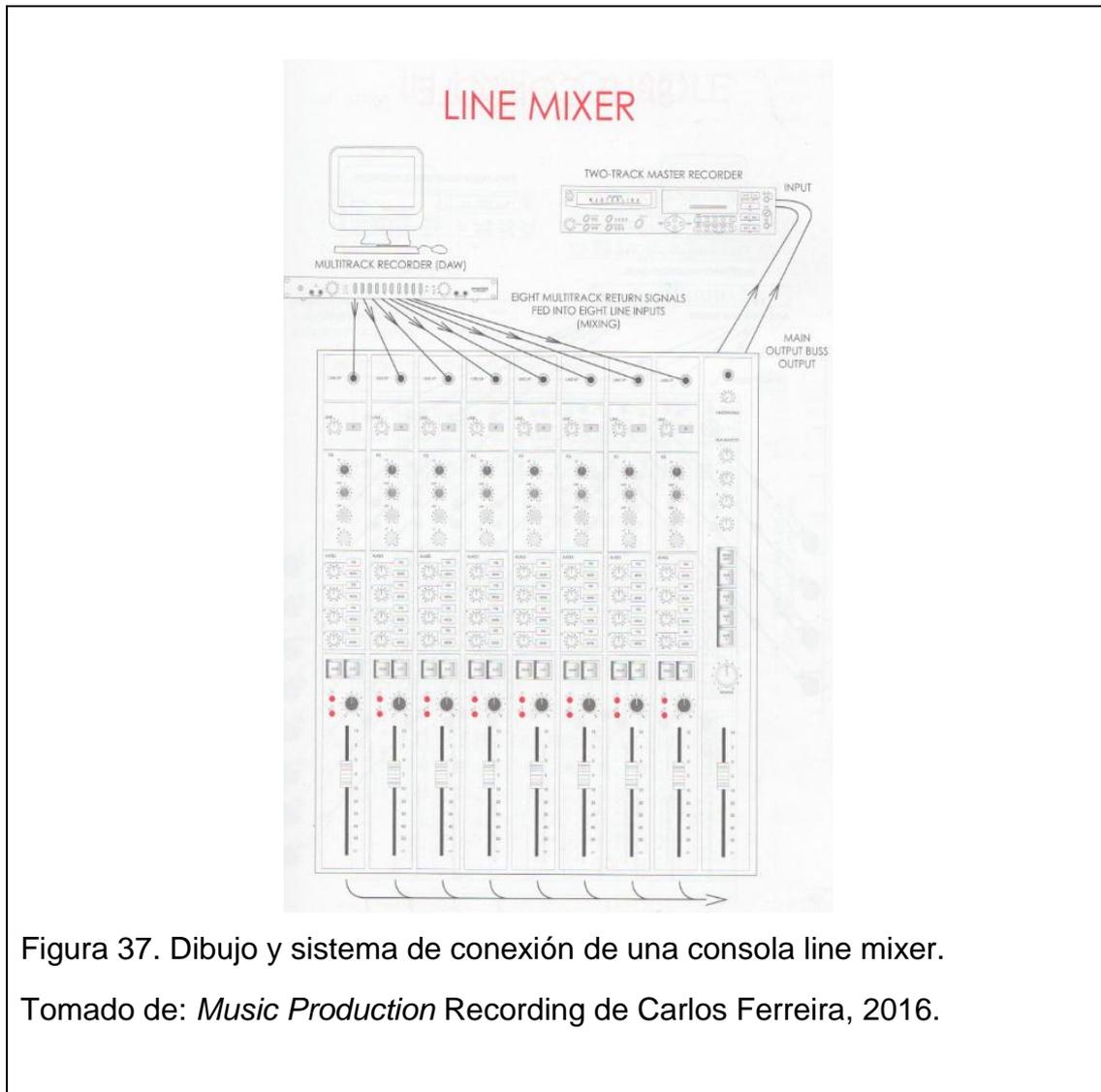


Figura 37. Dibujo y sistema de conexión de una consola line mixer.

Tomado de: *Music Production Recording* de Carlos Ferreira, 2016.

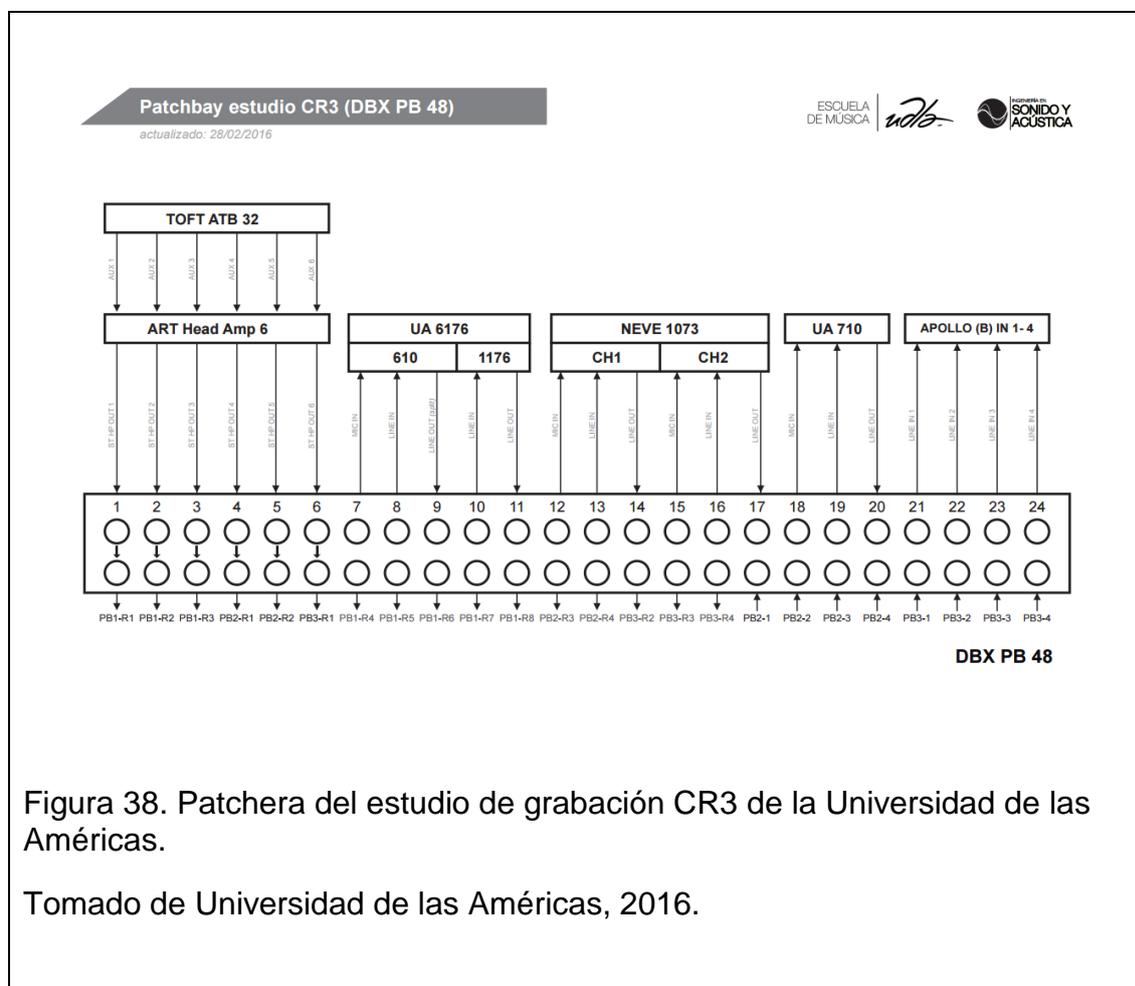
1.5.1.2. Patchera

Es un tablero que permite facilitar la interconexión por medio de una extensión entre todos los dispositivos que se encuentran dentro de producciones musicales o audiovisuales. La flexibilidad que proporciona puede ayudar a aumentar la eficiencia del proceso de grabación de manera significativa, en donde se evita o se simplifica el procedimiento de cables de conexión que a veces son exigentes y consume mucho tiempo.

Existen varios tipos de interconexiones dentro de una patchera:

- Normalizadas:
- Seminormalizadas

- Paralelas
- Abiertas o no normalizadas



1.5.1.3. Preamplificador de micrófono

El principal rol de trabajo de los preamplificadores de micrófono es aumentar el nivel de micrófono a nivel de línea. Algunos modelos de preamplificadores vienen integrados con un sistema de compresión y ecualización dentro de sus componentes.

Algunos preamplificadores de micrófono colorean el sonido, otros dispositivos pueden describirse en términos generales como transparentes sin causar alguna alteración en el sonido.

Los preamplificadores como todos los demás procesadores de señal añaden contenido armónico a su señal de entrada. El nivel y la naturaleza de los armónicos o la distorsión añadida es un factor importante que influye en la eficiencia y la calidad percibida de los dispositivos.



Figura 39. Ejemplos de preamplificadores.

Tomado de *Music production recording*, 2016.

1.5.1.4. Interface-Digital audio workstation (DAW)

Las estaciones de trabajo para audio digital es el nombre colectivo que se le dan a los componentes que se encargan de transformar el audio análogo en digital, y viceversa.

Existen interfaces que dependiendo del presupuesto y calidad de audio tendrán mayor o menor número de canales de grabación. Con la generación del audio digital se han simplificado muchos procesos que se realizaba en la era análoga, si bien el sonido digital es más popular, muchas de las grabaciones que se realizan con dispositivos análogos son difíciles de simular y llegan a tener un mayor costo al momento de grabar.

Existen software o plataformas virtuales, que ayudan a realizar los distintos procesos de grabación edición y mezcla como *Logic, Pro Tools, Cubase* entre otros. Estos programas virtuales poseen distintos efectos y procesadores digitales, en donde se podrá alterar a la onda en un sin número de procesos, estas herramientas virtuales son llamados *plug-ins*, Existen varios *plug-ins* exitosos, que por su decodificación han podido simular de manera óptima varios sistemas análogos como

- *Universal Audio plug-ins*
- *Waves: Audio Plugins for Mixing, Mastering & Recording*

1.5.1.5. Sistema de monitoreo

Dentro del sistema de monitoreo, los transductores, son la ruta más importante y de más alta prioridad en la jerarquía del flujo de señal de audio. Al momento de tomar los niveles de audio en el sistema de monitoreo, hay que realizar la toma justa de nivel para no generar abruptas amplificaciones, donde se generen distorsiones o interferencia de ruidos, para evitar gastos económicos innecesarios al momento de repetir grabaciones.

Para poder seleccionar un buen sistema de monitoreo Carlos Ferreira nombra a las hojas de especificaciones técnicas que debe indicar al momento de comprar un dispositivo como

- Respuesta de frecuencia: Estos valores proporciona una visión global de la respuesta en frecuencia de un altavoz dentro de un nivel aceptable de desviación. Por ejemplo una curva 50 Hz a 20 KHz +/- 1 dB. Dicha información se presenta habitualmente en forma gráfica.
- Frecuencia de corte
- Máximo NPS (nivel de presión sonora): que se especifica mediante el THD.

1.5.1.5.1. THD/Total harmonic distortion

La onda sinusoidal está expuesta a tener un cambio una vez que pase por el proceso de amplificación. La distorsión total armónica es la cantidad de armónicos con la que se generan a partir de la frecuencia fundamental: (Miyara I. F., 2003)

$$THD = \frac{V_{efarmónicos}}{V_{effundamental}} \quad (\text{Ecuación 11.})$$

Dónde:

$V_{efarmónicos}$: La tensión eficaz de los armónicos

$V_{effundamental}$: La tensión eficaz de la frecuencia fundamental.

1.5.1.5.2. Altavoces pasivos vs activos

Algunos altavoces, que se hacen llamar activos, son aquellos que tienen incorporado en su construcción un amplificador de potencia. Esto implica que puede ser alimentada con señales de nivel de línea. Las ventajas de este tipo de dispositivos se encuentran en la posibilidad de una combinación perfecta entre el amplificador y *driver* en el caso de los fabricantes de gama alta.

1.3.1.6. Micrófonos

Se lo define como el dispositivo que tiene la capacidad de transformar la energía acústica en energía eléctrica y viceversa en las etapas de producción sonora. Dentro de la cadena electroacústica se integraran micrófonos con mayor captación de directividad, en grabaciones monofónicas.

Los diferentes patrones polares, nos indicará el ángulo de captación que posea cada micrófono, los diferentes tipos de patrones polares son:

- Omnidireccional:
- Bidireccional-Figura 8
- Hipocardiode
- Cardiode

- Supercardioide
- Hipercardioide

Para las grabaciones monofónicas los micrófonos con mayor directividad como cardioide, supercardioide e hipercardioide, serán indispensables al momento de recrear los sonidos.

Existen varios tipos de micrófonos en función a su fabricación que son:

- Dinámicos
- Condensador
- Cinta
- Piezoeléctricos

Paras captar más detalladamente los detalles de la recreación sonora se utilizan los micrófonos de condensador, ya que capta de manera detallada y con dinámica sonora. Otro importante tipo de micrófono que se utiliza dentro de las grabaciones de Foley, son los tipo piezoeléctricos, que son capaces de captar el sonido por medio de vibración en elementos sólidos. El micrófono piezo eléctrico fue usado para las grabaciones de los sables de luz en la película *Star Wars*.

2. Desarrollo

Para la elaboración del estudio de *foley*, es necesario diagnosticar cada uno de los problemas acústicos que se encuentran en las aulas CR1 y EG1, ubicados en la Universidad de las Américas. De igual forma, es importante identificar las conexiones dentro de la cadena electroacústica, para facilitar el trabajo del ingeniero y del artista *foley*. Una vez realizado el análisis de estos problemas se procederá a la construcción e implementación de *pits* y *props*. Para finalizar este proceso, se utilizarán los equipos disponibles de audio y los materiales integrados dentro del estudio de grabación, para la recreación sonora.

2.1 Mediciones Acústicas

En este acápite se detallará, paso a paso, cada uno de los procesos acústicos a medir, cumpliendo con las normas internacionales de confort acústico. Como primer punto, se identificarán los problemas generados por el aislamiento acústico, determinando las mediciones de aislamiento de ruido aéreo y ruido de impacto. Posteriormente se analizarán, por medio de *software*, los parámetros del tiempo de reverberación, para obtener el acondicionamiento acústico necesario dentro de una sala de grabación *foley*.

2.1.1. Ruido aéreo

Para las mediciones, in situ, de ruido aéreo en edificaciones y elementos constructivos se aplicó la norma UNE-EN ISO 16283-1. En la primera parte de esta norma se detalla paso a paso cada uno de los puntos a seguir para obtener las mediciones de ruido aéreo.

La instrumentación que estipula la norma para la medición de presión sonora debe ser de tipo 1, es por esto que se utilizó:

- Un sonómetro *Cesva SC310*.
- Un calibrador *Cesva CB006* con soporte.
- Un amplificador con generador de ruido marca *Cesva AP60*.

- Una fuente omnidireccional dodecaédrica *Cesva BP012*.

En primer lugar se procede a medir las dimensiones de todos los recintos en donde se realizarán las mediciones de ruido aéreo. Es recomendable tener un mapa que contenga todas las medidas de las superficies dentro del recinto como: puertas, ventanas, columnas, entre otros. Así mismo, es primordial enfocarse en la pared separadora y anotar las medidas de cada una de las dimensiones e identificar la característica de construcción como: pared doble, simple, trasdosado, o con cámara de aire.

Una vez calculadas las medidas de cada punto dentro de la sala, se calculará el volumen de los dos recintos, tanto emisor como receptor; el recinto que posea mayor volumen se lo designará como el cuarto emisor.

A continuación se detallará cada uno de los elementos constructivos dentro de la sala a medir y se lo anotará en una hoja de campo. Posteriormente, se procede a marcar cada una de las posiciones tanto de la fuente omnidireccional como de las posiciones de micrófono dentro del recinto emisor.

Una vez hecho el mapeo, se realiza el montaje del sonómetro sin capuchón con trípode para las medidas en posiciones fijas y la fuente omnidireccional. Para la medición de ruido rosa, se debe prender el sonómetro, entrar en la opción 1/3 ESPECTRO, conectar el generador de ruido con la fuente dodecaédrica y medir por un tiempo aproximado de 15 segundos. Para la fuente omnidireccional se debe situar a 1m de la pared separadora con dos posiciones distintas, y para cada una de éstas se debe se requiere 5 posiciones de medición fija de micrófono, que cumplan con las siguientes estipulaciones:

- 0.7 m entre posiciones de micrófono.
- 0.5 m entre posición de micrófono y superficies del recinto.
- 1 m entre posición de micrófono y fuente sonora.

Para la medición de tiempo de reverberación se deben considerar los tres parámetros de ubicación de equipos vistos anteriormente. Después de esto, se coloca una posición de fuente con 6 posiciones de micrófono, se enciende el sonómetro, se ingresa en la opción 1/3 *tiempo de reverberación*, se acciona el

botón *play/stop*, se mide el ruido de fondo de la sala por un aproximado de 15 segundos, se presiona la opción *ok*, se enciende la esfera, se mide la señal hasta que se estabilice el ruido generado por la fuente, nuevamente se presiona *stop/play*, se apaga la fuente y finalmente se guarda la información accionando el botón *options-guardar registro-ok*; con la finalidad de que el sonómetro identifique la caída del tiempo de reverberación.

Para el cuarto receptor solo se marcarán las posiciones de micrófono dentro de la sala, cumpliendo con cada uno de los puntos especificados en el paso anterior en el procedimiento de medición de ruido rosa.

A continuación, se verificará los valores de calibración del sonómetro, para esto se debe utilizar el calibrador Cesva CB006, el cual generará un tono puro en 1 KHz con un valor de 94 dB aproximadamente.

2.1.1.1. Diagnóstico

Al obtener cada uno de los valores de medición de ruido aéreo, se realizaron los cálculos respectivos en la plataforma de *Excel* para determinar los parámetros finales de aislamiento acústico del aula EG1 con respecto al aula CR1.

Como primer punto, se obtuvo el nivel de presión sonora total del cuarto emisor EG1.

Tabla 3. Cálculo del nivel de presión sonora en el cuarto receptor.

NIVEL DE PRESION SONORA - L1 TOTAL																
Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Punto 1	90,3	93,6	90,8	93,1	90,8	87,5	88	86,6	83,6	85,2	81,6	81,8	84,2	83,8	82,9	80
Punto 2	86	89,7	90,2	91,9	91,3	90,6	92,2	87,8	89,7	84,8	85,9	85	86,2	86	84,4	83,6
Punto 3	87,7	90,2	89,4	89,6	87,7	88,6	88,4	83,2	81,8	81,8	79	79,5	82,4	79,9	78,7	75,2
Punto 4	81,9	87,6	90,3	88,7	87,6	87,1	85	82	82,9	80,2	79,1	79,5	80,1	79,9	75,7	75,3
Punto 5	88,2	92,7	94,4	93,7	87,6	90	90,9	89	83,6	84,9	84,2	85,2	85,3	83,9	83,8	82,2
Punto 6	88,2	92,7	94,4	93,7	87,6	90	90,9	89	83,6	84,9	84,2	85,2	85,3	83,9	83,8	82,2
Punto 7	84,7	93,2	92,2	92,7	90,9	90	89,5	85,6	86,9	87,3	83,5	80,1	85	85,4	83,4	79,4
Punto 8	83,5	93,4	94,2	93,1	90,9	85	84,1	87,3	85,1	82,3	83,4	81,8	82,7	82,2	82,5	77,8
Punto 9	79	86,5	93,7	91,4	88,2	85,2	86,4	86,2	82,8	81,9	81,4	80,1	80,6	76,8	77	75,9
Punto 10	73,5	83,8	88,2	89	91,6	87,8	86,8	83,6	83	82,3	81	81,1	80,1	79,5	77,5	76,5
L1 TOTAL	86,19	91,31	92,30	92,04	89,75	88,57	88,93	86,59	85,01	84,05	82,85	82,54	83,72	82,95	81,94	79,82

Para el cuarto receptor, primero se calculó la diferencia entre los valores de nivel de presión sonora y el nivel de ruido de fondo captados al momento de medir.

Tabla 4. Niveles de presión sonora y ruido de fondo del cuarto receptor.

Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Punto 1 NPS	57,3	53,3	57,8	55,4	44,8	41,6	35,8	38,9	35,1	36,3	36	31,7	35,9	31,1	29,3	29,8
Punto 1 RF	25,2	23	20,7	21,2	23,1	20,6	14,7	12,2	14	19	19,3	21,4	18,4	12,4	10,3	11
Punto 2 NPS	58,7	51,5	59,1	53,9	49	42,1	38,5	35,3	31,7	35,8	36,7	30,7	34,7	29,4	27,2	26,1
Punto 2 RF	45,5	30,4	32,9	33,4	30,1	25	26,8	25,4	23,7	19,8	16,5	12,9	8,9	6,9	7,7	8,3
Punto 3 NPS	62,9	50,4	56,2	51,1	42,6	39,7	37,5	34,6	29,9	30,3	28,8	29,2	35,7	28,5	28,3	25,3
Punto 3 RF	30,2	18,7	15,3	15,4	17,1	12,7	11	7,7	8,3	5,9	4,7	8,3	6,9	6,9	8,3	8,3
Punto 4 NPS	60,6	54,2	62,2	55,8	45,2	40,7	35,3	35,7	32,6	31	29,6	29,1	35,9	28,1	27	28,2
Punto 4 RF	37,4	30,9	21,9	23,8	27,6	16,4	14	23,8	11,3	13,5	9,4	6,9	7,7	7,7	7,7	8,3
Punto 5 NPS	52,6	49,7	51,1	53,6	44,2	38,5	36	33,6	33,5	35,3	29,9	28	34,8	27,6	26,3	26,2
Punto 5 RF	27,3	18,1	22,8	23,1	21,4	15,3	14,7	11,3	11	11,3	10,3	8,3	8,9	10,3	17	20,8
Punto 6 NPS	50,5	51,3	54,9	55,2	49,3	40,6	39,1	37,7	35,8	37,9	31	24,8	30,5	27,9	27,6	26,4
Punto 6 RF	31,8	28,6	29,2	23,6	31,1	24	21	14,5	12,4	11	8,9	10,3	7,7	8,3	8,3	8,3
Punto 7 NPS	60,9	55,2	56,2	52,2	46,3	46,9	38,1	34,8	36,6	40,1	33,7	29,8	35,2	33,5	29,1	28,5
Punto 7 RF	27,5	24,3	23,1	21,4	22,4	20,1	18,7	18,3	19,6	22,4	22,6	25,5	21,2	14,2	11,9	10,3
Punto 8 NPS	56,4	56,4	58,9	54,8	46,5	42,2	36,9	36,1	33,4	37,7	36,3	26,5	36,2	31,4	29,4	27,7
Punto 8 RF	25,5	23,4	23,3	20,6	24,4	19,6	19,3	15,4	20,7	30,3	26,6	20,9	15,8	11	8,3	8,9
Punto 9 NPS	55,2	52,4	56,8	53,2	46	40,8	37,3	36,9	35,3	33,2	31,3	26	32,4	30	28	25,6
Punto 9 RF	21,4	20,1	18,9	16,9	17,9	22,5	24,9	21,2	14,8	11,9	13,5	14,4	8,3	6,9	7,7	8,3
Punto 10 NPS	55,6	53,3	56,6	52,8	46,4	41,6	39,5	37,6	34,6	37	31,6	25,8	33,8	29,4	29	26,3
Punto 10 RF	20,6	20,4	17,7	16,2	15,6	13,5	12,4	12,9	10,3	9,4	6,9	8,9	6,9	6,9	7,7	8,3

Tabla 5. Cálculo de las correcciones en base a las medidas de ruido de fondo y nivel presión sonora.

Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Diferencia 1	32,1	30,3	37,1	34,2	21,7	21	21,1	26,7	21,1	17,3	16,7	10,3	17,5	18,7	19	18,8
Diferencia 2	13,2	21,1	26,2	20,5	18,9	17,1	11,7	10,1	8	16	20,2	17,8	25,8	22,5	19,5	17,8
Diferencia 3	32,7	31,7	40,9	35,7	25,5	27	26,5	26,9	21,6	24,4	24,1	20,9	28,8	21,6	20	17
Diferencia 4	23,2	23,3	40,3	32	17,6	24,3	21,3	11,9	21,3	17,5	20,2	22,2	28,2	20,4	19,3	19,9
Diferencia 5	25,3	31,6	28,3	30,5	22,8	23,2	21,3	22,3	22,5	24	19,6	19,7	25,9	17,3	10,1	5,4
Diferencia 6	18,7	22,7	25,7	31,6	18,2	16,6	18,1	23,2	23,4	26,9	22,1	14,5	22,8	19,6	19,3	18,1
Diferencia 7	33,4	30,9	33,1	30,8	23,9	26,8	19,4	16,5	17	17,7	11,1	4,3	14	19,3	17,2	18,2
Diferencia 8	30,9	33	35,6	34,2	22,1	22,6	17,6	20,7	12,7	7,4	11	5,6	20,4	20,4	21,1	18,8
Diferencia 9	33,8	32,3	37,9	36,3	28,1	18,3	12,4	15,7	20,5	21,3	17,8	11,6	24,1	23,1	20,3	17,3
Diferencia 10	35	32,9	38,9	36,6	30,8	28,1	27,1	24,7	24,3	27,6	24,7	16,9	26,9	22,5	21,3	18

Ya obtenidos los resultados, se realizó cada una de las correcciones que estipula la norma UNA EN ISO 140-4, entre las mediciones de ruido de fondo y nivel de presión sonora con respecto a la diferencia entre estas dos mediciones y se obtuvo el valor total del nivel de presión sonora 2 del cuarto receptor. (UNE ISO 140-4, 1999)

Tabla 6. Cálculo del nivel de presión sonora en el cuarto emisor.

NIVEL DE PRESION SONORA TOTAL - L2 TOTAL																
Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Corrección 1	57,3	53,3	57,8	55,4	44,8	41,6	35,8	38,9	35,1	36,3	36	31,7	35,9	31,1	29,3	29,8
Corrección 2	25,2	23	20,7	21,2	23,1	20,6	14,7	12,2	8,89	19	19,3	21,4	18,4	12,4	10,3	11
Corrección 3	58,7	51,5	59,1	53,9	49	42,1	38,5	35,3	31,7	35,8	36,7	30,7	34,7	29,4	27,2	26,1
Corrección 4	45,5	30,4	32,9	33,4	30,1	25	26,8	25,4	23,7	19,8	16,5	12,9	8,9	6,9	7,7	8,3
Corrección 5	62,9	50,4	56,2	51,1	42,6	39,7	37,5	34,6	29,9	30,3	28,8	29,2	35,7	28,5	28,3	24
Corrección 6	30,2	18,7	15,3	15,4	17,1	12,7	11	7,7	8,3	5,9	4,7	8,3	6,9	6,9	8,3	8,3
Corrección 7	60,6	54,2	62,2	55,8	45,2	40,7	35,3	35,7	32,6	31	29,6	27,8	35,9	28,1	27	28,2
Corrección 8	37,4	30,9	21,9	23,8	27,6	16,4	14	23,8	11,3	8,39	9,4	5,6	7,7	7,7	7,7	8,3
Corrección 9	52,6	49,7	51,1	53,6	44,2	38,5	36	33,6	33,5	35,3	29,9	28	34,8	27,6	26,3	26,2
Corrección 10	27,3	18,1	22,8	23,1	21,4	15,3	14,7	11,3	11	11,3	10,3	8,3	8,9	10,3	17	20,8
L2 TOTAL	56,63	49,16	55,59	51,25	42,77	37,73	33,88	33,15	30,01	31,46	30,59	26,90	32,45	26,16	24,86	24,54

Con los resultados totales de nivel de presión sonora, tanto en el cuarto receptor como emisor, se calculó el promedio frecuencial del tiempo de reverberación en el cuarto receptor.

Tabla 7. Cálculo de tiempo de reverberación.

Tiempo de Reverberacion																
Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
	0,66	0,44	0,37	0,31	0,45	0,28	0,16	0,2	0,41	0,27	0,35	0,39	0,27	0,28	0,27	0,22
	0,66	0,44	0,37	0,31	0,45	0,28	0,16	0,2	0,41	0,27	0,35	0,39	0,27	0,28	0,27	0,22
	0,97	0,39	0,2	0,28	0,37	0,43	0,29	0,3	0,3	0,32	0,33	0,21	0,23	0,19	0,26	0,26
	0,41	0,37	0,38	0,42	0,24	0,39	0,27	0,26	0,24	0,26	0,31	0,23	0,32	0,27	0,28	0,29
	0,39	0,38	0,8	1,93	0,3	0,25	0,35	0,34	0,42	0,3	0,31	0,3	0,29	0,28	0,24	0,25
T20 TOTAL	0,618	0,404	0,424	0,65	0,362	0,326	0,246	0,26	0,356	0,284	0,33	0,304	0,276	0,26	0,264	0,248
T60 TOTAL	1,854	1,212	1,272	1,95	1,086	0,978	0,738	0,78	1,068	0,852	0,99	0,912	0,828	0,78	0,792	0,744

A continuación, se calculó la diferencia de niveles del cuarto receptor con el cuarto emisor y se aplicó la normalización en función del valor promedio del tiempo de reverberación obtenido en el cuarto receptor.

Con los valores obtenidos del cálculo de la diferencia de nivel, el tiempo de reverberación promedio, área total de las superficies del recinto receptor y superficie del elemento separador, se obtuvo los resultados del índice de reducción acústica aparente.

Mediante el cálculo logarítmico del tiempo de reverberación y la diferencia de niveles, se obtuvo la diferencia de nivel normalizada. Y por último, se realizó la corrección de medición respecto a la curva de referencia que ofrece la norma de ruido aéreo.

Tabla 8. Resultados de los parámetros de aislamiento acústico de ruido aéreo.

Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
D	29,56	42,16	36,71	40,80	46,98	50,84	55,05	53,59	55,00	52,59	51,79	55,64	51,27	56,79	54,30	55,28
T60	1,85	1,21	1,27	1,95	1,09	0,98	0,74	0,78	1,07	0,85	0,99	0,91	0,83	0,78	0,76	0,74
Dnt	35,25	46,00	40,77	46,71	50,35	53,75	56,74	54,45	58,30	54,90	55,46	58,25	53,46	58,72	57,02	57,00
R'	30,36	42,96	37,52	41,60	47,78	51,64	55,85	52,15	55,80	53,39	55,76	56,44	52,07	57,60	55,10	56,08
Curva original	33,00	36,00	39,00	42,00	45,00	48,00	51,00	52,00	53,00	54,00	55,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00
Curva corregida	37,00	40,00	43,00	46,00	49,00	52,00	55,00	56,00	57,00	58,00	59,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Corrección	1,75	0,00	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,55	0,00	3,10	3,54	1,75	6,54	1,28	2,98	3,00

2.1.2. Ruido de impacto

Para las mediciones, in situ, del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto, se utilizó la norma UNE-EN ISO 140-7 (AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO , 1999). En la primera parte de esta norma se detalla, paso a paso, cada uno de los puntos a seguir para obtener las mediciones de ruido de impacto.

La instrumentación que se aplicó para las mediciones de presión de ruido de impactos son:

- Una máquina de impactos *Cesva MI006*,
- Un sonómetro *Cesva SC310*
- Un calibrador *Cesva CB006* y soporte,
- Un amplificador con generador de ruido marca *Cesva AP60*,
- Una fuente omnidireccional dodecaédrica *Cesva BP012*.

Al igual que en la norma de ruido aéreo, se procede a: medir el largo, ancho y altura de los recintos, para identificar cual es emisor y receptor, realizar el mapeo e identificar el tipo de pared divisoria.

A continuación se detallará cada uno de los elementos constructivos dentro de la sala a medir y las posiciones de micrófonos con respecto a la máquina de impactos.

Para cumplir con la norma UNE-EN ISO 140-7 se realizó la medición de 4 posiciones de la máquina de impactos de forma aleatoria que se sitúen mínimo a 0.5 m de los bordes del recinto. Hay que tomar en cuenta que el eje de la línea del martillo debe situarse a 45° con respecto a la dirección de las vigas, ya que si el eje del martillo se sitúa de manera paralela a la viga, la energía del impacto solo se concentrará en un determinado punto y no se distribuirá al recinto receptor de manera homogénea.



Figura 40. Máquina de impactos *Cesva MI006* ubicada a 45° con respecto a las vigas.

Posteriormente, se marcará cada una de las posiciones de micrófono dentro del recinto receptor. Para estas mediciones se requiere de 6 posiciones fijas de micrófono. En las dos primeras posiciones de la máquina de impactos se medirá dos posiciones de micrófono, para las dos restantes se procederá con la medición de una posición de micrófono y tendrán que cumplir con las siguientes estipulaciones:

- 0.7 m entre posiciones de micrófono.
- 0.5 m entre posición de micrófono y superficies del recinto.
- 1 m entre posición de micrófono y fuente sonora.

El siguiente paso es verificar los valores de calibración del sonómetro, para esto se debe utilizar el calibrador *Cesva CB006*, esto generará un tono puro en 1 KHz con un valor de 94 dB aproximadamente.

Luego se montará el equipo de medición (sonómetro sin capuchón con el trípode) y la máquina de impactos, para realizar las mediciones de micrófono en posiciones fijas por un tiempo de 15 segundos.

Para las mediciones de tiempo de reverberación se aplicó el mismo procedimiento de medición que en la norma de ruido aéreo

2.1.2.1. Diagnóstico

Para analizar cada uno de los resultados de ruido de impacto se realizó un documento de *Excel* con el cálculo de las mediciones realizadas. Al extraer los datos del sonómetro, se realizó el cálculo total del nivel de presión sonora y el ruido de fondo del cuarto receptor.

Tabla 9. Cálculo del nivel de presión sonora del cuarto receptor.

NIVEL DE PRESION SONORA TOTAL - L1																
Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
359	48,3	41,8	53,1	50,3	51,3	54,7	50,8	51,8	53,1	49,4	47,3	46	45,8	43,9	41,6	39,3
362	48,2	41,4	50,3	55,3	52,3	52,3	51	48,6	53,6	50,5	49,9	47,8	45,4	44,6	43,6	42
365	44,9	44,4	48,2	46,9	52,4	52,9	53,3	51,1	58,5	59,7	59,7	56,2	57,6	56,5	55,8	54,8
368	48,2	40,4	47	49,6	51,9	52,6	52,3	52,5	58,6	58,4	55,1	55	58,3	54,8	53	51,2
371	37,9	38,4	39,4	51,4	50	48,6	50,3	45,6	50,6	50,8	51,2	55,1	54,1	56,9	57,1	57,7
375	49,4	43,6	46,1	46,6	44,9	49,6	50,4	51,8	53,5	51,3	51	51,9	54,8	57,4	56,2	58,2
L	47,32	42,10	49,00	51,08	51,05	52,24	51,49	50,78	55,65	55,40	54,44	53,40	54,97	54,87	54,11	54,54

Tabla 10. Resultados de medición de ruido de fondo en el cuarto receptor.

Ruido de Fondo																
361	23,2	24,9	24,2	24,4	25,2	21,4	16,7	15,1	21	19,2	16,8	17,9	16	12,7	12,9	11
364	27,3	29,4	23,1	23	24	20,4	20,3	18,3	25,6	21,8	16,9	19,2	18,2	15,1	14	12,4
367	29,9	25,5	23,6	27,5	23,9	17,9	17,7	19,5	27,3	21,4	18,3	17,3	13,3	11,9	12,2	12,2
370	28,1	25,6	25,5	25,8	24,2	18,6	19,3	19,7	21,2	20,4	17,4	20,8	15,4	12,7	11,3	10,7
373	19,8	26,2	24,4	28,3	29,8	25,6	23,6	23,9	23,3	22,1	18,2	18,1	16,6	13,9	11,6	11,3
374	26,8	23	24,8	28,7	25,4	20	17,6	17,1	21	18,8	15,4	17,5	13,9	11,3	11	11,9

Así mismo, se realizaron las respectivas correcciones, detalladas en la norma de ruido de impacto, para obtener los valores del ruido de fondo y del índice de reducción acústica aparente.

Tabla 11. Correcciones en función del ruido de fondo y nivel de presión sonora.

Correcciones																
361	48,30	41,80	53,10	50,30	51,30	54,70	50,80	51,80	53,10	49,40	47,30	46,00	45,80	43,90	41,60	39,30
364	48,20	41,40	50,30	55,30	52,30	52,30	51,00	48,60	53,60	50,50	49,90	47,80	45,40	44,60	43,60	42,00
367	44,90	44,40	48,20	46,90	52,40	52,90	53,30	51,10	58,50	59,70	59,70	56,20	57,60	56,50	55,80	54,80
370	48,20	40,40	47,00	49,60	51,90	52,60	52,30	52,50	58,60	58,40	55,10	55,00	58,30	54,80	53,00	51,20
373	37,90	38,40	39,40	51,40	50,00	48,60	50,30	45,60	50,60	50,80	51,20	55,10	54,10	56,90	57,10	57,70
374	49,40	43,60	46,10	46,60	44,90	49,60	50,40	51,80	53,50	51,30	51,00	51,90	54,80	57,40	56,20	58,20
R'	47,32	42,10	49,00	51,08	51,05	52,24	51,49	50,78	55,65	55,40	54,44	53,40	54,97	54,87	54,11	54,54
RF	26,91	26,22	24,34	26,74	26,01	21,49	19,89	19,85	23,97	20,79	17,27	18,65	15,88	13,12	12,29	11,63

Así pues, se calculó el valor frecuencial del tiempo de reverberación del cuarto emisor que, a continuación, servirán para obtener los valores de aislamiento.

Tabla 12. Cálculo del promedio de tiempo de reverberación en el cuarto receptor.

Tiempo de Reverberacion																
Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
	0,66	0,44	0,37	0,31	0,45	0,28	0,16	0,2	0,41	0,27	0,35	0,39	0,27	0,28	0,27	0,22
	0,66	0,44	0,37	0,31	0,45	0,28	0,16	0,2	0,41	0,27	0,35	0,39	0,27	0,28	0,27	0,22
	0,97	0,39	0,2	0,28	0,37	0,43	0,29	0,3	0,3	0,32	0,33	0,21	0,23	0,19	0,26	0,26
	0,41	0,37	0,38	0,42	0,24	0,39	0,27	0,26	0,24	0,26	0,31	0,23	0,32	0,27	0,28	0,29
	0,39	0,38	0,8	1,93	0,3	0,25	0,35	0,34	0,42	0,3	0,31	0,3	0,29	0,28	0,24	0,25
Promedio	0,618	0,404	0,424	0,65	0,362	0,326	0,246	0,26	0,356	0,284	0,33	0,304	0,276	0,26	0,264	0,248

Con los valores de tiempo de reverberación y el ruido de fondo de la sala, se obtuvieron los valores de diferencia de nivel normalizados. Para finalizar, se realizó el desplazamiento de la curva con respecto a la referencial y se compararon los valores de aislamiento a ruido de impactos con los valores calculados de los niveles normalizados anteriormente.

Tabla 13. Resultados de los parámetros de aislamiento acústico de ruido de impacto.

Resultados																
Frecuencia	100	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L	47,32	42,10	49,00	51,08	51,05	52,24	51,49	50,78	55,65	55,40	54,44	53,40	54,97	54,87	54,11	54,54
RF	26,91	26,22	24,34	26,74	26,01	21,49	19,89	19,85	23,97	20,79	17,27	18,65	15,88	13,12	12,29	11,63
R'	47,32	42,10	49,00	51,08	51,05	52,24	51,49	50,78	55,65	55,40	54,44	53,40	54,97	54,87	54,11	54,54
TR	0,62	0,40	0,42	0,65	0,36	0,33	0,25	0,26	0,36	0,28	0,33	0,30	0,28	0,26	0,26	0,25
LnT	46,40	43,02	49,72	49,94	52,45	54,10	54,58	53,62	57,13	57,85	56,24	55,56	57,55	57,71	56,89	57,59
LnT diferencia.	-8,60	-11,98	-5,28	-5,06	-2,55	-0,90	0,58	0,62	5,13	6,85	6,24	8,56	13,55	16,71	18,89	22,59
Comprobación	-8,60	-11,98	-5,28	-5,06	-2,55	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 717-2	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	61,00	60,00	59,00	58,00	57,00	54,00	51,00	48,00	45,00	42,00
Curva Desplazada	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	54,00	53,00	52,00	51,00	50,00	47,00	44,00	41,00	38,00	35,00

2.1.2. Acondicionamiento EG1

Para el acondicionamiento de estas aulas se realizó una simulación digital del plano arquitectónico de las aulas EG1 en las plataformas de Sketch Up y EASE 4.4,

En el software de Sketch Up se realizó la ilustración digital de todo el plano del estudio, tomando en cuenta que las medidas de las salas sean exactamente iguales que la de las aulas EG1.

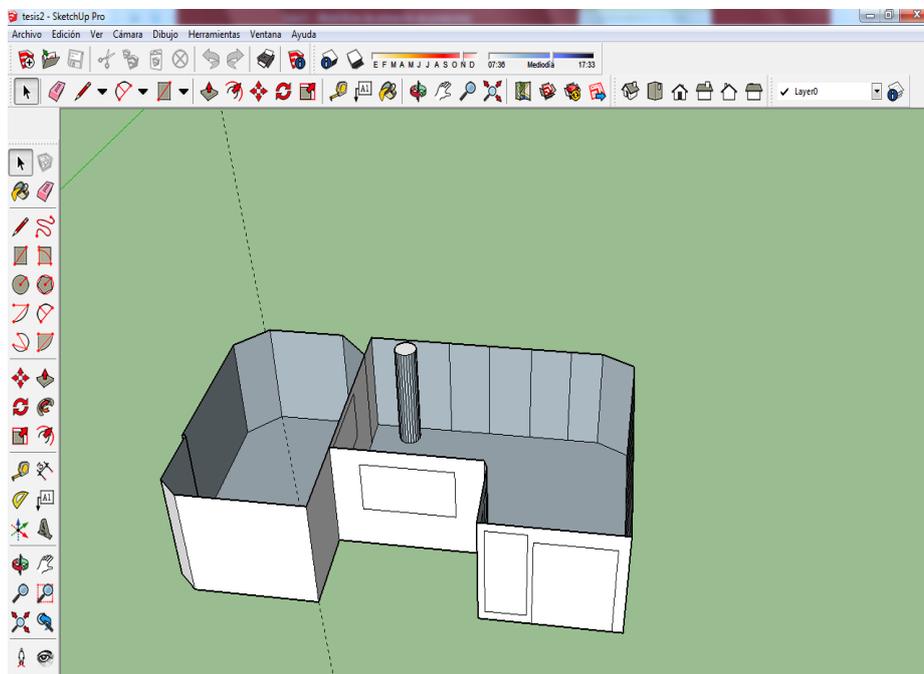


Figura 41. Diseño del plano 3D de las aulas EG1/CR1 en Sketch Up.

Tomado de *EASE 4.4*, 2016

Ya realizado el mapeo de la sala, a continuación se procedió con la importación del mapa digital en la plataforma virtual EASE 4.4. Esta herramienta virtual nos ayudará, en primer lugar, a identificar cuáles superficies que se van a situar en el interior y exterior de la sala y qué superficies se van a superponer (pizarra, pecera, difusores, etc.), para que no lo reconozca como un orificio, y también nos va ayudar a asignar cada uno de los coeficientes de absorción en las superficies internas de los recintos.

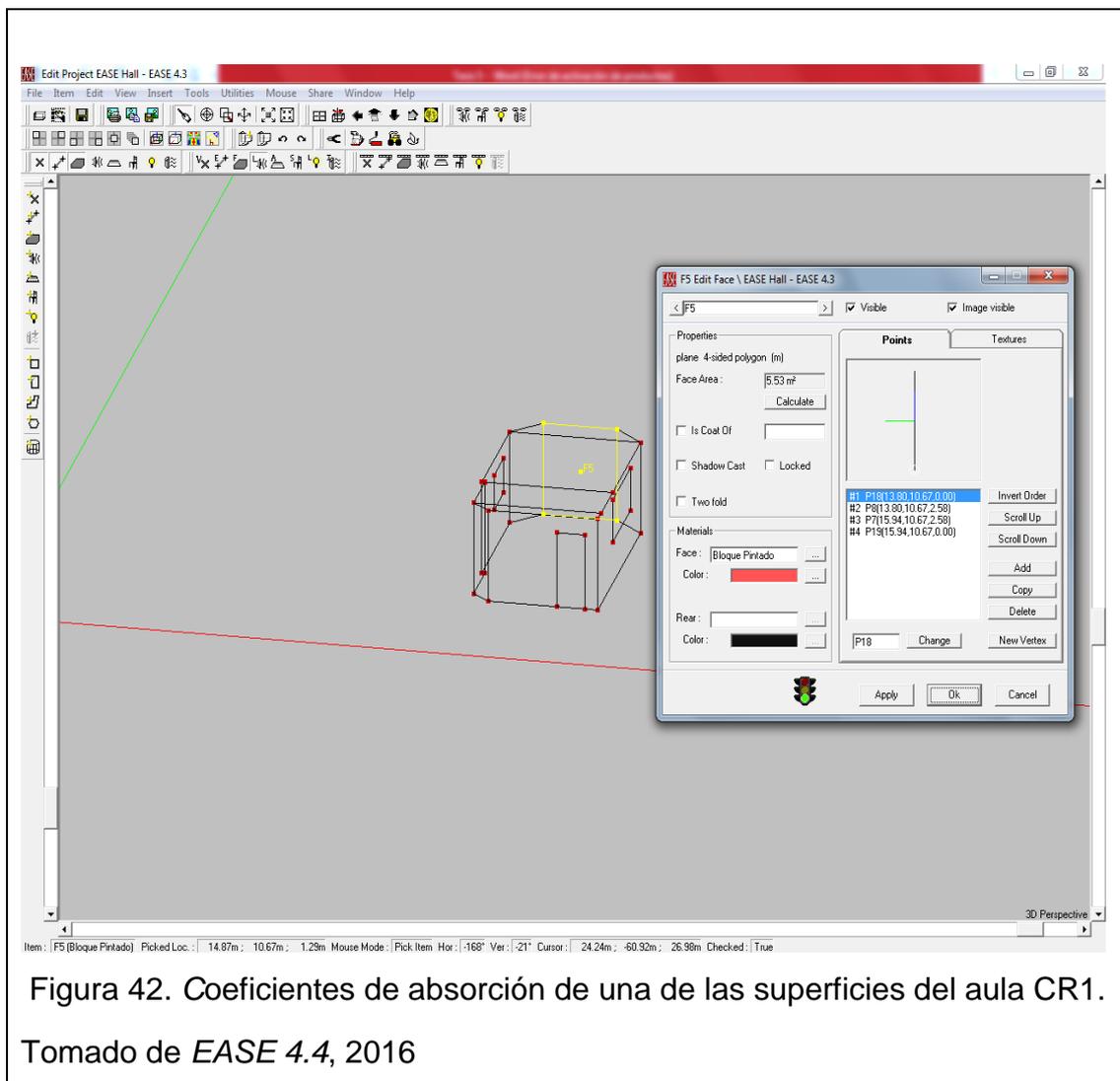


Figura 42. Coeficientes de absorción de una de las superficies del aula CR1.

Tomado de *EASE 4.4*, 2016

A continuación se deben colocar los valores frecuenciales de ruido de fondo de la sala. Para ingresar cada uno de las medidas, hay que situarse en la opción *Edit* y posteriormente en la opción *Room Data*, en el cual se desplegará una ventana con todos los datos estructurales de la sala como volumen, superficie,

etc. Una vez abierta la ventana se deberá situar en la pestaña de *Noise*, con el fin de insertar los valores de ruido de fondo medidos en la sala.

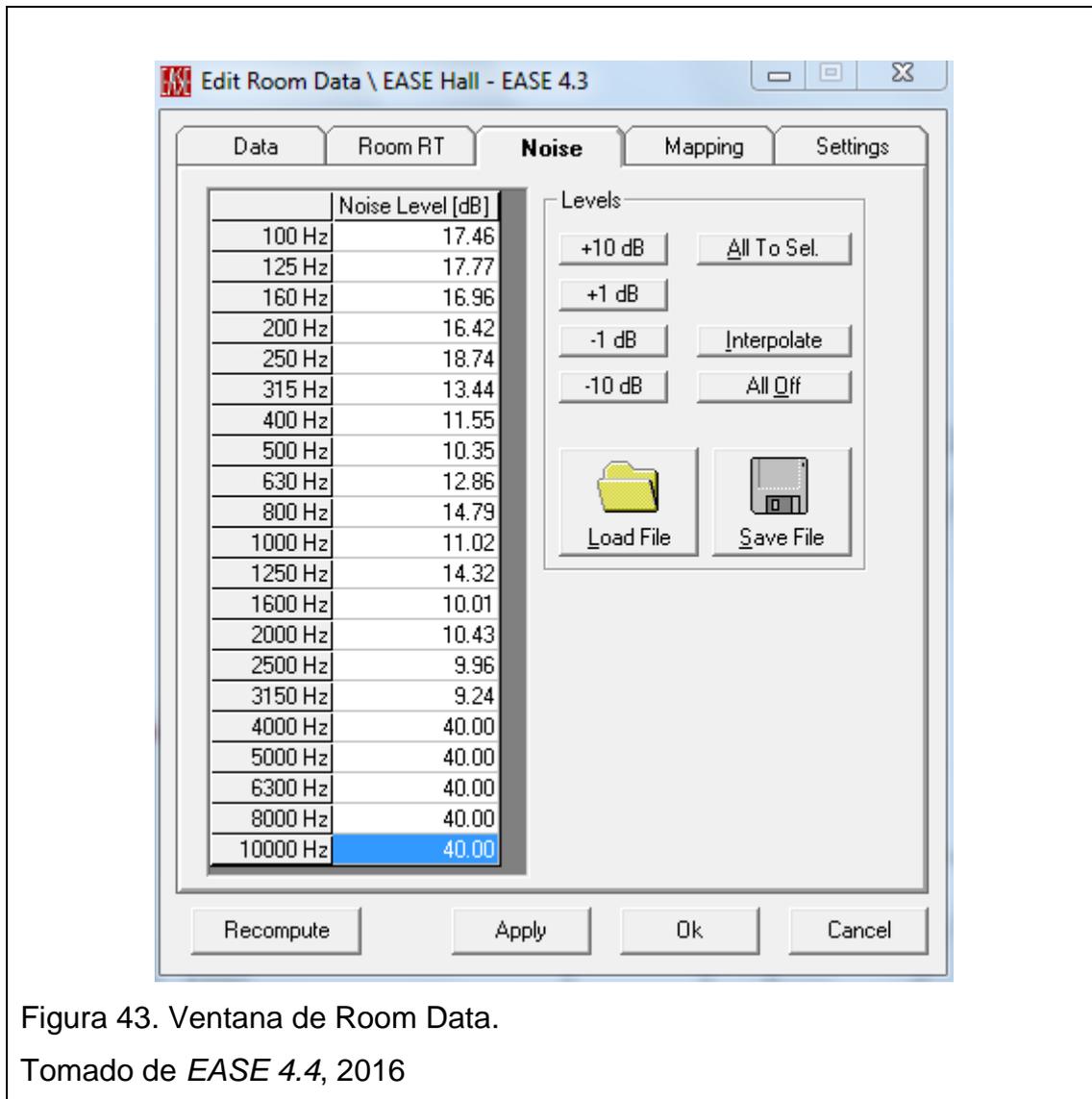


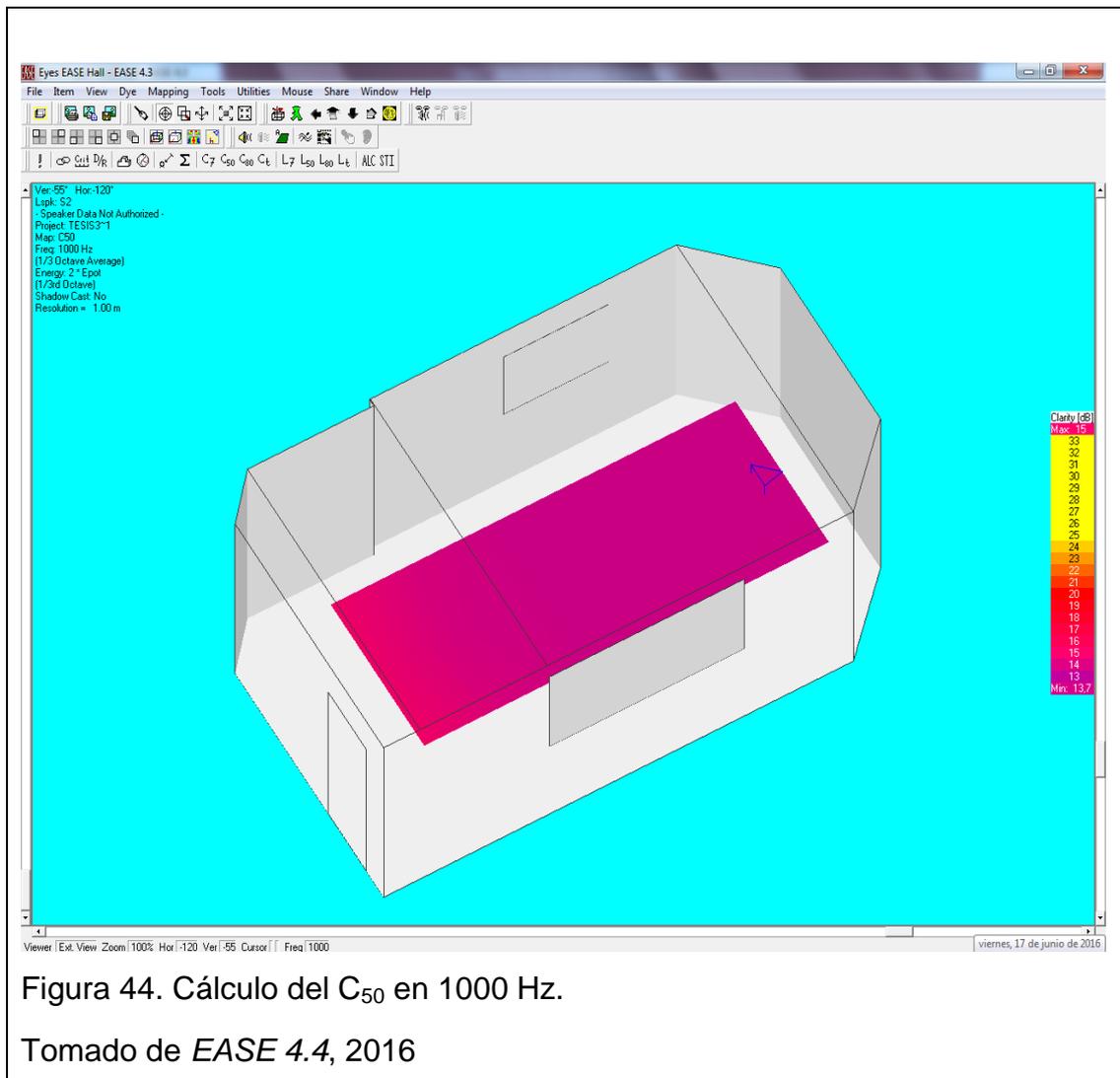
Figura 43. Ventana de Room Data.

Tomado de *EASE 4.4*, 2016

Al ingresar todos los datos que el software indica, se realiza el cálculo de los parámetros de acondicionamiento para el análisis de sus respectivos valores. Dentro del software se pueden insertar diferentes tipos de altavoces y asignar el área de audiencia, en donde el sonido se va a distribuir, para identificar difusiones y focalizaciones por frecuencia en cada uno de los puntos del recinto. Los parámetros que va a identificar el software son:

- Nivel de presión sonora directo.

- Nivel de presión sonora total
- Claridad C50 y C80
- ALcons y STI



2.2. Cadena electroacústica

El *Control Room* o también llamado CR1, es el aula en donde se va a ubicar la mayor parte de la cadena electroacústica. El diseño de este estudio es netamente para la grabación, edición y mezcla de bandas musicales. Por esta

razón, se deben incorporar dentro de esta cadena, nuevos dispositivos para la grabación de *foley*.

Para la recreación de la cadena electroacústica se identificó diferentes dispositivos utilizados en estudios de *foley* reconocidos a nivel mundial y en estudios de mayor accesibilidad económica, y se lo comparó con los dispositivos del CR1.

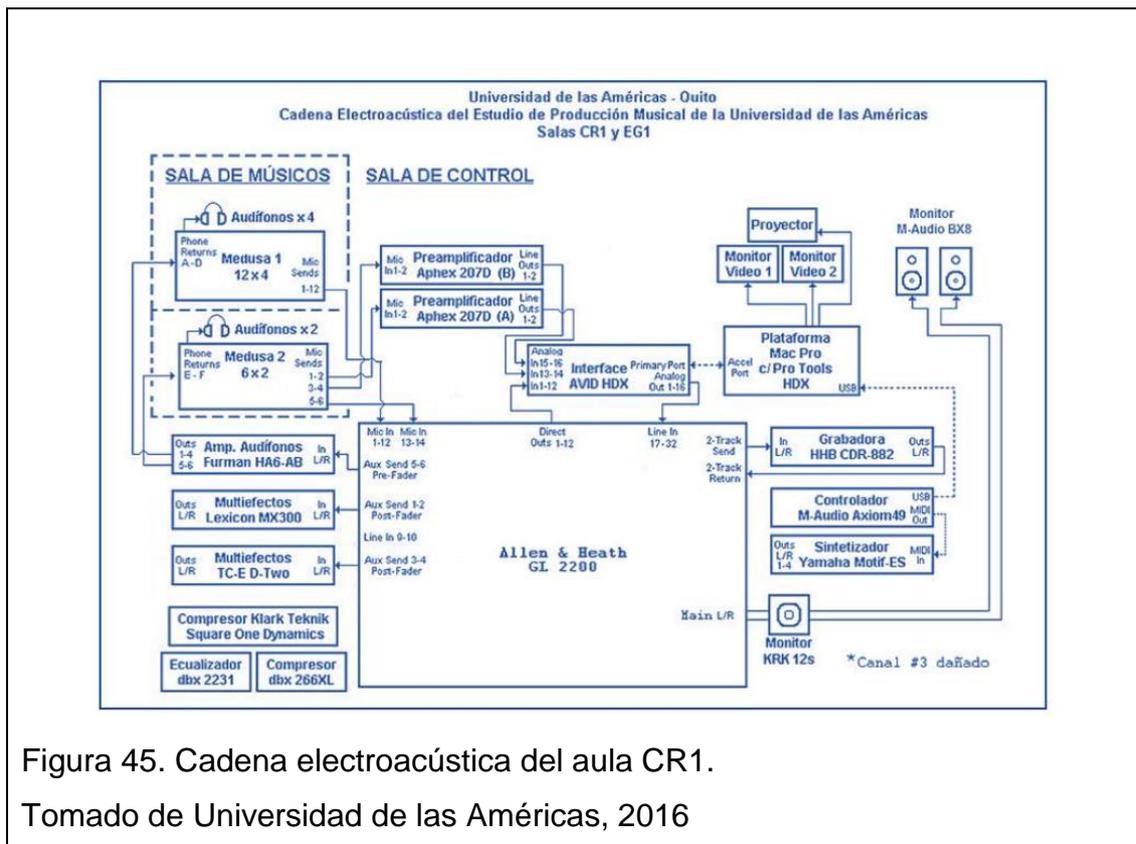


Figura 45. Cadena electroacústica del aula CR1.

Tomado de Universidad de las Américas, 2016

A diferencia de un estudio de grabación musical, la cadena electroacústica de un estudio de *foley* posee cierta modificación en los dispositivos a usar. Por lo cual se implementó una nueva propuesta de cadena electroacústica, en función a la grabación de audio con sincronización a la imagen.

Para realizar la cadena electroacústica, se utilizó una consola *Solid State Logic XL Desk*, debido a que posee varias funciones que optimizan al trabajo del ingeniero en grabación como:

- Adaptación de 16 *racks* de procesadores o efectos, con sus envíos de 500 *Slot*, los cuales sirven para integrar más procesadores y efectos, que sean compatibles con la consola.
- Integración de 8 preamplificadores *VHD*, utilizados en los canales 1-8, que sirven para dar un control de ganancia de 75 dBs y un control de mezcla entre el segundo y tercer armónico, para generar una distorsión y coloración sutil.
- Manipulación mediante un control de *trim*, que se utiliza para ajustar los niveles de salida que proporciona los preamplificadores *VHD*.
- Posesión de un *ST CUE*, que permitirá el monitoreo *stereo* para el músico en el *live room*.
- Consola tipo *in line*, en donde se pueda monitorear tanto el sonido que se va a reproducir, como el que se va a grabar.

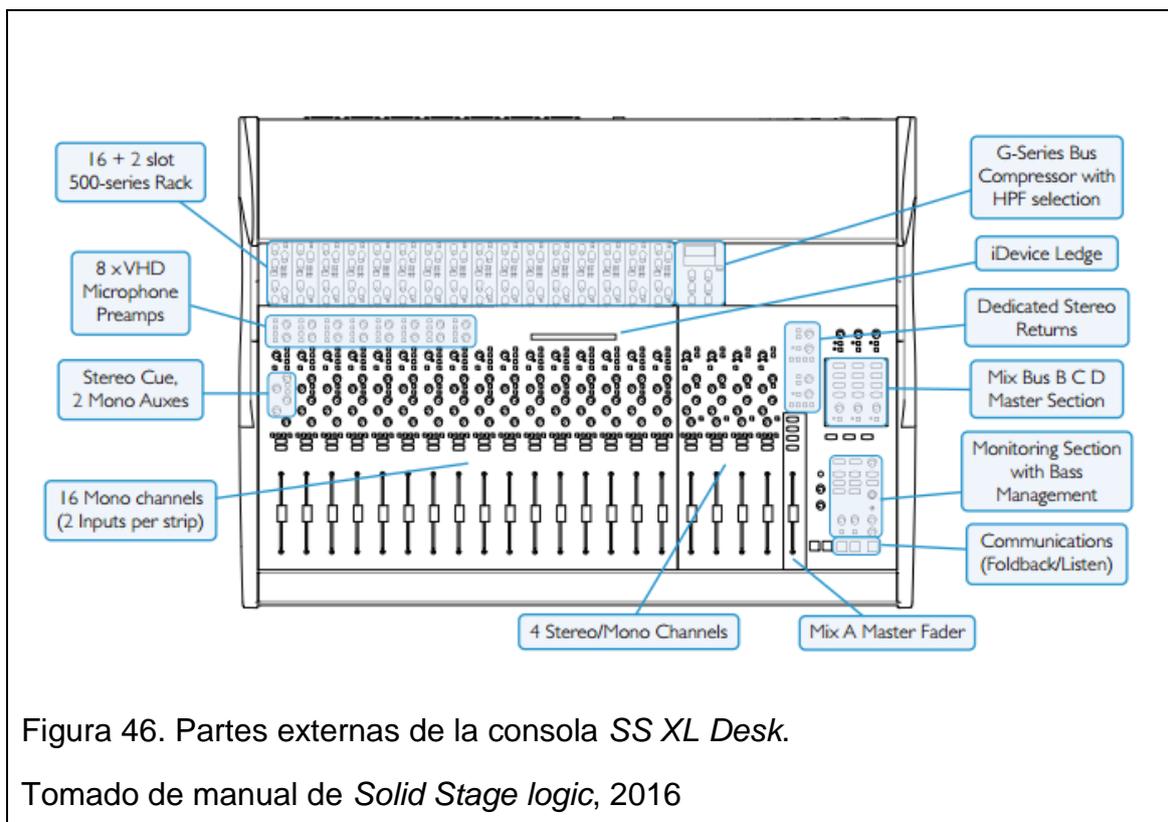


Figura 46. Partes externas de la consola SS XL Desk.

Tomado de manual de Solid Stage logic, 2016

Después de identificar el tipo de consola, se realiza cada una de las conexiones con los nuevos dispositivos implementados en la cadena electroacústica para *foley*. Las entradas *mic input 1-8* de la consola se rutiaran hacia los *mic sends 1-8* de una *medusa* de 12X4, mientras que los *Line input 9* al 12, primero se los conectará hacia los preamplificadores *Millenia HV-3C* y *Neve Portico 5012*, para posteriormente conectar la señal hacia los *mic sends* de los canales restantes de la medusa (9, 10, 11,12).



Figura 47. Panel posterior del preamplificador de micrófono *Neve pórtico 5012*.

Tomado de *Sweetwater*, 2016



Figura 48. Panel posterior del preamplificador de micrófono *Millenia HV-3C*.

Tomado de *Sweetwater*, 2016



Figura 49. Entradas de línea y micrófono de la consola *SSL XL Desk*.

Tomado de manual de *Solid Stage logic*, 2016

A continuación se utilizarán las entradas *line input 13-16* para rutiar hacia las *line outs 1-2* de los preamplificadores *Aphex 207D*, para después dirigir el flujo de señal mediante los conectores *Input 1-2* de los *Aphex 207D* hacia los conectores de la medusa 6X2 ubicados en la sala de *AcusLab*.

Los retornos de la medusa 1 y 2 llegarán mediante las salidas directas *Outs 1-6* del amplificador de audífonos *Furman HA6-AB* que en sus entradas estarán conectadas hacia la salida *Cue ST L/R (Miscs out 1)*.

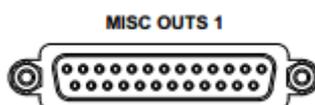


Figura 50. Salida de auxiliares 1 y 2 y estéreo cue de la consola *SSL XL Desk*.

Tomado de manual de *Solid Stage logic*, 2016



Figura 51. Panel posterior del preamplificador de audífonos *Furman HA6-AB*.

Tomado de *Sweetwater*, 2016

Los envíos para el procesador de efectos *Lexicon MX300* se los realizará por la misma salida *Aux send - post fader* situados en el conector DB 25 *Misc outs 1*, situándose en las entradas *Analog input* de multiefectos y retornando por las salidas *Analog output* que llegarán hacia el conector *Misc input* de la consola.

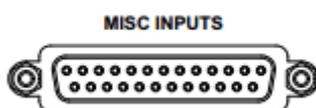


Figura 52. Retornos estéreos L/R de la consola *SSL XL Desk*.

Tomado de manual de *Solid Stage logic*, 2016



Figura 53. Panel posterior del multiefectos *Lexicon MX300*.

Tomado de *Sweetwater*, 2016

Las salidas principales del 1 al 16 de la consola *SSL XL (Channel out)*, se las conectarán hacia las entradas del 1 al 16 de la interface *AVID HDX*, y sus salidas *Analog out*, retornarán hacia las entradas *Daw input 1-16* de la consola.

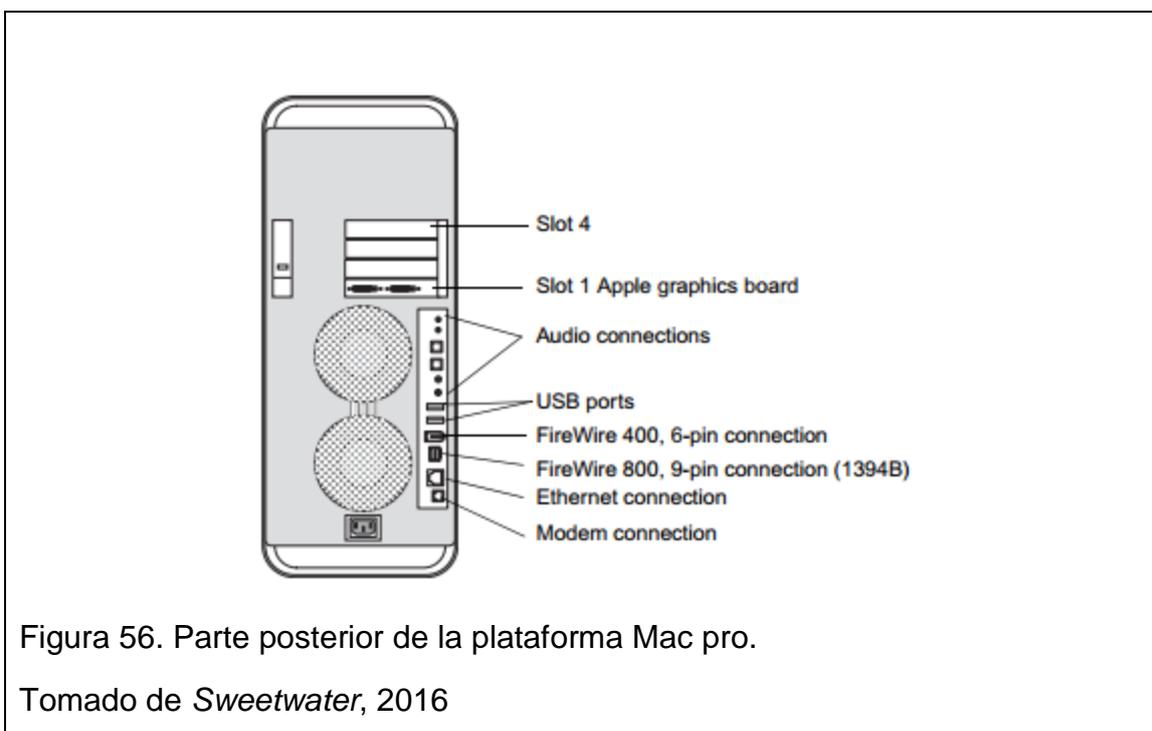
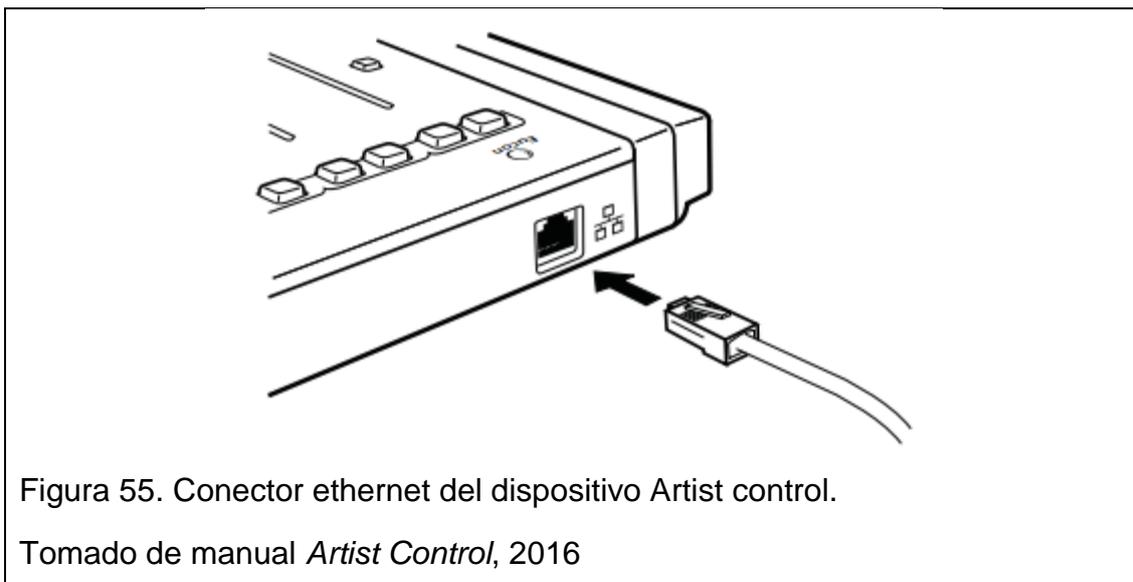
Una vez conectada la consola con la interface *AVI HDX*, ésta se comunicara con la plataforma *Mac Pro* para trabajar de manera digital a través de la *DAW*

Protools HDX, por medio del conector *Primary port* hacia el puerto *Accel port* ubicado en la plataforma *Mac Pro*.



Por medio de la conexión *Ethernet*, situada en la parte posterior de la plataforma *Mac Pro*, se conectará un controlador de *Protools* llamado *Artist Control*, con el fin de realizar automatizaciones de manera rápida y eficiente.

Para obtener una buena calidad y sincronización de video profesional, entre la plataforma *Mac Pro* y la pantalla *LED LG SMART TV*, se agregó la interfaz de video *Avid Mojo*, que comunique la información digital entre estos dos dispositivos, por medio del puerto *Slot 1* de la plataforma *Mac Pro* hacia la entrada del *Avid Mojo*, y posteriormente de la salida de la *interface* hacia la entrada *component in* de la pantalla led.



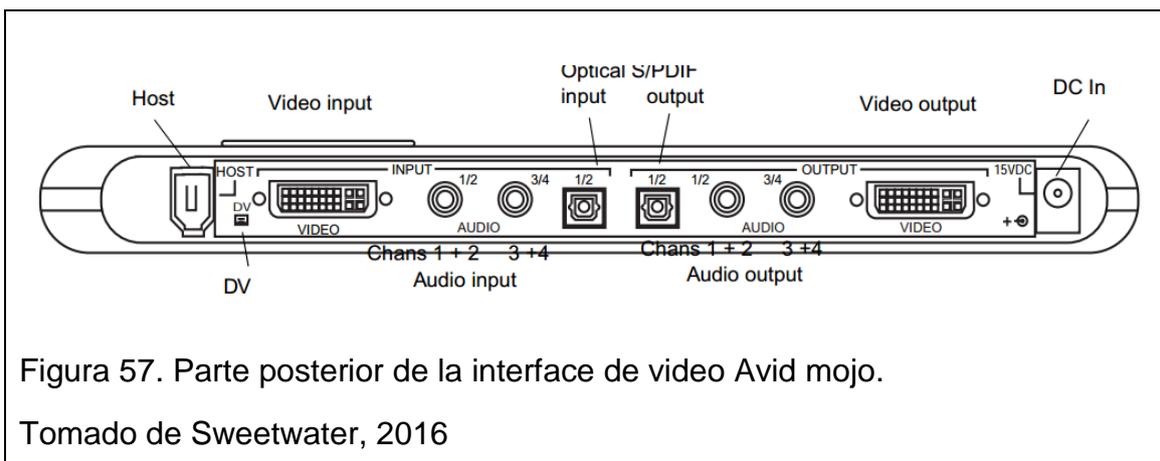


Figura 57. Parte posterior de la interface de video Avid mojo.

Tomado de Sweetwater, 2016

Para la conexión de los monitores de audio se optó por tomar las salidas *Monitor outs* que continuarán su flujo hacia los monitores *Genelec 8020C*, por medio de la conexión *Main L/R*; mientras que el otro flujo de señal, será dirigido hacia los monitores de audio *M-audio Bx8*, mediante las salidas *Mini L1/R1*, para obtener una comparación de monitoreo entre los dos dispositivos.



Figura 58. Paneles posteriores de conexión de los monitores M-audio Bx8 y Genelec 8020C.

Tomado de Sweetwater, 2016

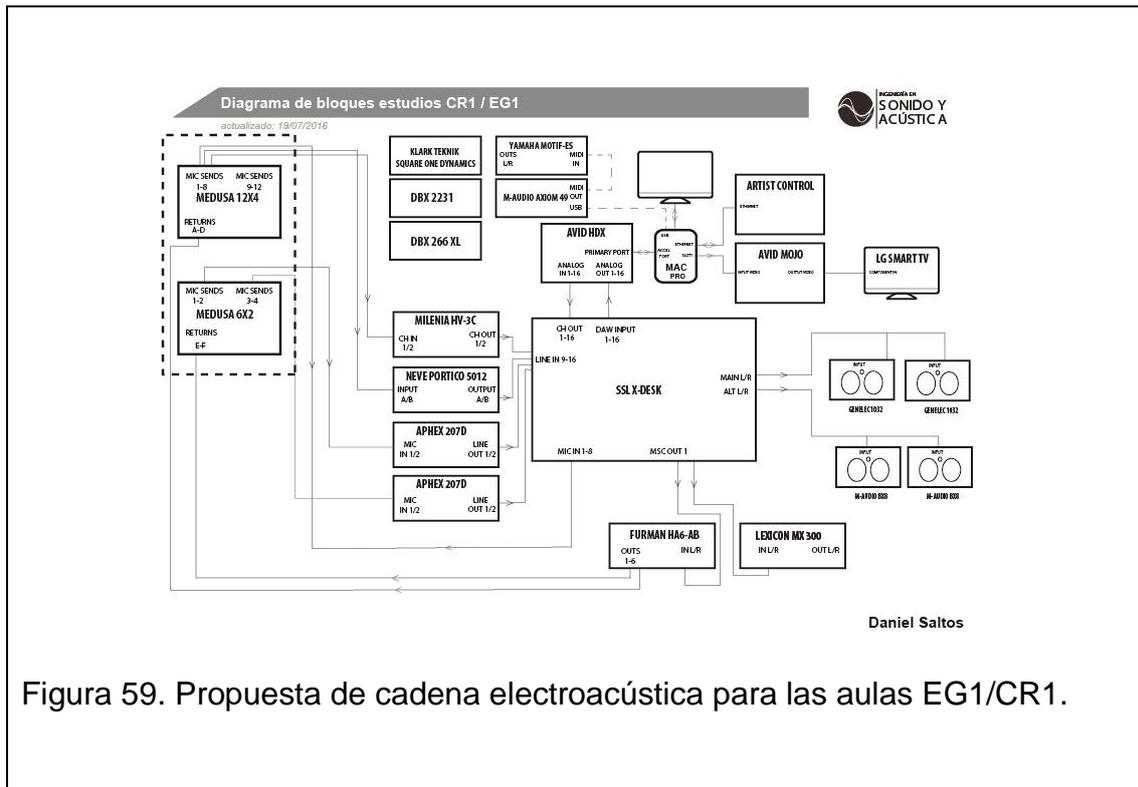


Figura 59. Propuesta de cadena electroacústica para las aulas EG1/CR1.

De igual manera se realizó el diseño de la patchera para facilitar cada una de las conexiones dentro de la cadena electroacústica.

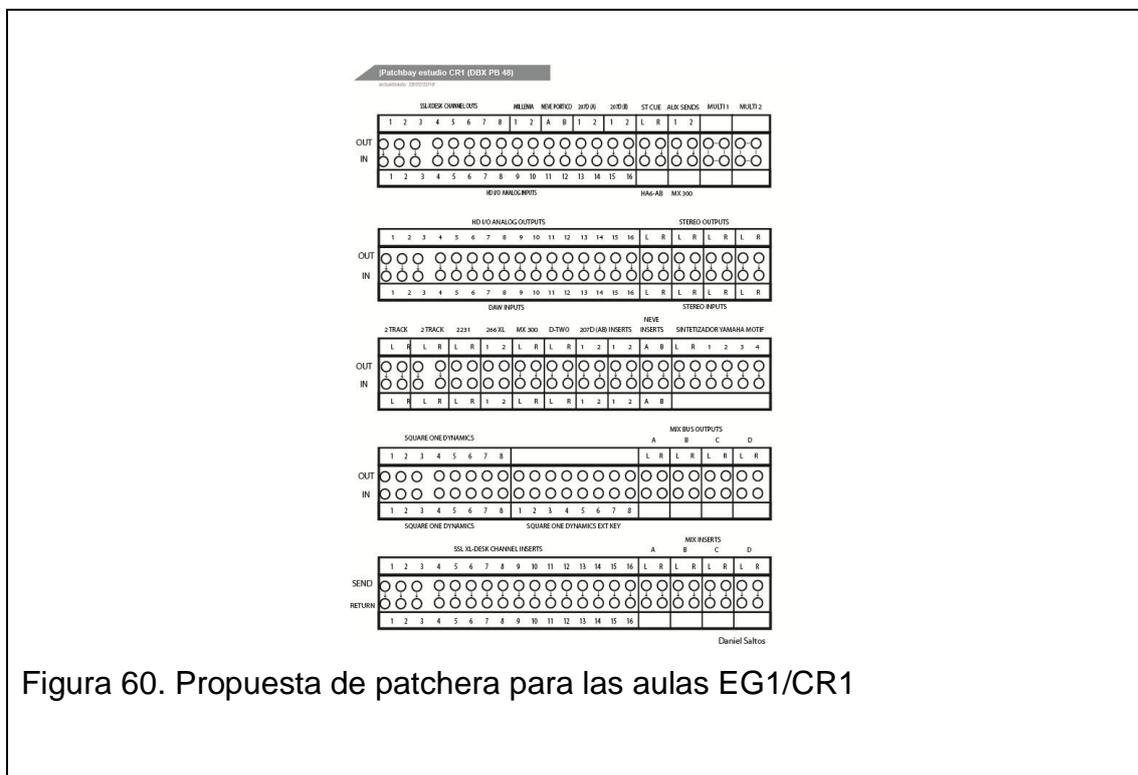


Figura 60. Propuesta de patchera para las aulas EG1/CR1

2.3. Construcción de pits

Teniendo en cuenta las medidas estándares de la construcción de pits, se optó por realizar 4 contenedores, debido al espacio físico que existe dentro de la sala EG1. Para la elección de los tipos de suelo, se analizó terrenos usados comúnmente, dentro de las escenas cinematográficas, por lo cual se escogieron estas 6 superficies.

- Metal
- Madera
- Césped
- Arena
- Ripio
- Alfombra

Para la distribución de las 6 superficies se realizó 4 contenedores de madera, 2 de ellos poseerán un suelo de metal y de madera, mientras que los dos restantes contendrán 2 tipos de terrenos, en cada uno de estos: alfombra y ripio en el primero y en segundo césped y arena.

El diseño de cada caja dependerá del tipo y peso de cada superficie, con el fin de obtener un contenedor resistente y que no genere sonidos indeseados por inestabilidades de construcción. Por esta razón se enlistará cada uno de las materiales a utilizar en la construcción de las cajas.



Figura 43. Implementación de pits dentro la Universidad de las Américas.

2.3.1. *Pit* de madera

Este tipo de suelo no requiere de un contenedor muy reforzado, debido a que no debe soportar mucho peso; además, el uso de clavos, base por medio de tiras de madera y goma, ayudan a reforzar la caja, para que no genere crujiidos al momento de realizar la ejecución de actuación *foley*.

Para la elaboración de este *pit* se utilizaron los siguientes materiales.

- 4 tiras de madera de 1,20 m x 12 cm x 4 cm
- 4 tras de madera de 1,20 m x 3 cm x 4cm
- 9 tacos de madera de 12 cm x 12 cm x 12 cm
- 32 tiras de madera de 1,20 m x 10 cm x 1 cm
- 6 tiras de madera de 1,12 m x 12 cm x 1 cm
- 6 tiras de madera de 90 cm x 6 cm x 1 cm
- 2 ruedas de plástico

- 1 agarradera de metal
- 1 porta candados

En primer lugar se realizó el marco del contenedor con las 4 tiras de 1,20 m x 12 cm x 4 cm. Para compactar la unión de las tiras, se utilizó clavos de madera y goma blanca. Una vez terminado el marco, se fijaron las 6 tiras de madera de 1,12 m x 12 cm x 1 cm como base de la caja, con el fin de evitar el movimiento de inestabilidad del marco.

A continuación, para la construcción del *pit*, se utilizaron las 16 tiras de madera de 1,20 m x 10 cm x 1 cm. A una altura de 6 cm, se van clavando cada una de las tiras con los marcos y la base del contenedor.

Luego se realizó la tapa del contenedor con las 16 tiras restantes y para los marcos se usó 4 tiras de 1,20 m x 3 cm x 4cm. Para reforzarla, se clavaron 6 tiras de madera de 1,12 m x 12 cm x 1 cm en forma perpendicular y posteriormente se clavaron encima de éstas los 9 tacos de madera.

Para una imagen estética del contenedor, se aplicó barniz y laca en toda la parte externa. Una vez finalizada la construcción del contenedor, del *pit* y de la tapa, se colocó: los engranes, para adaptar la caja con la tapa; las dos ruedas, para su movilidad de una estación de trabajo a otra; la manija, para poder sujetar la caja al momento de rodar; y el porta candado, para evitar que el contenedor se abra al momento de transportarlo.

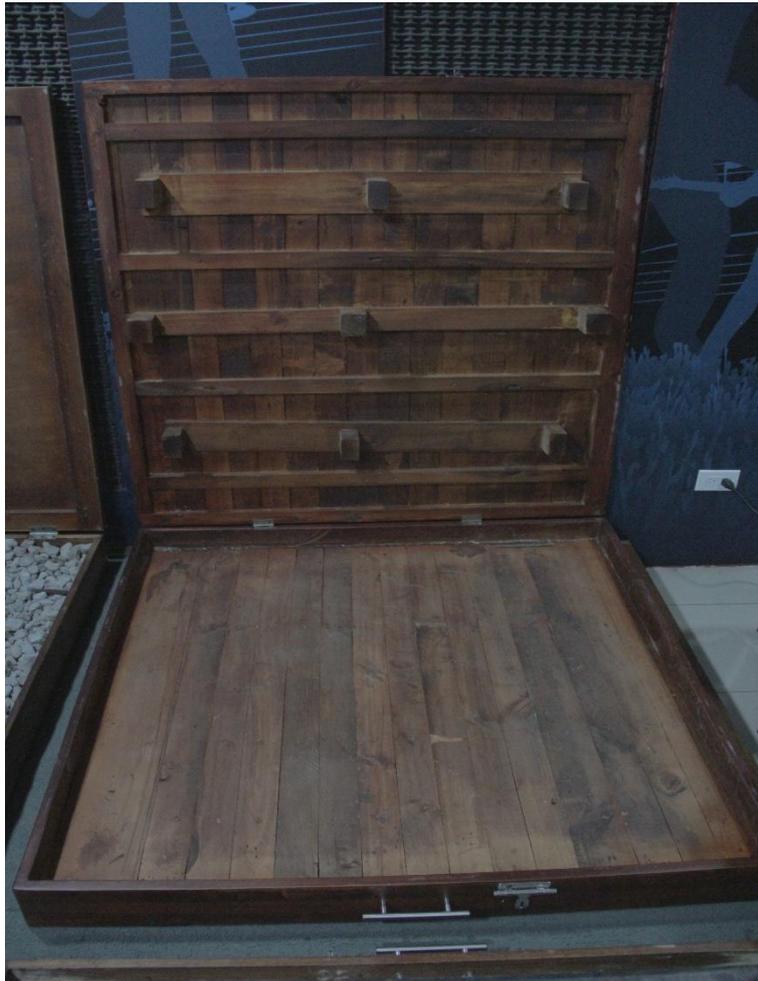


Figura 61. Implementación de Pit de madera

2.3.2. *Pit* de metal

En la construcción del contenedor, se siguió el mismo proceso que el *pit* de madera, pero a diferencia de éste, en el de metal, se utilizó dos planchas de triplex de 1,20 m x 3 cm x 1,20 m, para la elaboración de la base y la tapa del contenedor, El objetivo de realizar estos cambios, se debe a que el peso de este contenedor es superior y se necesita de una fijación más compacta y estable.

Una vez finalizado la elaboración del contenedor, se colocó a una distancia de 6 cm de la base, una plancha de metal de 1,12 m x 1,12 m con la ayuda del

pegamento *sika*. Para la movilización de la caja se incorporaron ruedas de metal, ya que las de plástico, no aguantan el peso del contenedor.



Figura 62. Implementación de pit de metal.

2.3.3. *Pit* de ripio-alfombra

Al realizar el contenedor repartido de alfombra con ripio, se siguió el mismo proceso de construcción que el *pit* de metal, añadiendo una separación por medio de una tira de madera de 1,12 m x 12 cm x 4 cm.

En la primera mitad del contenedor, se llena el volumen con ripio al ras de la caja; mientras que en la otra mitad, se pega la alfombra a la base con la ayuda de cemento de contacto. Para evitar que el ripio se pase de un lado a otro, se adaptó una tira de madera de 1,12 m x 3 cm x 4 cm en la mitad de la tapa.

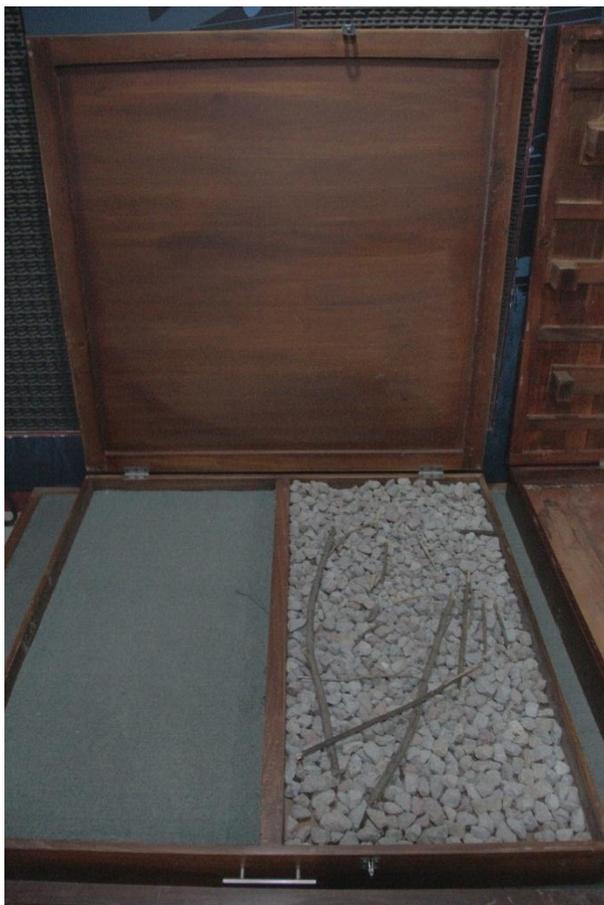


Figura 63. Implementación de pits de ripio y alfombra.

2.3.4. Pit de césped-arena

Tomando en cuenta la construcción del contenedor de ripio-alfombra, se realizó una variación en la elaboración del de césped-arena, que es la implementación de una tapa extra, que sea deslizable y se ubique debajo de la tapa principal del contenedor. Esta tapa se la realiza con el fin de que no se mezclen los

terrenos al momento de movilizarlos, ya que la arena y la tierra son materiales más pequeños.

Para realizar el piso de césped, se colocaron diferentes capas, para que el sonido de la superficie sea más realista. Primero, se puso una capa de alfombra en todo el interior de la caja, luego se introdujo una capa de tierra negra, se añadió una capa de arena con pequeñas proporciones de hojas secas, piedras pequeñas y finalmente se incorporó la superficie de césped sintético para terminar con la elaboración del primer *pit*. Para la otra mitad del contenedor, se llenó todo el volumen con arena, quedando listo el segundo *Pit*.

Tomando en cuenta que esta caja es la más pesada que las construidas anteriormente, es recomendable utilizar ruedas de metal y agarraderas más resistentes.



Figura 64. Implementación de pits de césped y arena.

2.4. Implementación de *props*

Al tener una utilería amplia dentro de la recreación sonora, se la dividió en dos tipos para la implementación de cada uno de los *props*. El primer tipo que se va

a usar son los accesorios de fácil adquisición, ya que se los pueden conseguir en cualquier lugar, como:

- Guantes de tela, cuero y látex: Sirve para la recreación de aleteos de aves, montaduras de caballo, etc.
- Telas: Se utiliza para la recreación de rozadura de cuerpos, pieles de animales, entre otros.
- Ramas secas: Ayuda a recrear el sonido de los *whooshes*, al momento de recrear escenas de pelea.
- Tubos de ensayo con objetos de metal: simulación de ruptura de cristales.
- Cuchillos: Para recrear el sonido metálico de las espadas al momento de chocar una con otra.
- Piña: Es útil para general el sonido de las apuñaladas.

En cambio el segundo tipo de *props* se los clasificó en función a la complejidad para obtenerlos, ya sea por fabricación o por ingenio para la recreación sonora que son:

- *Aquaphone*.
- *Thunder drum*.
- Puerta a escala.
- Rechinador.
- Cuerpo falso

2.4.1. *Aquaphone/Waterphone*

Para la elaboración del siguiente *prop*, se utilizó principalmente: una lámina de metal de 1 mm de grosor, 32 varillas de metal y un tubo de metal de 5 cm de diámetro y 10 cm de longitud.

Como primer punto, se cortó la lámina de metal para obtener 2 láminas circulares, con un radio de 20 cm cada una, más adelante se realizó un corte circular de 5 cm en la primera lamina circular, así pues, se martilló la primera placa hasta obtener una concavidad de 5 cm, después se realizó el mismo

procedimiento de martillado con la segunda placa hasta obtener una concavidad de 2 cm. Ya realizadas cada uno de los procedimientos anteriores, se realizó la unión de las dos placas circulares por medio de una suelda.

A continuación, se realizó el corte de las varillas de metal, con el fin de tener varillas de diferentes longitudes, para obtener una sonoridad distinta al momento de la ejecución sonora. Se obtuvieron 4 varillas por cada una de las siguientes longitudes: 20 cm, 19 cm, 18 cm, 17 cm, 16 cm, 15 cm, 14 cm y 13 cm.

Finalmente se unió la estructura metálica con el tubo de metal para obtener el conducto de amplificación del instrumento, y se integrará un arco de violín para la interpretación sonora.



Figura 65. Implementación del *prop aquaphone*.

2.4.2. *Thunder drum*

Con respecto al siguiente *prop*, se identificaron los siguientes materiales para su elaboración:

- Un tarro de lata.
- Una lámina de radiografía.
- Una abrazadera de metal.
- Un resorte inestable.

Para la construcción del *thunder drum*, se vació una lata de conservas de durazno, cortando tanto la tapa superior como inferior, después, se lijo cada uno de los filos cortados, con el fin de poder manipularlo de manera segura.

Una vez terminado el proceso de corte se compacta la radiografía con uno de los huecos de la lata con la ayuda de la abrazadera de metal, para obtener un tambor casero. Finalmente se enrosca el resorte inestable con el centro de la membrana, para que pueda resonar al momento de la agitación de la lata.



Figura 66. Implementación del *prop thunder drum*.

2.4.3. Puerta a escala

Para la elaboración de la puerta a escala, se determinaron los siguientes materiales:

- Una plancha de tabla triplex de 1,22 m x 2,44 m x 8 mm.
- Una manija de acero.
- Un cerrojo
- Un picaporte
- Cuatro tiras de madera de 2 cm x 4 cm x 40 cm.
- Dos tiras de madera de 2 cm x 4 cm x 12 cm.
- Dos tiras de madera de 2 cm x 4 cm x 30 cm.

En primera instancia, de la plancha de triplex se recortaron dos pedazos de madera de 40 cm x 20 cm, para cada una de las caras de la puerta, a continuación se pegó con goma blanca y tachuelas de madera las dos tiras de madera de 2 cm x 4 cm x 40 cm con las dos restantes de 2 cm x 4 cm x 12 cm, para formar el marco el esqueleto de la puerta, después se unió las dos laminas de madera con el marco, y por medio de un taladro con broca de abrazadera se realizó el orificio para ubicar el cerrojo y el picaporte.

Con los restos sobrantes de la tabla triplex, las dos tiras de 2 cm x 4 cm x 30 cm y las de 2 cm x 4 cm x 40 cm, se desarrollara el mismo procedimiento de construcción de la puerta para el marco y la base de la misma.



Figura 67. Implementación de la puerta a escala

2.4.4. Rechinador

Este artefacto, se utilizó con los siguientes materiales:

- Palo de escoba.
- Dos pernos de 1,5 cm de diámetro.
- Dos roscas de mariposa.
- Dos tiras de madera de 4 cm x 15 cm x 4 cm.
- Dos tiras de madera de 4 cm x 30 cm x 4 cm.
- Tira de cuero de 60 cm.

En primer lugar se unieron las cuatro tiras enlistadas, para formar el marco del *prop*, así mismo, se realizó un orificio de 3 cm de diámetro en la mitad de las

tiras de longitudes superiores, con el fin de atravesar el palo de escoba entre los dos lados del marco, mientras que en el centro de las dos tiras inferiores se realiza un orificio de 1 cm, para introducir los pernos con las rosca de mariposa en cada lado. Finalmente se enrolla la tira de caucho con los pernos y el palo de escoba para obtener el Rechinador.



Figura 68. Implementación del *prop* rechinador.

2.4.5. Cuerpo falso

El siguiente *prop* fue elaborado con retazos de telas viejas, una guía telefónica y cinta adhesiva. Inicialmente se tomó la guía telefónica y se la abrió de tal manera que contenga el mismo número de páginas de los dos lados, a continuación se envolvió con cinta adhesiva a toda la guía telefónica, como siguiente paso, se forro con cada una de los retazos de tela, para posteriormente forrarle con una funda de almohada y coserle en todo el contorno.



Figura 69. Implementación del *prop* de cuerpo falso

2.5. Grabación de escenas

Analizados cada uno de los procesos dentro de las etapas de la producción audiovisual, se planificó, grabó y mezcló cada una de las escenas seleccionadas. Con la finalidad de implementar cada una de las utilerías construidas en la recreación sonora.

Para realizar el proceso de grabación, se detalló cada uno de los pasos a seguir:

- Selección de escenas a recrear.
- Elaboración del *cue sheet*.
- Grabación, en la sala EG1.
- Mezcla en el aula CR1.

2.5.1. Selección de escena a recrear

Para la selección de cada una de las escenas se determinó: la presencia de sonidos que puedan ser recreados con la implementación y construcción de los

pits y *props*, de la misma manera, se escogieron las escenas que poseen únicamente efectos sonoros, evitando la presencia de palabras articuladas, o composiciones musicales.

Al finalizar todo el proceso se realizó un listado de las posibles escenas a recrear y que tipo de utilería será seleccionada.

2.5.2. Elaboración del *cue sheet*

Al determinar las escenas a insonorizar, se realizó el guion de grabación para el artista *foley*. Esta hoja se la elaboró en la plataforma de *Excel*, por su facilidad al momento de realizar tablas virtuales.

Para la primera escena *SEC_KILLBILL_CATANAS_FLY* se identificó: pisadas en superficie de madera, movimiento de ropa, rozadura de la mano con la espada, *whooshes*, apuñaladas, gritos y espadazos.

Dentro de la recreación sonora de las pisadas se utilizará el *pit* de madera, para el movimiento de ropa, se optó por el uso de la manipulación de diferentes tipos telas, el uso de una piña y un cuchillo, fue indispensable para la recreación de la apuñalada, para el sonido de *whooses* se implementará cada una de las ramas secas y finalmente para los espadazos, gritos y rozadura de la mano con la espada, se usarán los mismos instrumentos vistos en la escena.

En la escena *SEC_KILLBILL_TRUENOS_FLY*, se denotaron los siguientes sonidos: tormenta, lluvia, puerta, rechinado y *beeps*.

Para la recreación sonora de cada uno de los sonidos identificados, se utilizarán los siguientes *props*:

- *Thunder drum*.
- Puerta a escala.
- Rechinador.

A continuación se detalla en una hoja de *Excel* cada escena a recrear con la identificación de cada *pit*.

2.5.3. Grabación de escenas

Para la grabación de cada una de escenas se utilizó la *DAW Pro tolos HDX*, para obtener una calidad de audio de manera profesional, dentro de la estación de trabajo se importó cada una de las escenas recortadas.

Una vez importado la escena dentro de la plataforma, se realiza la creación de cada una de las pistas de grabación, edición y mezcla, para ubicar cada una de las tomas en el proceso en el que esté realizando y facilitar así el proceso de post producción. Al igual que la creación de la pista de *beep*, que nos ayudará a tener un conteo regresivo de 3 pulsaciones, para la preparación de la interpretación sonora.

3. Análisis de resultados

A continuación se detallarán cada uno de los resultados obtenidos en el proceso de desarrollo, con el fin de implementar un rediseño del estudio de grabación CR1/EG1, para las grabaciones *foley*. Para esto se tendrá en cuenta los conceptos básicos vistos hasta aquí: acústica, cadena electroacústica, *pits* y *props*, además de la mezcla de escenas.

3.1. Acústica

Es importante analizar las condiciones acústicas actuales del estudio de grabación CR1/EG1, ya que en el proceso de medición de control de ruido aéreo y de impacto se encontraron varios problemas como en las siguientes gráficas:

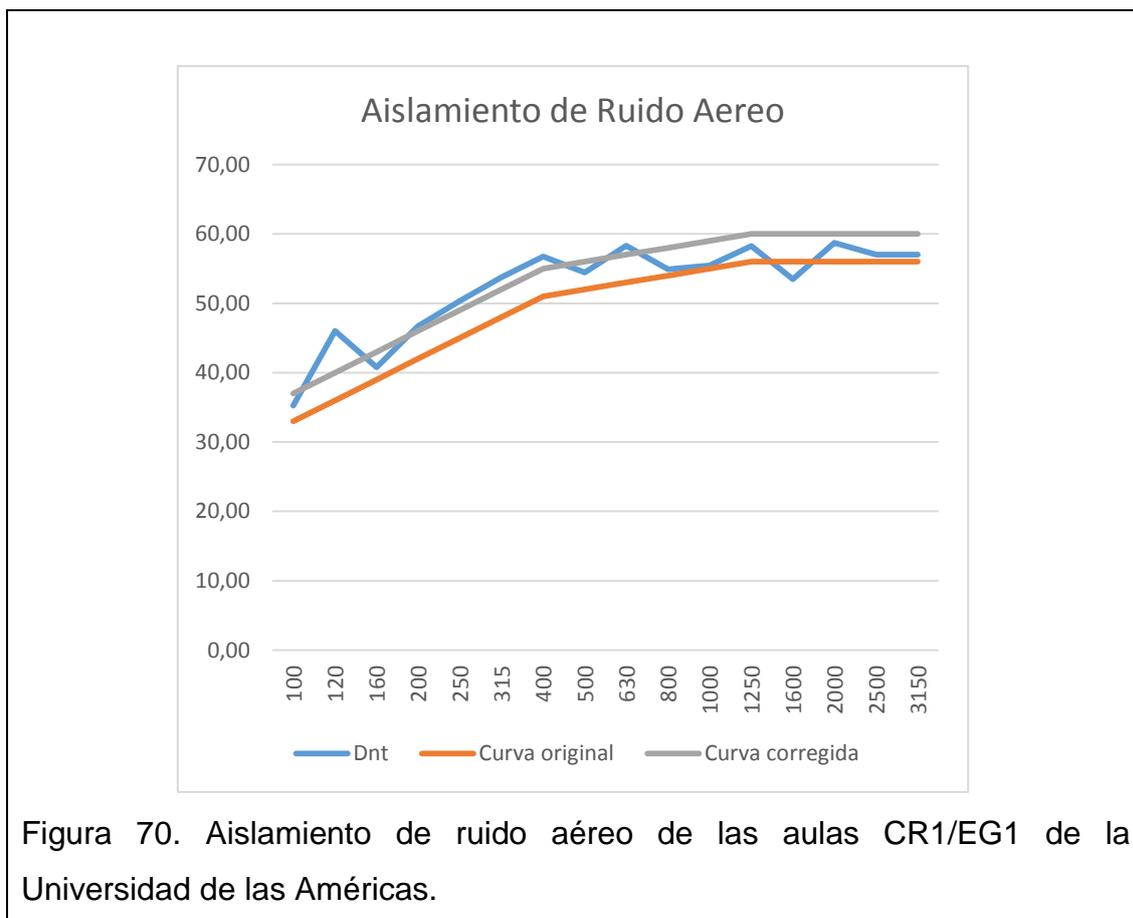


Figura 70. Aislamiento de ruido aéreo de las aulas CR1/EG1 de la Universidad de las Américas.

En la gráfica de ruido aéreo se pueden observar los problemas existentes en los valores frecuenciales de 120 Hz y 400 Hz. Cabe recalcar que se dificultó el proceso de medición, debido a que se obtenían valores erróneos producidos por contaminaciones de ruido de fondo, generados por los ensayos de los estudiantes de la escuela de música en las salas aledañas.

Los problemas más drásticos, que se generaron al momento de obtener los resultados de ruido de impactos, están en las frecuencias de 1250 Hz, 1600 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz y 3150 Hz, debido a que se identificaron serios inconvenientes de propagación sonora a través del suelo estructural, pues sobrepasan por más de diez decibeles el valor de curva desplazada por la norma.

Durante el proceso de medición, se identificaron distintos problemas dentro del aula EG1, no solo con respecto al aula CR1, sino que también se observaron complicaciones, causadas por la propagación de vibraciones en techos y ventanas. Por lo que se recomienda un desacoplo de pisos, techo y paredes entre las aulas EG1/CR1.

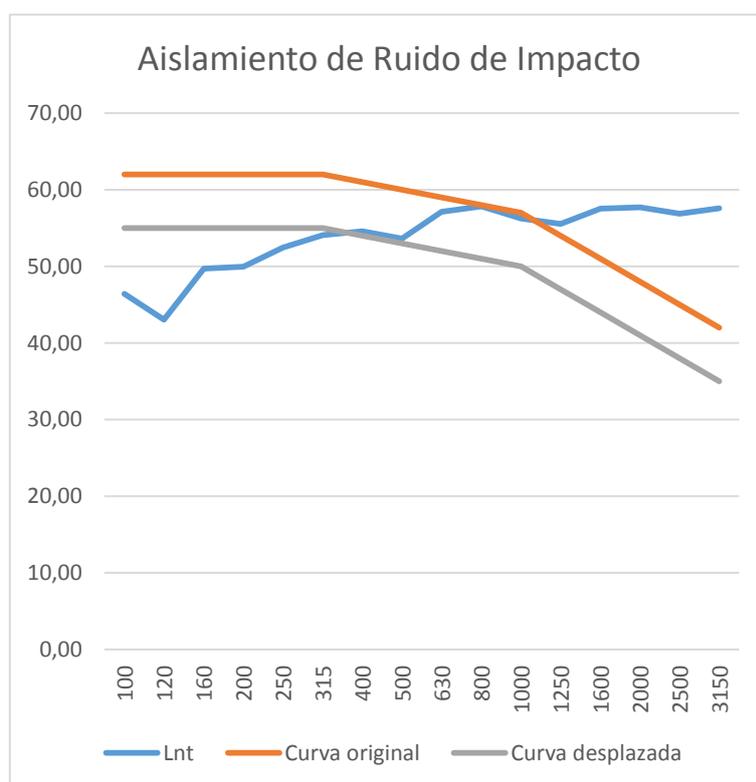


Figura 71. Aislamiento de ruido de impactos de las aulas CR1/EG1 de la Universidad de las Américas.

Al realizar las simulaciones del acondicionamiento del aula EG1, se extrajeron cada uno de los valores determinados por el tiempo de reverberación. Al analizar estos resultados, se pudo observar que los parámetros de brillo y calidez no cumplían con los valores estandarizados, ya que existe una amplificación en medias y altas frecuencias, por lo que se recomienda instalar resonadores y paneles porosos que controlen la banda de tercio de octava desde los 125 Hz hasta los 4000 Hz. Por otro lado los parámetros de C80, C50 y %ALcons no existieron inconvenientes, ya que cumplían con los parámetros establecidos.

Tabla 16. Resultados de los parámetros de acondicionamiento acústico.

C80 GENERAL	0,96
%ALCons	0,70
Calidez	1,49
BRILLO	0,79
C50 SPEED AVERAGE	13,64

3.2. Cadena electroacústica

Al momento de realizar las recreaciones sonoras, se presentaron diferentes inconvenientes que impidieron el uso del aula CR1 para realizar las grabaciones, debido a que no existen los equipos necesarios para el trabajo de *foley*, como una pantalla en el aula EG1, que es indispensable al momento de realizar la interpretación.

Al no poseer los equipos necesarios dentro de la cadena electroacústica, se realizaron cada una de las grabaciones en el aula EG1 con la ayuda de una estación de trabajo movible. Los equipos utilizados para la recreación sonora fueron:

- *Interface Apollo twin*
- *Mac mini*
- *Monitores Equator*
- *Pro tools HD*

Al momento de analizar cada uno de los componentes integrados en la nueva propuesta de cadena electroacústica, se pudieron denotar ciertas falencias:

- Falta de una interfaz de video que permita la reproducción de la imagen sin problemas de latencias o retrasos con el audio.
- Al no poseer un preamplificador de micrófono, la captación por medio del micrófono no va a ser tan transparente y ensuciará las muestras de audio al momento de la grabación.
- La falta de una pantalla en el aula EG1 impidió los procesos de grabación para el uso del aula CR1.

- La consola instalada en el estudio CR1, funciona para la amplificación de refuerzo sonoro, es por esta razón que se implanto una nueva propuesta de consola *in-line* especializada para estudios de grabación.
- Debido a que existen problemas de niveles sonoros con el monitor *M-Audio Bx8a*, entre los parlantes izquierdo y derecho, se optó por la propuesta de compra de los monitores *Genelec 1032*, debido a su respuesta de frecuencia plana.

Detallados cada uno de los problemas se implementó una nueva propuesta de cadena electroacústica con los siguientes dispositivos:

- Consola *SSL XL DESK*
- *Neve Portico 5012*
- *Millenia hv-3c*
- *Avid Mojo*
- *Artist control*
- *Lg Smart tv*
- *Genelec 1032*



Figura 72. Grabación de foley en el aula EG1.

3.3. Construcción e Implementación de *pits* y *props*

Al momento de realizar cada una de las grabaciones de audio, se identificaron ciertos problemas; uno de los principales es el *prop* de la puerta a escala, cuyo sonido, al momento de la grabación, era muy elevado en altas frecuencias, lo

que provocó la grabación de otros implementos disponibles dentro del aula EG1, con el fin de complementar el sonido.

Otro problema que se presentó tuvo que ver con los cuchillos, ya que al realizar las primeras grabaciones se obtuvieron sonidos cortos, en la recreación de las escenas de espadazos, por lo que se repitió la grabación de escena con el uso de un machete y una espátula para mejorar el sonido y evitar el uso de procesamientos al momento de mezclar.

Al tener dos tipos de pisos (arena y césped) en el interior del contenedor, el peso era mucho mayor respecto a las demás superficies, y se dificultó el montaje en las grabaciones.

Al momento de realizar la interpretación con el *aquaphone*, es muy importante evitar frotaciones inestables con el arco de violín, ya que se requiere de un sonido estable y terrorífico.

Uno de los sonidos que se ejecutaron de manera eficiente, tuvo que ver con las distintas longitudes de ramas secas, ya que se pudo obtener una gran variedad de sonidos en la recreación de *whooshes* ubicados dentro de la escena.

El uso de cada una de las superficies fue el esperado, pues no generaron inconvenientes de inestabilidad, al momento de realizar la interpretación, debido a su buena construcción.



Figura 73. Interpretación foley en las escenas de cuchillos.

3.4. Mezcla de escenas

Para poder ubicar cada uno de los movimientos puestos en escena, fue importante la automatización del panning y volumen, al igual que el uso de efectos como *Dverb* para las reverberaciones, que ayudaban a situar al personaje dentro de la sala. Cabe recalcar que no se usó muchos procesamientos de audio por parte de *plug-ins*, ya que el objetivo es evidenciar cada uno de los sonidos naturales generados por los *pits* y los *props*.



Figura 74. Plug in Dverb

Si bien el *room tone* no pertenece a la categoría de *foley*, es muy indispensable su uso, debido a que, al momento de realizar los respectivos cortes de audio, se detalla claramente cada una de las fisuras en la edición de audio.

Para la recreación de voces femeninas, se utilizó la herramienta de *pitch shift*, debido a que las recreaciones sonoras fueron realizadas por un hombre. Otro sonido que se manejó con este *plug-in* fue la recreación de *whooshes*, debido a que permite la manipulación del tono con el cual se generaban los latigazos sonoros.

3.5. Análisis de costos

Tabla 17. Inversión en materiales y mano de obra.

Almacén	Materiales	Valor total
ConstrucCenter	Juego de Garrochas	\$ 10,61
	Picaporte con porta candado	\$ 5,00
	Clavos de 6x11	\$ 2,02
Metaltech	Tool Negro	\$ 58,51
	Disco Corte	\$ 3,77
Disfer	Abrazaderas Mango	\$ 1,75
Solopernos	Perno de Acero	\$ 2,92
	Tuerca mariposa	\$ 1,12
	Rodela plana	\$ 0,36
	Tuerca sae	\$ 0,23
Dental Universitario	Tubos de ensayo	\$ 3,60
Carpintería San Eduardo	Contenedores de madera	\$ 800
Valor Global de la construcción		\$ 889,89

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

Con el análisis de los puntos vistos a lo largo de esta tesis, se ha podido comprender de mejor manera el proceso de rediseño de un estudio de grabación *foley*, sobre lo que se puede concluir lo siguiente:

En la actualidad se utiliza el aula CR2 para la recreación sonora, sin embargo, debido a su falta espacio, impide la interpretación adecuada del artista *foley*; además, existen varios problemas acústicos dentro de la sala.

Mediante los procesos realizados dentro de las normas UNE ISO 140-4 y 140-7, se identificaron, al interior de las aulas EG1/CR1, problemas de transmisión sonora de ruido aéreo y de impactos.

Dentro de la cadena electroacústica del estudio CR1/EG1, se identificó la falta de equipos, lo que impidió la grabación de las escenas a sonorizar, ya que al no poseer una pantalla dentro del aula EG1, fue imposible realizar la grabación con los equipos ubicados en el CR1.

Los pisos que posee actualmente el estudio de grabación EG1/CR1, son ineficientes para la recreación sonora, debido a que no proporcionan el sonido deseado, ni existe una variedad de superficies para la versatilidad al momento de realizar las grabaciones. En este sentido, se integró en el estudio 4 contenedores con 6 tipos de suelos en su interior.

Respecto a los *props*, la carrera de ingeniería en sonido y acústica, no posee un set de utilería que permita la recreación sonora, es por esta razón que se incorporaron 10 modelos de *props*, con la finalidad de incentivar el aprendizaje en las clases de técnicas de grabación. Para recrear un sonido de manera deseada es pertinente tener la mayor cantidad de *props* disponibles, por lo que la creatividad de los estudiantes es un eje fundamental para la elección de la utilería adecuada.

Al no poseer un material didáctico con el cual los estudiantes puedan experimentar cada uno de los procesos para la sonorización, se integró un

listado escenas recreadas con la utilería implementada, para que los estudiantes de la carrera de ingeniería en sonido y acústica puedan evaluar el comportamiento sonoro de cada uno de los *pits* y *props*, mediante la utilización de los equipos actuales del estudio de grabación CR1/EG1.

4.2. Recomendaciones

Se considera necesario realizar una propuesta de rediseño, en donde se cambie la estación de trabajo a las aulas CR1/EG1 para tener mayor espacio para el desempeño del acto *foley*.

Se recomienda un desacople estructural del piso del EG1 y CR1, de igual manera sellar cada uno de los orificios de la pared separadora para evitar fugas de ruido aéreo.

Se propone un listado de equipos que sean capaces de facilitar la interpretación del artista *foley*, al interior del estudio, debido a la ausencia de los mismos.

Se recomienda la adaptación de cada uno de los contenedores dentro del piso estructural del aula EG1, con el fin de optimizar el espacio de la sala y cuidar el mantenimiento de las cajas.

REFERENCIAS

- AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO . (1999). En U. I. 140-7.
- Albella, D. C. (2013). *Acondicionamiento acústico de la sala de grabación musical de Basic Productions en Valencia*. Gandia.
- Alcóser, D. F. (2014). GUÍA DE DISEÑO DE SONIDO Y POST PRODUCCIÓN ADAPTADA AL CINE. En *Pits y Props* (pág. 14). Quito.
- Ament, V. T. (2009). *The Foley Grail*. Estados Unidos: Focal Press.
- Bournemouth University. (2008). *The Soundtrack*. Recuperado el 8 de Marzo del 2016 de http://eprints.bournemouth.ac.uk/1307/1/deutsch_soundtrack.pdf
- Chion, M. (1998). *La Dimensión Sonora del Lenguaje Audiovisual*. Paídos.
- Chion, M. (2001). *Audiovisión*. Mendoza: Ediciones digitales El Tunel.
- Coca, A. A. (2011). *Manual de Postproducción de Audio*. Baena, España: Galisgamdigital.
- Designing Sound*. (2016). *Sound for Live Theatre* Recuperado el 6 de Junio del 2016 de <http://designingsound.org/tag/software/>
- Diseño Acústico de Salas*. (2016). Recuperado el 7 de Febrero del 2016 de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4393/fichero/Capitulo+2%252FCapitulo+2.pdf>
- Ferreira, C. L. (2013). *Music Production Recording*. Burlington: Focal Press.
- Frasquet, F. J. (2010). *Aislamiento y Acondicionamiento Acústico de un Auditorio para Actuaciones en Directo de Bandas de Música*. Gandía.
- Ingenieros Acústicos Consulting, S.L. (2016). *Introducción a la Acústica de Salas*. Alicante.
- Jaramillo, A. M. (2007). *La ciencia del sonido*. Medellín: ITM.

- López, J. J. (2016). *10 Consejos para obtener un buen Sonido Directo*. Recuperado el 6 de Marzo del 2016 de http://www.felinorama.com/univ/tv/campus/temas/10_consejos_de_sonido.pdf
- Manager, S. S. (2016). *Soundworks Collection*. Recuperado el 18 de Marzo del 2016 de <http://soundworkscollection.com/videos/garyhecker>
- Martín, J. E. (2016). *Acústica Arquitectónica para Salas de Grabación*. Argentina.
- Miyara, F. (2004). *Acústica Arquitectónica*. En F. Miyara, *Acústica y Sistemas de Sonido* (págs. 46-48). Bogota: Fundación Decibel.
- Miyara, I. F. (2003). *Acústica y Sistemas de Sonido*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Pérez, J. M. (2014). *Estudio sobre la mejora de la difusión del campo sonoro en una sala mediante la técnica de simulación diferencias finitas en dominio temporal*. Gandía.
- Ribes, J. P. (2004). *Elementos constitutivos del relato cinematográfico*. Valencia: UPV.
- Ribes, J. P. (2004). *Elementos constitutivos del relato cinematográfico*. Valencia: UPV.
- Ribes, P. (2004). *Elementos constitutivos del relato cinematográfico*. En M. Chion, *Relato cinematográfico* (pág. 38). Valencia: UPV.
- Rodríguez, Á. (1998). *La Dimensión Sonora del Lenguaje Audiovisual*. Paidós.
- Rose, J. (2008). Chapter 5 Budgeting, Scheduling and Preproduction. En J. Rose, *Producing Great Sound for Film and Video* (págs. 82-90). Amsterdam: Focal Press.
- Simon, P. I. (2004). *El diseñador de sonido: función y esquema de trabajo*. Madrid.

UNE ISO 140-4. (1999). En *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición "in situ" del aislamiento al ruido aéreo entre locales.*

Vázquez, M. (2013). Metodología de diseño de estudios de grabación y aplicación a caso práctico. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

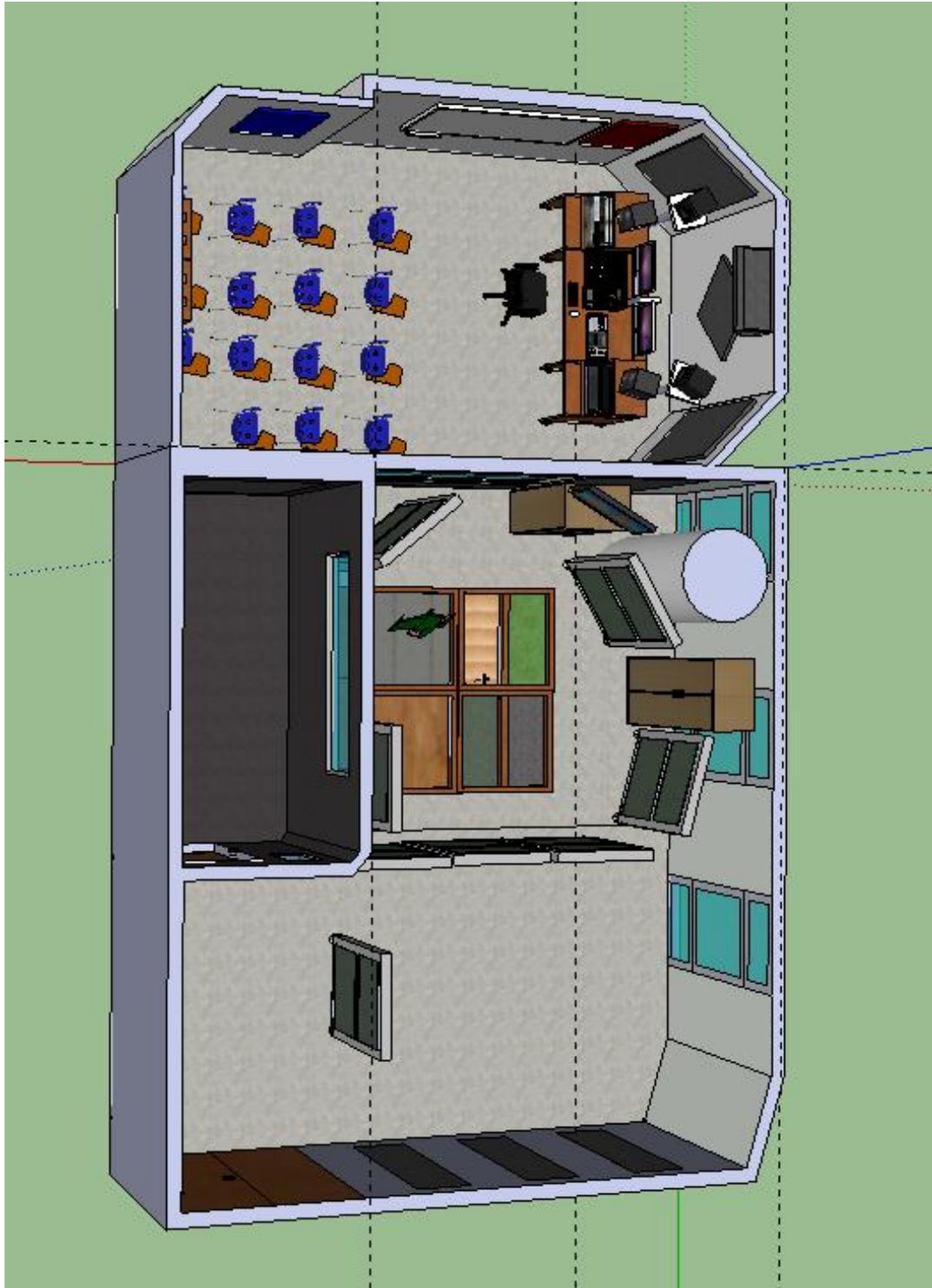
Viers, R. (2008). *The Sound Effects Bible*. Los Angeles: Michael Wiese Productions.

Vila, D. C. (2013). *Diseño y acondicionamiento acústico de la sala de grabación musical de Basic Productions en Valencia*. Gandia.

ANEXOS

ANEXO 1

RESISEÑO DEL ESTUDIO DE GRABACIÓN CR1/EG1



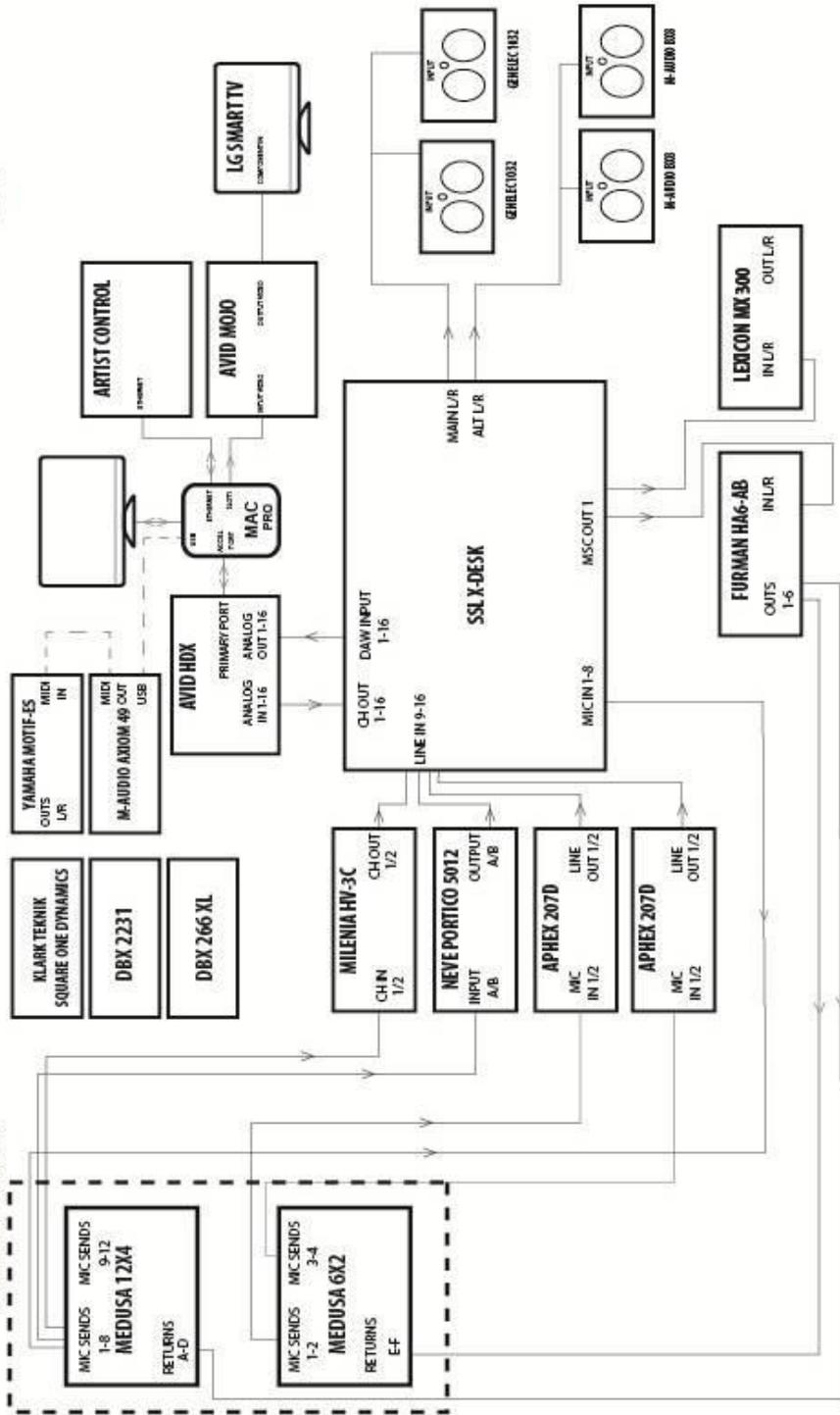
ANEXO 2

IMPLEMENTACIÓN DE CADENA ELECTROACÚSTICA



Diagrama de bloques estudios CR1 / EG1

actualizado: 19/07/2016



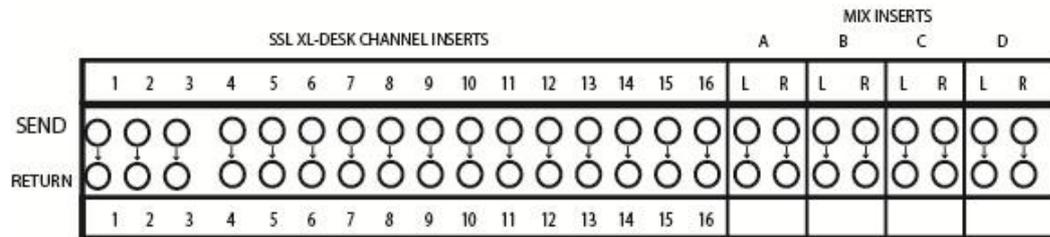
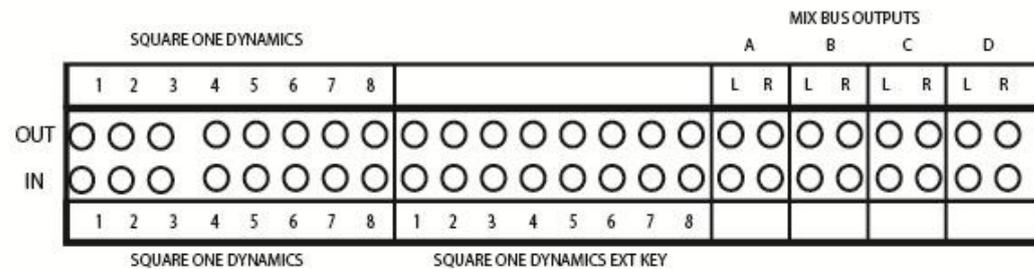
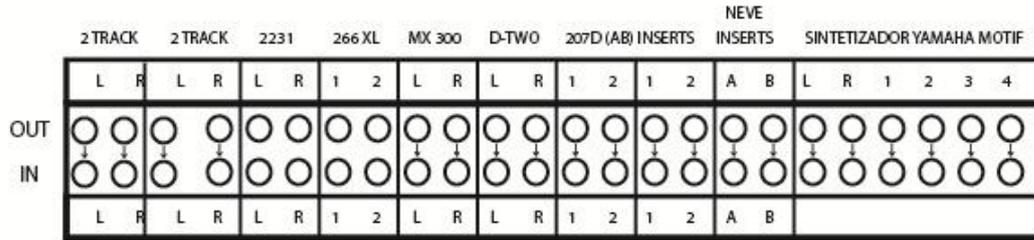
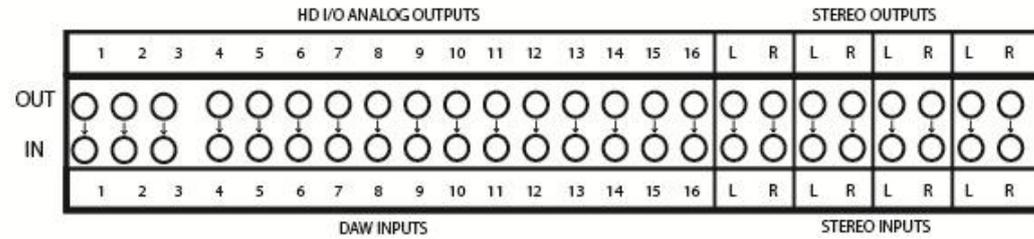
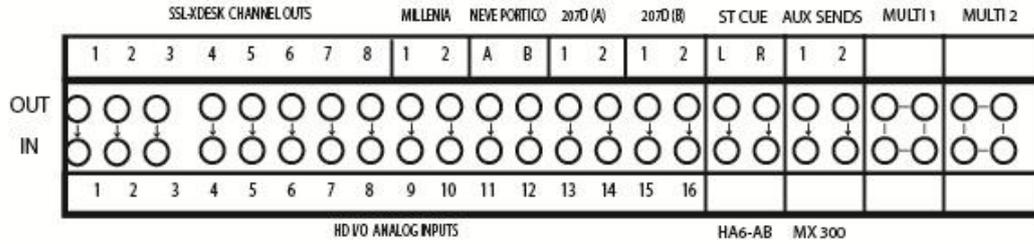
Daniel Saltos

ANEXO 3

IMPLEMENTACIÓN DE PATCHERA

[Patchbay estudio CR1 (DBX PB 48)]

actualizado: 25/02/2016



Daniel Saltos