



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SONIDO Y ACÚSTICA

TÍTULO DEL TRABAJO

**ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO Y ELECTROACÚSTICO DEL ESTUDIO
DE TV DE CANAL UNO**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de
Ingeniería de Sonido y Acústica

Profesor Guía
Psicólogo Marcelo Vásquez

Autor
Danny Fernando Villavicencio Sotomayor

Año
2010

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Marcelo Vásquez
Psicólogo Industrial
Cl. 170673129-4

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”

Villavicencio Sotomayor Danny Fernando
CI. 171773438-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser quien guió mi camino para alcanzar este sueño que hoy se ha convertido en realidad, a mis padres por todo el apoyo brindando, a mi profesor guía que en todo momento me ayudo para que esta tesis de grado sea posible, y a todas las personas que en cierto momento estuvieron ahí para poner su granito de arena.

El agradecimiento es la memoria del corazón, es por eso que las palabras sobran cuando la gratitud es absoluta.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de tesis a mis padres, porque gracias a ellos soy quien soy y han sido siempre mi fuente de inspiración y lucha para seguir adelante en el camino de la vida.

A Canal UNO por permitirme aprender y desarrollarme como profesional.

A una persona que ha sido mi compañera fiel y el soporte para llenar estas páginas que marcan el fin de una etapa y el comienzo de otra.

A todas las personas quienes colaboraron en la realización de esta tesis de grado.

Nuestra meta bien valió el esfuerzo, porque en este caso, la estrella a la que aspiramos es la humanidad plena para todos. Creo firmemente que en el esfuerzo continuo por la realización de todo ser viviente radica nuestra única esperanza. Este es el singular reto de PERSONA y el sólo propósito de esta tesis.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene por objeto dar una idea de la calidad de audio que tiene la televisión ecuatoriana, enfocándonos específicamente en la parte acústica y dando una cadena electroacústica adecuada que debería tener un set de televisión, este trabajo es un aporte fundamental para que los estudiantes de la carrera y las personas que están involucradas en la televisión y sobre todo en audio, puedan desarrollar otro tipo de temas como electroacústica para unidades móviles e infinitos temas que pueden surgir a partir de un tema de tesis como lo es un acondicionamiento acústico y electroacústico de un estudio de televisión.

La Universidad de las Américas como tal crea profesionales de muy alta calidad, innovando y promoviendo siempre, carreras y alumnos, dando a la Universidad un nivel estelar dentro de la ciudad y del país, por lo tanto, es importante el realce de nuestra universidad teniendo profesiones de calidad en trabajos importantes y con muy buena remuneración.

Cabe recalcar que el presente trabajo fue realizado con ayuda de la empresa Canal UNO, que facilitó sus instalaciones para su desarrollo, y con ayuda de personas conocedoras del medio.

ABSTRACT

The research work present has for object to give an idea of the quality audio has Ecuadorian television, focusing specifically on the acoustic and electroacoustic giving an adequate string should have a television set, this work is a fundamental contribution for career students and people who are involved on television and especially audio, can developed other topics such as electroacoustic for mobile units and infinite topics than may arise from a thesis topic as is a acoustic and electroacoustic conditioning of a television studio.

The University of Americas as this create high quality professionals, always innovating and promoting, careers and students, giving the University a stellar level within the city and country, therefore, is important enhancement of our university have quality professionals in important work and good salary.

It should be noted that this work was done with the help of the company Canal UNO, which provides its premises for development, and people using knowledge of the environment.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
HIPÓTESIS	3
JUSTIFICACIÓN	3
Capítulo I. Marco Teórico	4
1.1 Telecomunicaciones y Televisión	4
1.1.1 Antenas	6
1.1.2 Antena Receptora	6
1.1.3 Antena Transmisora	9
1.1.4 Antena Parabólica	9
1.2 Historia de la Televisión	12
1.2.1 Principales Canales del Medio Ecuatoriano	13
1.3. Audio para Video	15
1.4. Estudios de Televisión	16
Capítulo II. Acústica	19
2.1 Materiales de Absorción Sonora	19
2.1.1 Coeficiente de Absorción	27
2.2 Aislamiento Acústico	28
2.2.1 Coeficiente de Transmisión Sonora	29
2.2.2 Pérdida por Transmisión	30
2.2.3 Reducción de Ruido	31
2.2.4 Clase de Transmisión Sonora (STC)	32
2.2.5 Clase de Aislamiento de Ruido	33

2.2.6	Ley de Masa	33
2.2.7	Particiones Dobles	33
2.2.7.1	Tamaño de La Cámara y Frecuencia de resonancia (Masa Aire Masa)	33
2.2.7.2	Uso de Material Absorbente en la Cámara de Aire	34
2.2.8	Diseño de Paredes	35
2.2.8.1	Paredes de Cartón, Yeso y Tirantes	35
2.2.8.2	Paredes de Bloque de Hormigón	35
2.2.8.3	Paredes de Mampostería	36
2.2.8.4	Paredes de Hormigón en masa	37
2.2.9	Aislamiento Acústico de Puertas	37
2.2.9.1	Puertas Simples Especiales	37
2.2.9.2	Puertas Dobles	37
2.2.9.3	Cierres Inferiores Automáticos	38
2.2.9.4	Puertas Exteriores	38
2.2.9.5	Puertas Plegables y Particiones Correderas	38
2.2.9.6	Mejora a puertas existentes	39
2.2.10	Aislamiento Acústico de Ventanas	39
2.2.10.1	Ventana de Cristal único o Cristal Simple	39
2.2.10.2	Cristal Doble o Triple	39
2.2.10.3	Ventana de Cristal Inclinado	40
2.2.11	Aislamiento del Suelo	40
2.3	Reverberación y Tiempos de Reverberación	41
2.3.1	Reverberación	41
2.3.2	Tiempo de Reverberación	41
2.3.3	Inteligibilidad de la Palabra	42

2.4	Modos normales de vibración, resonancias	47
2.5	Curvas NC	49
2.5.1	Diseño y su relación con la geometría y el tiempo de reverberación del recinto	50
2.6	Difusores	51
2.6.1	Tipos de Difusores	53
2.6.1.1	Difusores Policilíndricos	53
2.6.1.2	Difusores de Schroeder	53
Capítulo III. Electroacústica		57
3.1	Conectores y Señales	58
3.1.1	Tipos de Señales	58
3.1.2	Tipos de Conectores	59
3.2	Microfonía en Televisión	62
3.2.1	Micrófono de mano	63
3.2.2	Micrófono Corbatero o Lavalier	63
3.2.3	Micrófono Cañón o <i>Shotgun</i>	64
3.2.4	Micrófono de Contacto	64
3.3	Gráfico de los Patrones Polares	66
3.4	Mesas de Mezcla	69
3.5	Procesadores	69
3.6	Monitoreo y Retornos	71
3.7	Bucles de Tierra	72
3.8	Sistemas de Comunicación en la Producción	73
3.9	Sistema de IFB (<i>Interruptible Foldback</i>)	
	Retroalimentación Interruptible	73
3.10	Cámara de Faraday	73

Capítulo IV. Diagnóstico Acústico y Electroacústico del Set de Canal UNO Quito	75
4.1 Acústica	75
4.1.1 Datos Técnicos	75
4.1.2 Situación Actual	75
4.1.2.1 Set de Televisión	75
4.1.2.2 Control Room	76
4.1.2.2.1 Cálculo T_{60}	76
4.1.2.2.2 Cálculo MNV	78
4.1.3 Mediciones Acústicas	79
4.1.3.1 Respuesta de Frecuencia	80
4.1.3.2 Modos Normales de Vibración	83
4.1.3.2.1 Cálculo MNV (Set de TV)	83
4.1.3.3 Tiempo de Reverberación	84
4.1.3.3.1 Cálculo T_{60} (Set de TV)	86
4.1.3.4 Ruido de Fondo	88
4.2 Electroacústica	90
4.2.1 Situación Actual	90
4.2.1.1 Unidades de Entrada	90
4.2.1.2 Procesadores	92
4.2.1.3 Unidad de Salida	93
4.2.1.4 Conexiones	94
Capítulo V. Análisis de Resultados	96
5.1 Acústica	96
5.1.1 Criterios de Diseño	96
5.1.2 Set de Televisión	97
5.1.2.1 Aislamiento Acústico	97
5.1.2.2 Acondicionamiento Acústico	101

5.1.3	Control <i>Room</i>	105
5.1.3.1	Aislamiento Acústico	105
5.1.3.2	Acondicionamiento Acústico	108
5.1.4	Evaluación Final de la Sala	110
5.2	Resultados a Alcanzar Acústica	112
5.3	Electroacústica	118
5.3.1	Unidades de Entrada	118
5.3.2	Unidad de Salida	122
5.4	Resultados a Alcanzar Electroacústica	123
5.5	Diseño de Cadena Electroacústica	133
5.6	Presupuesto Estimado para el Tratamiento Acústico y Electroacústico de un Set de Televisión	134
5.7	Presupuesto Total	137

Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	145
GLOSARIO	147
ANEXOS	151

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está basado en la necesidad de tener en el Ecuador estudios de televisión que presenten estándares de calidad a nivel acústico y electroacústico, y además de tener como prioridad el aprendizaje de los alumnos de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas.

En los medios de comunicación, en este caso la televisión, existe muchos campos para estudiar, aparte de un análisis teórico, se debería llevar a la práctica, siempre y cuando los dueños de los medios de comunicación otorguen atención al audio y den prioridad a los ingenieros en sonido y acústica o a especialistas en audio sobre recomendaciones que se dé sobre el tema.

Es necesario por consiguiente obtener valores de T60, Ruido de Fondo, sumamente bajos para que el estudio de televisión preste las condiciones adecuadas para un audio de calidad.

La teoría acústica y electroacústica ha permitido tener grandes avances en el conocimiento y aplicación de las técnicas y procesos que se realiza, y en el caso particular de esta tesis de grado, el acondicionamiento acústico y electroacústico; sería aplicado al estudio de televisión de Canal UNO.

ANTECEDENTES

El lugar de aplicación de este proyecto de titulación es la estación televisiva Canal UNO, este canal nació el 6 de mayo del 2002, es el sexto canal más joven del Ecuador, que emplea alrededor de 400 personas, divididas en varios departamentos tales como:

- Operaciones
- Técnico
- Noticias
- Administrativo
- Ventas.

Canal Uno es la única estación que utiliza antenas y platos satélites para sus noticieros y transmisiones, mientras que las otras estaciones televisivas utilizan platos microondas, donde su señal es de menor calidad. Con su *slogan* “Es tiempo de cambiar”, Canal UNO se ha posesionado como uno de los mejores canales a nivel nacional, por su cobertura y diversidad en programación, su dueño el Sr. Marcel Rivas a puesto todas sus fuerzas y empeño para que este canal llegue a ser el mejor a nivel nacional, y poco a poco ha ido escalando posiciones, y tomando sitios estelares en la televisión ecuatoriana. La cuota de pantalla o *rating*, es una cifra que indica el porcentaje de hogares o televidentes que están viendo un programa determinado, sobre el total que durante la transmisión tiene encendido su televisor; para este proceso se utiliza un equipo llamado AUDÍMETRO, que es proporcionado por la empresa encargada de medir los puntos de *rating*, mide la audiencia de forma continua y es conectado al televisor de cada uno de los hogares, un punto de *rating* es el 1% del total de hogares que se encuentran mirando un programa específico.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar de acuerdo a lo establecido en el canal, parámetros de acondicionamiento acústico y electroacústico para su posterior aplicación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Lograr un tiempo de reverberación (T60) entre 0,7 y 1 segundo.
- Recomendar la cadena electroacústica adecuada para Canal UNO.
- Determinar el tratamiento de acondicionamiento acústico necesario para lograr la distribución uniforme de los Modos Normales de Vibración o resonancias.
- Proponer los NPS en base al acondicionamiento acústico dado.
- Realizar un presupuesto aproximado, del acondicionamiento acústico y electroacústico.

HIPÓTESIS

- El equipo de producción de Canal UNO no tiene conocimientos de audio adecuados.
- El nivel de ruido de piso es alto por las señales desbalanceadas y por interferencias de corriente en señales de audio.
- El T_{60} de Canal UNO estará aproximadamente en 1 segundo y podrá ser reducido hasta en un 20 %.
- Existen focalizaciones de sonido en el centro del set por su forma convexa.
- Con un tratamiento de aislamiento adecuado se podrá bajar por lo menos en 20 dB adicionales.
- Se va a tener una mejor resonancia en bajas frecuencias (80 Hz – 200 Hz) o en los modos normales de vibración.

JUSTIFICACIÓN

Un acondicionamiento acústico y electroacústico se hace necesario, no solo por las deficiencias en Canal UNO, sino en todos los canales del medio ecuatoriano.

El propósito de plantear un acondicionamiento acústico y electroacústico es primeramente generar un nivel de consciencia en los medios de comunicación sobre la importancia del audio y los diferentes problemas que puede ocasionar si este no es tratado adecuadamente.

Es por eso que la cadena electroacústica planteada se rige a estándares para obtener resultados eficientes y además las diferentes soluciones acústicas en el interior del set.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

Para poder comprender y analizar los términos utilizados en el siguiente trabajo de investigación, se procederá a definir conceptos que nos podrán ser útiles al interpretarlos, tanto en electroacústica, aislamiento y acondicionamiento acústico.

1.1 TELECOMUNICACIONES Y TELEVISIÓN

Telecomunicaciones, es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos¹.

El tema de telecomunicaciones es muy extenso, pero compete hablar sobre cómo trabaja un canal de televisión, y en este caso específico Canal UNO.

Canal UNO utiliza varios tipos de antenas y las más importantes son: Antenas parabólicas multiplexadas, Antenas satelitales de tipo *offset*, Cassegrain, que se detallará en el capítulo Antenas.

En televisión se utiliza una denominación para los tipos de ondas y esta es clasificada por bandas: Banda I, Banda II, Banda III, Banda IV, Banda V; a continuación se presenta un gráfico con los tipo de banda, frecuencia asignada para cada banda y que canal tiene asignado cada banda:

¹ Telecomunicación, <http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n>, 09-06-2010

Tabla 1.1 Frecuencias por tipos de banda y sus respectivos canales

BANDA	Fq. Mínima(MHz)	Fq.Máxima(MHz)	Canales
I	47	68	2,3,4 VHF
II	88	108	FM
III	174	230	5 al 12 VHF
IV	470	606	21 al 37 UHF
V	606	862	38 al 69 UHF

Fuente: Canal UNO

En televisión existe la llamada “Línea de Vista”; esto es, que un equipo transmisor y un equipo receptor tengan contacto visual para que la señal y todo el trabajo realizado en un estudio de televisión puedan llegar a todos los hogares. En Quito se lo envía al Pichincha por medio de antenas microonda, es aquí donde se realiza la conversión y se difunde la señal. Cada canal se encuentra dividido por bandas laterales, Canal UNO está en la siguiente banda:

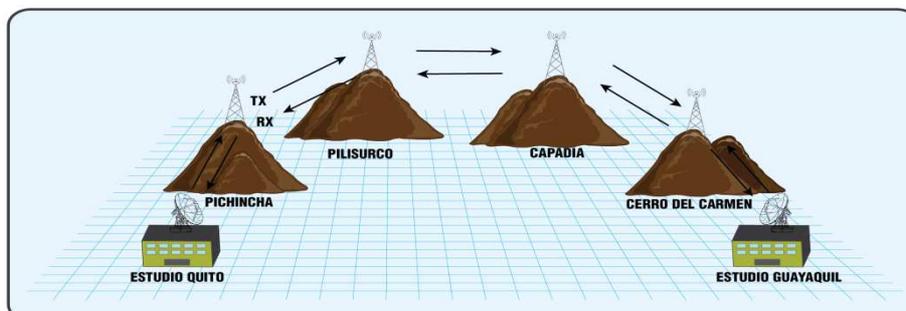
Audio: 204 – 210 MHz, cuando llegan al receptor sufre una transformación y lo convierte en sonido audible, es decir, en los televisores de cada uno de los hogares llegara con un ancho de banda de 50 Hz. a 20 KHz.

Video: 205,25

En todos los cerros por donde circula la señal es decir:

Pichincha – Pilisurco – Capadia – Cerro del Carmen;

Gráfico 1.1 Puntos por donde circula la señal



Fuente: El Autor

1.1.1 ANTENAS

En la televisión existen antenas que radian o reciben ondas electromagnéticas transformadas en señales televisivas que se propagan a través del aire, estas pueden utilizarse como transmisoras o receptoras sin variar sus principales características.

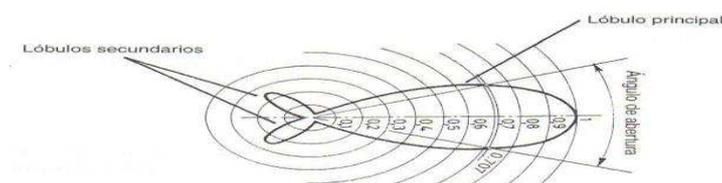
1.1.2. ANTENA RECEPTORA

Las antenas receptoras son un elemento que transforma la energía electromagnética que proviene de la emisora en una energía eléctrica que podrá ser utilizado en receptores de televisión. Existen características importantes de antenas para la transmisión de televisión:

- Directividad
- Frecuencia o banda de trabajo
- **Directividad:** Es la capacidad que tiene una antena para recibir señales solo en ciertas direcciones y sentidos determinados.²

La directividad nos permite ver el ángulo en que una antena puede recibir la señal siendo este de apertura o abertura el cual muestra los puntos en que la ganancia de la antena disminuye tres decibeles, lóbulo se denomina a la cada parte en el diagrama de radiación.

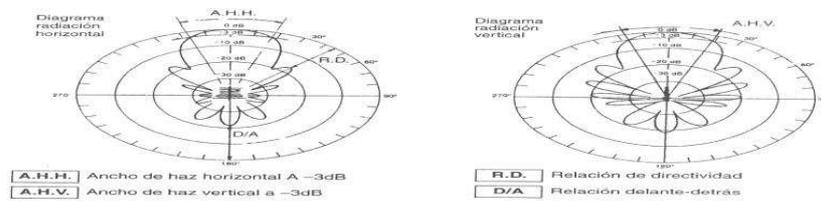
Gráfico 1.2 Obtención del Ángulo de Abertura sobre el Diagrama de Radiación o de Directividad



FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión International Thomson, Editores, 2000, España, Pág. 6

² BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España,

Gráfico 1.3 Diagrama de Radiación de una Antena

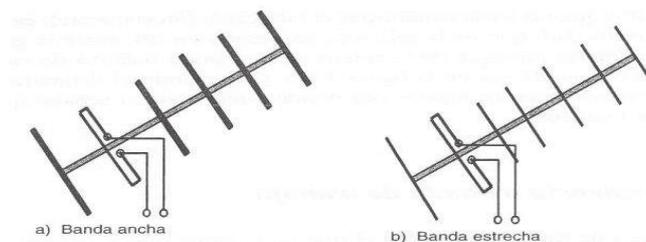


FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, Pág. 7

- **Frecuencia o banda de trabajo:** en rangos de frecuencias podemos utilizar dos tipos de bandas, banda estrecha o banda ancha, la diferencia entre estas dos es que la estrecha es utilizada para un solo canal y la ancha para toda la gama de UHF e incluso de VHF; tendríamos también como diferencia que la ganancia de la antena de banda ancha es menor en algunos decibeles a los de banda estrecha.

Cabe destacar que el ancho de banda para televisión debe ser de siete u ocho MHz para VHF o UHF, e incluso en antenas de banda ancha puede llegar a cubrir todo el margen de UHF (470MHz a 860MHz).

Gráfico 1.4 Banda Ancha – Banda Estrecha

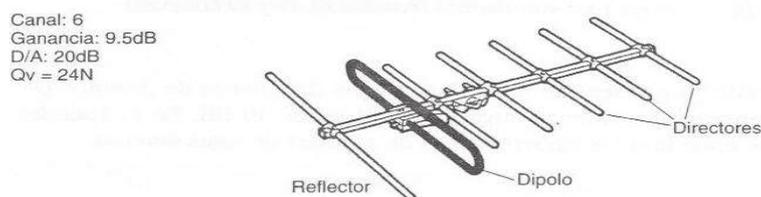


FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, Pág. 10

Unas de las principales antenas para recepción de televisión es la antena denominada Yagi; a continuación se hará una explicación breve de dicha antena:

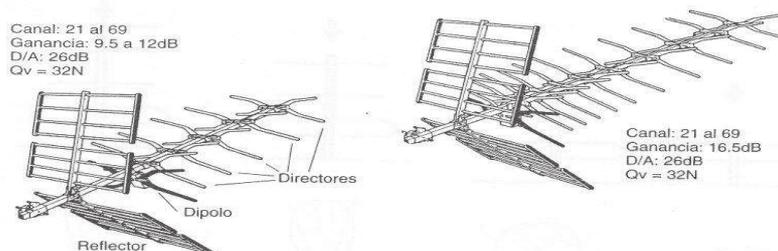
- **Antena Yagi:** Es la más usada en recepción de televisión, es una antena direccional y su estructura está conformada por varios elementos entre ellos un dipolo que es un elemento activo y varios elementos pasivos.

Gráfico 1.5 Antena Yagi Banda Estrecha



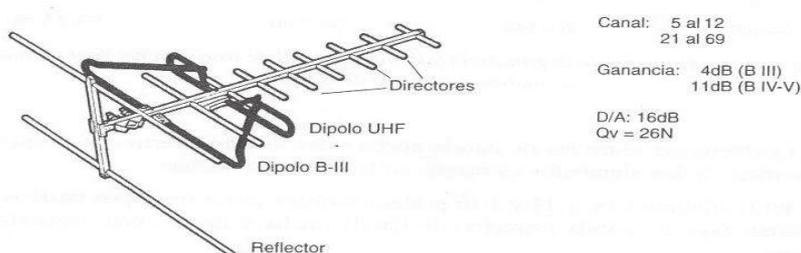
FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, Pág. 13

Gráfico 1.6 Antena Yagi Banda Ancha



FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, Pág. 14

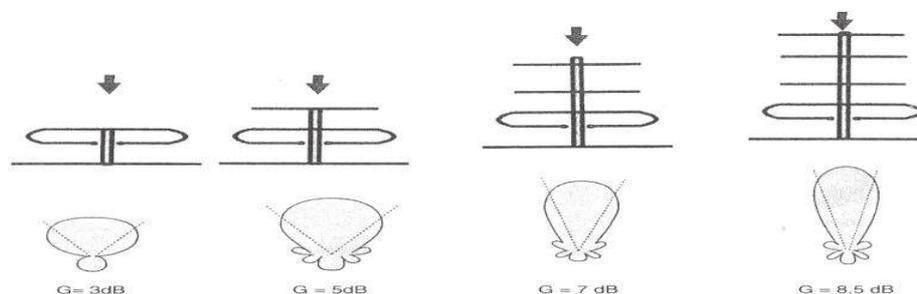
Gráfico 1.7 Antena Yagi Multi-banda



FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, Pág. 14

Existe una relación directamente proporcional; mientras mayor sea el número de elementos mayor será la ganancia y directividad de una antena Yagi.

**Gráfico 1.8 Aumento de Ganancia y Directividad
de un Antena Yagi**



FUENTE: BERRAL MONTERO, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, Pág. 13

1.1.3 ANTENA TRANSMISORA

Antena transmisora es aquella que nos ayuda al paso de la energía electromagnética hacia el espacio libre, muchas de las antenas utilizadas en recepción también son utilizadas en transmisión pero sin embargo se debe tomar en cuenta algunas consideraciones en la transmisión de la señal, entre ellas:

- **Impedancia característica y acoplamiento con la línea:** Es aconsejable tener la misma impedancia, tanto en recepción como transmisión.
- **Banda:** La anchura de banda se debe mantener en los 6 MHz., que es el rango mínimo de transmisión de la señal de video.
- **Directividad y lóbulo de radiación:** Por lo general, las antenas son directivas, y tendrían que radiar dentro de un ángulo determinado.

1.1.4 ANTENAS PARABÓLICAS

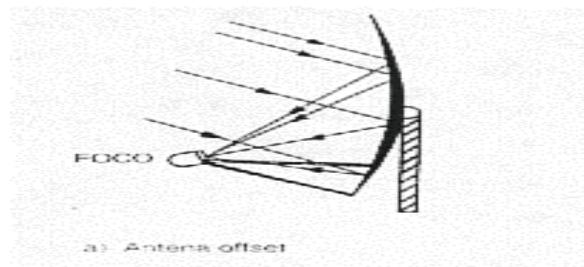
Estas son usadas en transmisión o recepción, para radio o televisión, su principal característica es que tiene un reflector parabólico, la diferencia en el uso entre antenas parabólicas utilizadas para transmisión y recepción, es que en transmisión el reflector parabólico refleja la onda electromagnética mientras que en recepción el reflector parabólico concentra la onda incidente, por lo

general estas antenas trabajan en forma dúplex, transmiten y reciben al mismo tiempo.

Existen tipos de antenas parabólicas que son usadas para transmisiones satelitales o vía microonda que describiremos a continuación:

- **Antena parabólica *Offset*:** Son utilizadas para transmisiones satelitales.

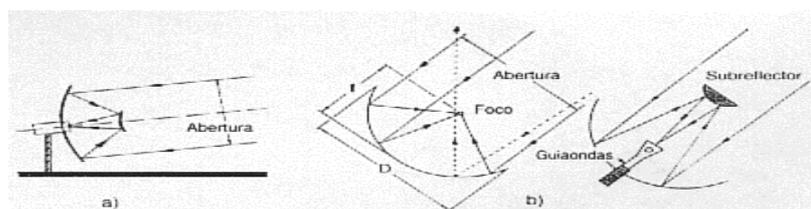
Gráfico 1.9 Antena Offset



FUENTE: Conceptos sobre antenas parabólicas, <http://antena.iespana.es/teoriaweb/conceptos%20de%20parabolica%201.html>

- **Antena Parabólica Cassegrain:** De igual manera que la *offset* es utilizada para transmisiones vía satélite, pero a diferencia de las *offset*, esta tiene dos reflectores.

Gráfico 1.10 Antena Cassegrain



FUENTE: Conceptos sobre antenas parabólicas, <http://antena.iespana.es/teoriaweb/conceptos%20de%20parabolica%201.html>

Hay dos tipos de transmisión, monofónica y estereofónica; la transmisión estéreo depende de su origen, desde el envío de la consola, la señal debe ir a

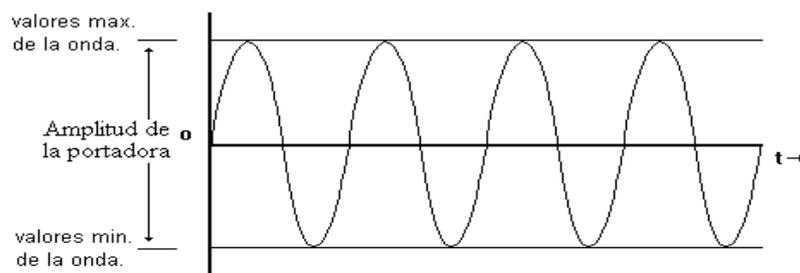
los distribuidores en estéreo, y hacia el enlace microonda, que también deben tener características estéreo, este envío de la señal sirve solamente si el transmisor que es la etapa final es estéreo, hay canales en Ecuador que emiten señal estéreo; como son Ecuavisa, RTS, GamaTV, pero los canales que emiten su señal monofónica, los simulan, con simuladores de audio estéreo.

En un canal de televisión la señal es monofónica, este aspecto tiene que ver más con el detalle técnico, la señal de televisión trabaja a través de una portadora y una envolvente.

La portadora es el medio de transmisión de audio y video; y la señal de radio frecuencia es monofónica, no podemos introducir una señal estéreo en una portadora monofónica, pese a que los receptores pueden ser estéreo, siempre vamos a captar una señal monofónica.

ONDA PORTADORA: *Señal analógica que puede utilizarse para la transmisión de información. La información se incorpora a la portadora mediante modulación de frecuencia (FM) o modulación de amplitud (AM).³*

Gráfico 1.11 Representación de la Onda Portadora



FUENTE: Especialización en tecnologías gerenciales
Telecomunicaciones I,
<http://www.une.edu.ve/~iramirez/te1/grafico1.gif>

³ Portadora, <http://www.terra.es/personal/lermon/cat/articles/evin0355.htm>, 21-julio-2010, p1

1.2 HISTORIA DE LA TELEVISIÓN

Para poder hablar de la historia de la televisión ecuatoriana nos debemos remontar a los años cincuenta, cuando Linda Rosebaum se convierte en la pionera de lo que ahora es la gran industria televisiva.

Es inimaginable la cantidad de dinero que se mueve en una televisora, hasta el nivel de llegar a ser el negocio más rentable y seguro, teniendo a la televisión como un poder y que incluso puede influir en el destino de una nación.

En el año de 1954 llegan los primeros equipos a Ecuador desde Estados Unidos, específicamente desde Nueva York, en ese mismo año la televisión pasa a manos de los protestantes; es así que la Unión Nacional de Periodistas decide llevar estos equipos a la Radio “Voz de los Andes” HCJB (Hoy Cristo Jesús Bendice), para que por primera vez se realice una retransmisión en blanco y negro en nuestro país.

El 29 de septiembre de 1959 se funda el primer canal de televisión en Ecuador, con permiso de operar, que ahora es conocido con el nombre de Red Telesistema (RTS), la industria televisiva era controlada por el Estado, siendo éste, dueño de las frecuencias y con propiedad para concederlas a quien lo requiera.

Fue en la década de los 60 cuando se despunta la televisión en el Ecuador, en esta década nacen canales como: Ecuavisa, Gamavisión, llamado ahora GamaTV y Telecentro llamado ahora TC Televisión; años después nacen canales como Teleamazonas, fundado el 22 de febrero de 1974 por sus propietarios la familia Granda Centeno y específicamente el Sr. Antonio Granda Centeno, Teleamazonas comienza sus transmisiones siendo este la primera televisora a color del país, y por último Canal UNO, fundado por el Sr. Marcel Rivas, es el canal más joven del Ecuador, en sus inicios toma el nombre de SITV, lanzado al aire el 6 de abril de 1994, y después relanzado el 6 de mayo de 2002 como Canal UNO.

En la actualidad Ecuador tiene más de 20 estaciones de televisión entre nacionales y regionales, en sus inicios las transmisiones televisivas en Ecuador fueron en circuito cerrado por el costo que implicaba hacerlo a nivel nacional.

Es preciso recalcar que las primeras transmisiones fueron el 12 de Diciembre de 1960, es el día en que se celebra el “Día de la Televisión Ecuatoriana”.

1.2.1 PRINCIPALES CANALES DEL MEDIO ECUATORIANO

Gráfico 1.12 Red Telesistema



FUENTE: <http://seeklogo.com/images/R/rts-logo-D68F913CD2-seeklogo.com.gif>

CREADO: 29 de Septiembre de 1959

Gráfico 1.13 Ecuavisa



FUENTE: <http://www.seeklogo.com/images/E/ecuavisa-log3B9BD23A34-seeklogo.com.gif>

CREADO: 1 de marzo de 1967

Gráfico 1.14 TC Televisión



FUENTE: http://www.lyngsat-logo.com/logo/tv/tt/tc_ec.jpg

CREADO: 30 de mayo de 1969

Gráfico 1.15 Telemazonas



FUENTE: http://www.marckmusic.com/telemazonas_logo.JPG

CREADO: 22 de febrero de 1974

Gráfico 1.16 GamaTV

FUENTE: [http://www.gamatv.com.ec
/image/wallpapers/w_logogama_1024x768.jpg](http://www.gamatv.com.ec/image/wallpapers/w_logogama_1024x768.jpg)

CREADO: 18 de abril de 1977

Gráfico 1.17 Canal UNO

FUENTE: [http://www.lyngsat-
logo.com/logo/tv/cc/canal_uno_internacional.jpg](http://www.lyngsat-logo.com/logo/tv/cc/canal_uno_internacional.jpg)

CREADO: 6 de mayo de 2002

1.3 AUDIO PARA VIDEO

En años anteriores se consideraba el video más importante que el sonido en televisión; lo que debemos tomar en cuenta en audio para video es la inteligibilidad de la palabra, es decir que todo audio emitido por entrevistadores, entrevistados, presentadores; debe tener la claridad suficiente y que los diálogos sean lo suficientemente entendibles para el televidente. Para poder hablar de audio para televisión, tenemos que tener claro los principios básicos como son; intensidad, y frecuencia.

- **Intensidad**: La intensidad del sonido es medida en dB, el término se refiere a dos conceptos diferentes; dB SPL (intensidad de presión sonora), esta medida se puede hacer referencia al sonido que escucha directamente nuestro oído, y dBm (nivel de potencia en decibelios), este tipo de dB pueden ser vistos en indicadores especiales como son: VU Meters, Led's.

En televisión, el audio pasa por muchos procesos perdiendo calidad y nivel en el momento de su salida al aire, por ese motivo se debe estar muy atento en los niveles, y tratar de que en todos los puntos por donde el sonido circula los niveles sean adecuados, para tener una señal óptima al aire.

- **Frecuencia**: La frecuencia es medida en Hz, y se define como la relación entre la unidad y el período.

$$f = \frac{1}{T}$$

Fórmula (1.1)

En otros términos se puede decir que frecuencia es que tan agudo o grave es un sonido.

- **TONO**: Se puede decir que tono es la altura que tiene un sonido.
- **TIMBRE**: Permite diferenciar una fuente de otra.

Gran parte de la calidad de audio en un programa de televisión pasa por los micrófonos, que será explicado más adelante.

1.4 ESTUDIOS DE TELEVISIÓN

Existen dos tipos de estudios de televisión:

- 1) **Estudios Reverberantes**: En este tipo de estudios se pone énfasis a los sonidos deseados y no deseados; siendo los sonidos deseados, los diálogos, música; y los no deseados, sonido de cables arrastrándose por el suelo, ruido de maquinaria cuando se desplaza la cámara, ruido de

plantas eléctricas, ventilación, pasos, abrir o cerrar puertas dentro del estudio, especialmente si hay silencios.

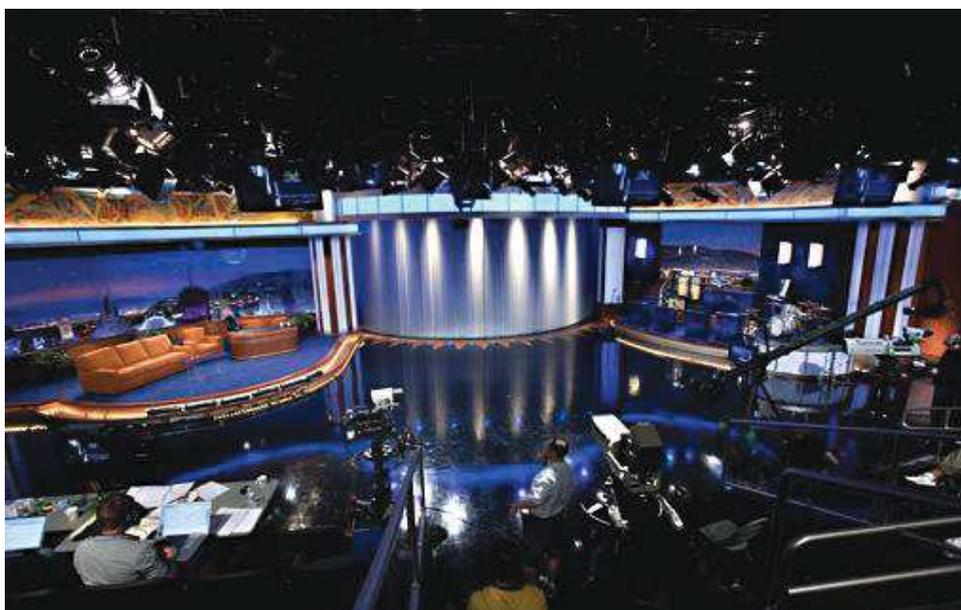
- 2) **Estudios Muertos**: Son aquellos estudios adaptados acústicamente para absorber las reflexiones acústicas, en ocasiones no es muy conveniente tener este tipo de estudios, ya que los micrófonos deben ser colocados muy cerca de la fuente sonora y puede producir una realimentación, es por este motivo que no es conveniente tener estudios muertos en un set de televisión.

Los estudios de televisión tienen un estudio acústico para no llegar a ser un estudio reverberante o un estudio muerto, estar en nivel intermedio es lo ideal.

- Los estudios de televisión están divididos en diferentes áreas:
- Área de grabación
- Control de Realización: Aquí se subdividen 4 áreas:
 - Área de producción: Dirección del programa
 - Área de control de video: Iluminación e imagen
 - Área de control de audio: Sonido
 - Área VTR: Lugar en donde se reproduce y se envía al aire programas grabados previamente
- Control de Continuidad: Cortes Comerciales y programación.
- Aéreas Auxiliares: Archivo, Reparación, Montaje.

Gráfico 1.18 Sala de Control TV

FUENTE: http://www.elpais.com/fotografia/sociedad/Sala/control/tv/elpdia_soc/20100311elpepisoc_5/les/

Gráfico 1.19 Set de TV

FUENTE: <http://www.slashfilm.com/wp/wp-content/images/conanset-440x293.jpg>

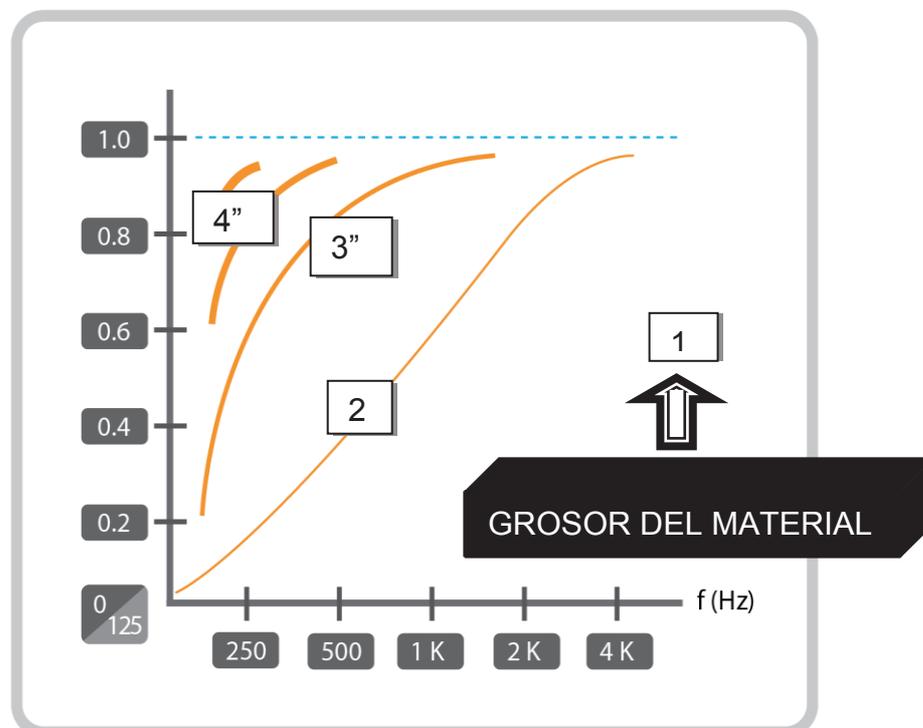
CAPÍTULO II

2. ACÚSTICA

2.1 MATERIALES Y ABSORCIÓN SONORA

- **Efectos del grosor:** Logramos mayor absorción sonora a partir de materiales más gruesos, esto funciona en bajas frecuencias.

Gráfico 2.1 Efecto del Grosor



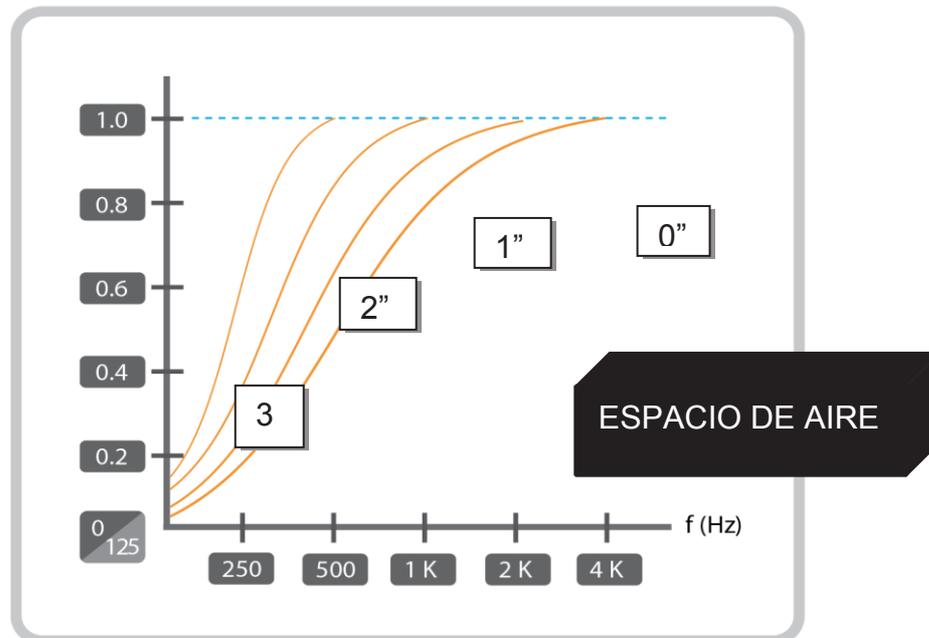
FUENTE: Material Didáctico

La figura anterior muestra el efecto de varios grosores de un mismo material, que en este caso es fibra de vidrio, que ha sido montado directamente sobre una superficie sólida.

Sobre los 500 Hz. para los grosores de 2 a 4 pulgadas, no es tan notoria; bajo los 500 Hz. hay una considerable mejora al incrementar el grosor del material, a 4 pulgadas el material presenta una absorción casi perfecta desde 125 a 4 KHz.

- **Efectos del Espacio de aire:** Si el material es alejado del muro o de la superficie sólida donde se encuentre montado, la absorción puede ser mejorada notablemente.

Gráfico 2.2 Efectos del Espacio de Aire

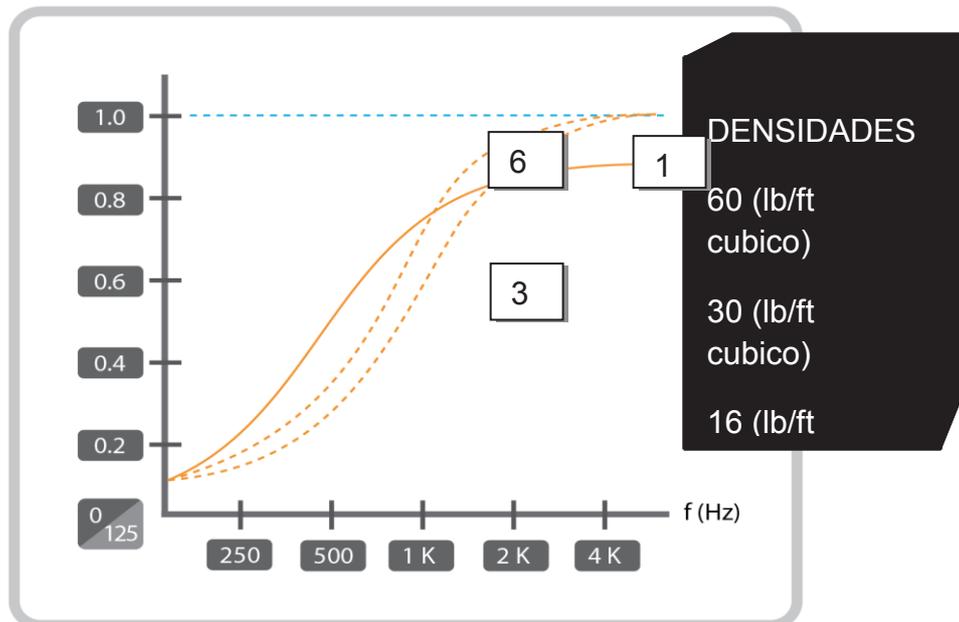


FUENTE: Material Didáctico

La figura muestra que mientras más pulgadas se aleja desde el muro mayor absorción se obtendrá.

- **Efectos de la densidad:** Existen materiales en el mercado, en formatos de rollo hasta tableros rígidos y semi-rígidos con distintas densidades, cumpliendo su papel con el tratamiento acústico.

Gráfico 2.3 Efectos de la Densidad



FUENTE: Material Didáctico

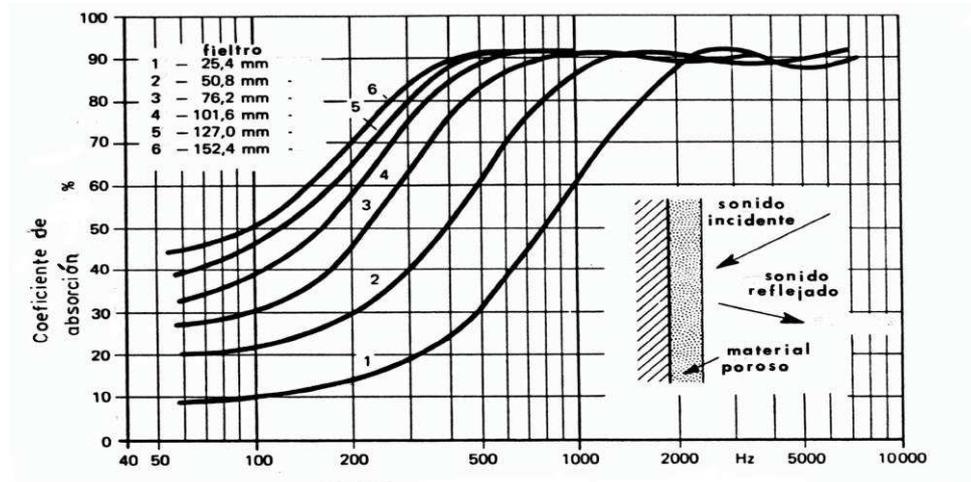
La figura muestra poca diferencia en absorción cuando se varía la densidad. Para materiales de baja densidad las fibras son tan espaciadas que la absorción sufre un cambio para tableros extremadamente densos, la reflexión en la superficie de ellos es alta y la penetración es baja porque actúan como materiales rígidos.

Los materiales absorbentes podemos dividirlos en tres tipos:

1) **Absortores porosos:** Como su nombre lo dice, tiene una contextura porosa, en donde la presión sonora incidente hace vibrar el aire que está dentro de los poros, produciendo una disipación de energía calórica que se obtiene de la energía acústica. Hay factores que determinan la cantidad que puede absorber un material poroso:

- Grado de Porosidad: El grado de porosidad nos indica el volumen de aire en los poros comparado con el volumen de aire total del material.
- Factor de Estructura: Los laberintos cerrados y poros están paralelos a la superficie del material, la mayor eficacia se obtiene en frecuencias cuyo $\lambda/4$ son menores que el grosor del material.

**Gráfico 2.4 Dependencia del Coeficiente de Absorción
de un absorbtor Poroso en Función de su Grosor**

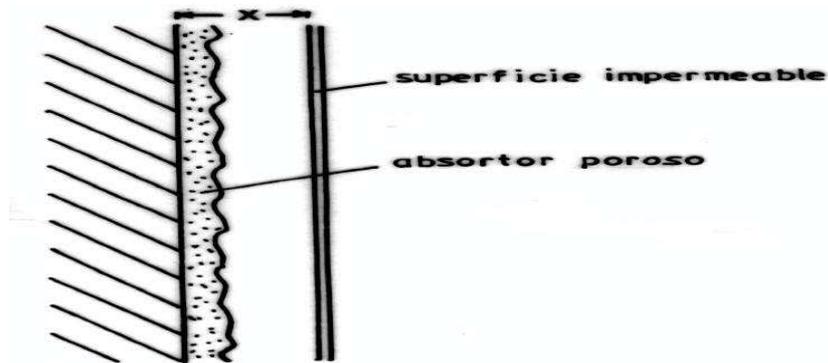


FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.49

Ejemplo: piedra pómez, lana mineral, lana de vidrio

- 2) **Absortores oscilantes:** Este tipo de absorbtor se encuentra diseñado para rango específico de frecuencias, está compuesto por una superficie de material impermeable al aire aglomerado y que se ubica a una distancia x de una pared sólida y la cavidad encerrada por estas superficies es momentáneamente llenada por un absorbtor poroso; este forma un sistema resonante.

Gráfico 2.5 Absortor Oscilante



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.50

*La absorción se produce por la transformación de la energía sonora en energía calórica producto de la deformación que sufre al oscilar la superficie impermeable, y por la fricción de las moléculas de aire en los poros del material absorbente poroso.*⁴

Cuando este material logra su máxima deformación, se produce la mayor absorción.

Ejemplo: madera terciada

Entre la superficie impermeable y la pared sólida forma una cámara de aire la cual constituye una compliancia acústica.

Compliancia acústica: *Una compliancia acústica es una pequeña masa de aire capaz de comprimirse o expandirse sin desplazamiento apreciable. Un caso típico es el aire dentro de un pequeño tubo cerrado en un extremo.*⁵

*La compliancia acústica, en términos acústicos, es el inverso de la constante de elasticidad y está asociada con un volumen de aire.*⁶

⁴ SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.51

⁵ MIYARA, Federico, Introducción a la Electroacústica, UNR Editora Rosario, Argentina, 1999, p.18

La compliancia acústica está dada por:

$$C_A = \frac{X \cdot S}{\rho_0 \cdot C^2}$$

Fórmula (2.1)

Donde:

X= separación entre la superficie impermeable y la pared sólida.

S= área de la superficie impermeable.

X.S= volumen de la cámara de aire

ρ_0 = densidad del aire

C = velocidad del sonido

3) ABSORTORES RESONADORES

Los materiales absorbentes presentan una pobre absorción en bajas frecuencias, si lo que se quiere es obtener una gran absorción a bajas frecuencias, con el objetivo de reducir sustancialmente los valores de T_{60} , se deben utilizar resonadores.

Los resonadores son elementos que presentan una curva de absorción con un valor máximo para una determinada frecuencia, esta frecuencia recibe el nombre de Frecuencia de Resonancia y depende de las características tanto físicas como geométricas del resonador, generalmente está situado bajo los 500 Hz.

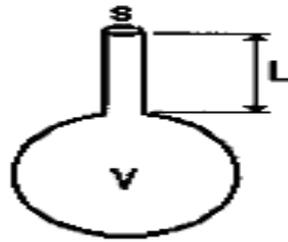
Existen cuatro tipos de resonadores:

- **RESONADOR DE HELMHOLTZ:** *El resonador de Helmholtz consiste en una cavidad rígida de volumen V con un cuello de sección de área S y longitud del cuello L tal como se muestra en la siguiente figura.*⁷

⁶ SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.40

⁷ CHAVEZ; Miguel Ángel, resonadores de Helmholtz, Material Didáctico U.D.L.A, 2009, p. 1.

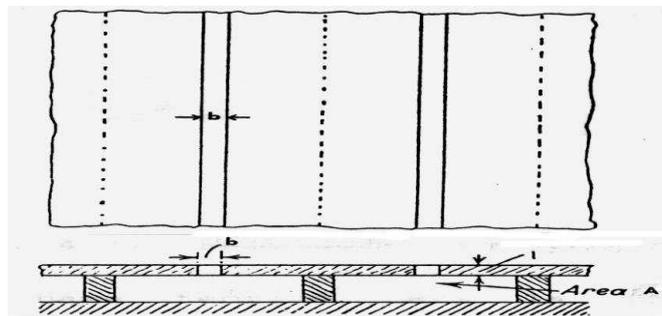
Gráfico 2.6 Resonador de Helmholtz



FUENTE: CHÁVEZ; Miguel Ángel, resonadores de Helmholtz, Material Didáctico U.D.L.A, 2009, p. 1

- **Resonador ranurado o de Petersen:** Con el resonador ranurado o de Petersen logramos diseñar superficies que absorban en un rango más amplio de frecuencias, sin radiar las otras frecuencias al medio, para la construcción de este resonador podemos utilizar listones de madera con soporte a una distancia y separados entre sí por una ranura esto lo podemos ver en el siguiente gráfico:

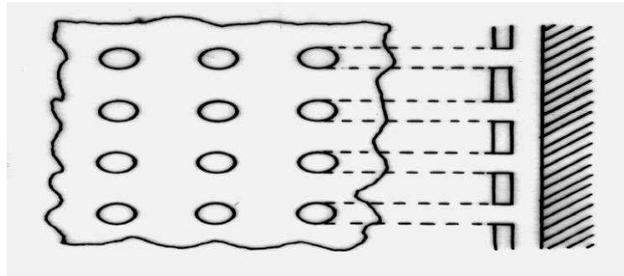
Gráfico 2.7 Resonador Ranurado o de Petersen



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p. 67

- **Resonadores Acoplados:** Para obtener una mayor absorción podemos acoplar varios resonadores que nos dará un mejor resultado en altas frecuencias, en el siguiente gráfico podremos observar un resonador acoplado:

Gráfico 2.8 Resonador Acoplado



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.62

¿CÓMO USAR ESTE TIPO DE PANELES?

En general cuando se utilicen resonadores múltiples de cavidad (perforados o ranurados) es aconsejable rellenar la cavidad de aire con material absorbente porque de esta forma se obtiene mayor grado de absorción a todas las frecuencias. La colocación exacta en el material absorbente dentro de la cavidad de aire influye en la forma de la curva de absorción final.

Cuando el material absorbente se sitúa justo detrás del panel, la curva se hace menos selectiva, y a medida que dicho material se va alejando del panel hacia la pared, la curva se va estrechando.

En caso de que se quiera conseguir un comportamiento parecido al del material absorbente se puede hacer lo siguiente:

- Se puede romper la uniformidad a base del uso de paneles con ranuras u orificios con distintas dimensiones.
- Al hacer que la distancia del panel a la muralla sea variable. Esto se consigue montando el panel con una inclinación adecuada; esto significa que la rigidez del aire de la cavidad cambie (es inversamente proporcional a dicha distancia).
- Aumentar considerablemente el porcentaje de perforación.
- Los paneles solo serán pintados en caso de que exista absoluta seguridad de que las ranuras o perforaciones no serán obstruidas.

Para calcular la absorción de una superficie se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$A = S \cdot \alpha \quad [\text{m}^2 \text{Sabine}]$$

Fórmula (2.2)

Donde:

S: superficie (m^2)

α : Coeficiente de absorción

2.1.1 COEFICIENTE DE ABSORCIÓN

*La relación entre la intensidad de energía absorbida y la intensidad de energía incidente sobre una superficie, se llama coeficiente de absorción.*⁸

$$\alpha = \frac{I_A}{I_I}$$

Fórmula (2.3)

Donde:

I_A = Intensidad de sonido absorbido por la superficie.

I_I = Intensidad de sonido absorbente sobre la superficie.

El coeficiente de absorción de un material depende de su instalación, tamaño, ángulo de incidencia del sonido y la frecuencia. Una vez aplicada la fórmula anterior, el valor estará comprendido en valores de 0 y 1, para poder expresar el máximo coeficiente de absorción el valor tenderá a ser 1, en donde toda la energía que incide en el material, es absorbida por el mismo, y el valor mínimo 0, en donde toda la energía sonora es reflejada.

⁸ SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia.

Detallaremos a continuación una tabla donde se puede obtener el α de una superficie:

Tabla 2.1 Coeficientes de Absorción de Diferentes Materiales

MATERIAL	FRECUENCIA					
	125	250	500	1000	2000	4000
Ventana Abierta	1	1	1	1	1	1
Hormigon	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Marmol	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Madera	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
Corcho (3cm)	0,08	0,08	0,3	0,31	0,28	0,28
Corche sobre cemento	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Corcho perforado y pegado a la pared	0,14	0,32	0,95	0,9	0,72	0,65
Tapices	0,14	0,35	0,55	0,75	0,7	0,6
Ladrillo Visto	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Lana Mineral 4"	0,42	0,66	0,73	0,74	0,76	0,79
Enlucido de yeso sobre ladrillo	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Enlucido de cal	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Paneles de Madera	0,1	0,11	0,1	0,08	0,08	0,11
Alfombra sobre cemento	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,1
Vidrio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Placas perforadas de material poroso	0,44	0,57	0,74	0,93	0,75	0,76

FUENTE: Absorción Acústica, <http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/%289%29%20Control%20por%20absorcion/absorcion%20acustica.htm>

2.2 AISLAMIENTO ACÚSTICO

En este tema nos vamos a referir a un conjunto de criterios utilizados para atenuar o eliminar cualquier tipo de vibración que se propague ya sea por el aire o por estructuras sólidas y pueda generar algún tipo de molestia ya sea de carácter auditivo o vibratorio.

TABLA 2.2 Tabla explicativa de Aislamiento Acústico

AISLAMIENTO ACÚSTICO	Cantidad de decibeles reducidos debido al aislamiento
EXCELENTE	50
BUENO	40
REGULAR	30
MALO	20

FUENTE: El Autor

La tabla anterior explica en parámetros de calidad, la cantidad de decibeles adecuados para lograr un aislamiento óptimo, es directamente proporcional, mientras mayor sea la cantidad de decibeles reducidos por aislamiento, mejor sera el aislamiento obtenido, asi mismo mientras menor sea la cantidad de decibeles reducidos por aislamiento, peor sera el aislamiento obtenido; el aislamiento obtenido será excelente siempre y cuando se siga los procedimientos necesarios.

2.2.1 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN SONORA

El coeficiente de transmisión es una característica intrínseca del material, este coeficiente de transmisión es muy difícil de medir ya que está sujeto a condiciones variables por lo que no es utilizado; depende de la densidad superficial y la frecuencia incidente.

*La razón entre la intensidad de energía transmitida (de un lado al otro de la superficie), a la intensidad de energía incidente sobre la superficie, se denomina coeficiente de transmisión.*⁹

$$\tau = \frac{I_T}{I_I}$$

Fórmula (2.4)

⁹ SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia.

Evaluando las condiciones podemos estimar el coeficiente a partir de la siguiente relación:

$$\tau = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{\rho_s c w}{2 \rho_0 c} \right\}^2$$

Fórmula (2.5)

Donde:

ρ_s = densidad superficial de la partición $\left[\text{Kg}/\text{m}^2 \right]$

C = Velocidad del Sonido en la partición $\left[\text{m}/\text{s} \right]$

W = Frecuencia angular del frente incidente $\left[\text{rad}/\text{s} \right]$

$\rho_0 C$ = Impedancia acústica específica del aire

2.2.2 PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN (TL)

La pérdida por transmisión es la relación logarítmica entre la energía incidente y la energía transmitida a través de una partición, este resultado obtenido nos cuantificará el aislamiento producido por dicha partición en dB; por este motivo tenemos una relación directamente proporcional: mientras más alto es el valor de la cuantificación mayor será el aislamiento que proporciona la partición.

$$TL = 10 \cdot \log \left(\frac{I_i}{I_T} \right) \quad (\text{dB})$$

Fórmula (2.6)

Donde:

I_i = intensidad de energía incidente $\left[\text{W}/\text{m}^2 \right]$

I_T = intensidad de energía transmitida $\left[\text{W}/\text{m}^2 \right]$

La reducción sonora depende de la estructura que los separa, al momento de cuantificar se debe considerar toda vía de transmisión posible. En general los valores de TL van desde 10 dB, el TL depende de la frecuencia y tiene valores distintos en el espectro para un mismo material.

Para una frecuencia fija la pérdida por transmisión aumenta 6 dB cada vez que se duplica la densidad superficial, y para una densidad superficial constante la pérdida por transmisión aumenta 6 dB cada vez que la frecuencia sube una octava.

2.2.3. REDUCCIÓN DE RUIDO

Se define como reducción de ruido a la diferencia entre el nivel de presión sonora medido donde se encuentra ubicada una fuente y el nivel de presión sonora medido en el ambiente aledaño. La reducción de ruido depende de la pérdida por transmisión y de la absorción del recinto receptor.

$$\boxed{NR=10\log\left(\frac{I_1}{I_2}\right)} \quad (\text{dB})$$

Fórmula (2.7)

Donde:

I_1 = Intensidad medida en el recinto fuente $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

I_2 = intensidad medida en el recinto receptor (aledaño) $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

O bien podemos tener la siguiente fórmula:

$$\boxed{NR= L_{p1}- L_{p2}}$$

Fórmula (2.8)

Donde:

L_{p1} = nivel de presión sonora recinto fuente (dB)

L_{p2} = nivel de presión sonora recinto receptor (dB)

La pérdida por transmisión y la reducción de ruido las podemos relacionar de la siguiente forma:

$$TL = NR + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \quad (\text{dB})$$

Fórmula (2.9)

Donde:

S = superficie de la partición común (m^2)

A = absorción Sabine de la sala receptora ($\text{m}^2 \text{Sab.}$)

2.2.4. CLASE DE TRANSMISIÓN SONORA (STC)

Es un descriptor basado en estudios realizados con fuentes típicas de ruido para viviendas multifamiliares, este descriptor sirve para especificar las características de aislamiento de cualquier tipo de partición y constituye el descriptor más importante para especificar aislamiento contra cualquier tipo de ruido.

Para determinar la STC se mide los valores de pérdida por transmisión por bandas de tercio de octava desde 125 Hz. hasta 4 KHz, estos valores se comparan con una curva de referencia; una recta dividida en tres tramos y cada una con distintas pendientes:

- El primer segmento de recta va desde 125 Hz a 400 Hz, con una pendiente de 15 dB.
- El segundo tramo va desde 400 Hz a 1,25 KHz con una pendiente de 5 dB.
- El tercer tramo va desde 1,25 KHz a 4 KHz con una pendiente de 0 dB.

2.2.5. CLASE DE AISLAMIENTO DE RUIDO

Esto nos sirve para cuantificar el aislamiento entre dos espacios unidos por una o más vías como pueden ser puertas, ventanas, pasillos. Este descriptor nos sirve para caracterizar un recinto completo.

2.2.6. LEY DE MASA

Es una expresión que puede usarse para predecir la pérdida por transmisión de particiones delgadas, simples y homogéneas.

$$TL=20\log(\rho_s f)-48 \quad (\text{dB})$$

Fórmula (2.10)

Donde:

$$P_s = \text{densidad superficial} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

f = frecuencia [Hz.]

2.2.7. PARTICIONES DOBLES

Son aquellas que sus dos caras externas no están unidas rígidamente y por lo tanto no se mueven como un solo elemento, estas particiones surgen por obtener un mayor aislamiento sin cambiar características de un muro, es decir, sin aumentar la rigidez del material y su espesor.

2.2.7.1 TAMAÑO DE LA CÁMARA Y FRECUENCIA DE RESONANCIA (MASA AIRE MASA)

Mientras mayor sea el espacio entre las dos particiones de un muro mayor es la pérdida por transmisión, para ciertas frecuencias el aire dentro de la cámara actúa como un resorte transfiriendo energía desde un panel a otro, esta transferencia produce una caída en la curva de pérdida de transmisión.

El efecto de la caída en la curva de pérdida de transmisión se denomina: RESONANCIA MASA AIRE MASA, debido a que la frecuencia depende de la masa de las dos particiones y el tamaño.

Mientras mayor sea la profundidad de la cámara o a su vez mayor sea la masa de las particiones la frecuencia donde ocurre este efecto será más bajo. A la frecuencia de resonancia para particiones dobles se le denomina: FRECUENCIA MASA AIRE MASA (f_{mam}).

$$f_{mam} = k \sqrt{\frac{\rho_1 + \rho_2}{d * \rho_1 * \rho_2}}$$

Fórmula (2.11)

Donde:

ρ_1 y ρ_2 = Densidades superficiales de las particiones 1 y 2 $\left[\frac{\text{kgr}}{\text{m}^2} \right]$

d = profundidad de la cámara (espesor o separación) [m]

K = constante 60 → cámara de aire

43 → cámara rellena con material absorbente del sonido

Se recomienda para maximizar su rendimiento que el diseño apunte a lograr una f_{mam} lo más baja posible, no mayor a 63 Hz.

2.2.7.2 Uso de material absorbente en la cámara de aire

La forma de mejorar el aislamiento acústico de muros dobles, suelos y cielos falsos es añadir material absorbente en las cámaras de aire; estos materiales pueden ser: lana mineral, fibra de vidrio, esponja, arena, cabe destacar que los materiales como arena y caucho nos produce una mejor absorción. Los aislantes como la ESPUMA FLEX aunque sean buenos aislantes térmicos no absorben sonido.

Si la cámara está completamente rellena se reduce la f_{mam} y además se aumenta la pérdida por transmisión para frecuencias sobre la f_{mam} , podemos decir que si se rellena menos de 2/3 del volumen total de la cámara no producirá una variación significativa en la pérdida por transmisión respecto a la cámara vacía.

2.2.8 DISEÑO DE PAREDES

Debido a variaciones en los detalles de construcción, uso de materiales no homogéneos, falta de control de calidad en los procesos de construcción se debe tener un diseño específico de paredes que detallaremos a continuación:

2.2.8.1 Paredes de cartón, yeso y tirantes.- El aislamiento de una pared construida con este tipo de materiales se puede aumentar reduciendo las uniones mecánicas entre las capas de la partición.

Uno de los materiales más utilizados son los tirantes, en los cuales tenemos los siguientes tipos:

- tirantes de madera al tresbolillo
- hileras separadas de tirantes de madera o acero
- fila única de tirantes (madera o acero) con acanaladura de metal flexible en una o dos caras.

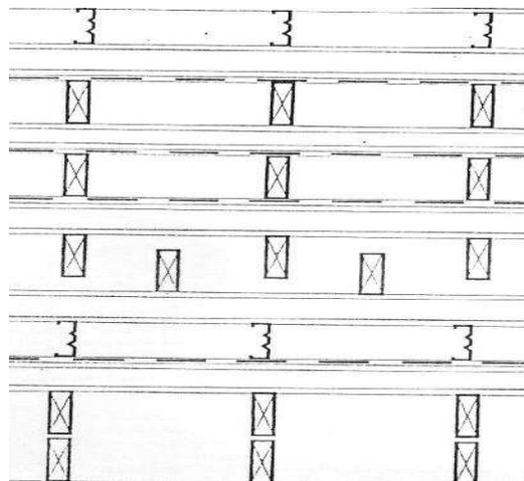
Para tirantes que soporten cargas pueden obtenerse buenos resultados siempre y cuando se añadan acanaladuras flexibles, en el caso del caucho se debe contar con tratamientos contra la humedad y además considerar que el caucho deja de amortiguar a temperaturas muy altas o muy bajas sea el caso.

Tomando en cuenta los tipos de tirantes utilizados, cuando se emplea dos capas de yeso las juntas deben ponerse al tresbolillo y además es esencial sellar las juntas con material flexible de preferencia el caucho.

2.2.8.2. Paredes de bloques de hormigón.- Si es que el material es poroso el aislamiento que nos entrega el bloque de hormigón puede ser muy bajo.

Estas paredes de dicho material no producen valores por pérdida de transmisión muy altos debido a su espesor y rigidez, para efectos de aislamiento se recomienda la pared de bloque sin tratamiento. Para lograr el máximo rendimiento de los bloques de hormigón debemos sellar los poros, sellar las juntas entre los bloques, todas las juntas deben contar con buenos acabados y la pared completa debe estar sellada al menos en medio de sus caras mediante masilla, sellador de bloques, pintura aglutinante o capas de yeso. Mientras más poroso sea un bloque mayor absorción producirá, esto solo ocurre en un rango reducido de frecuencias que van de 1000 a 1500 Hz.

Gráfico 2.9 Paredes de bloques de hormigón



FUENTE: HARRIS, Cyril M., Manual de medidas Acústicas y control de ruido, Ph.D. Editor, 1995, Columbia, p.31.16

2.2.8.3. Paredes de mampostería.- Estas pueden ofrecer un aislamiento bastante amplio debido a que consta de dos particiones pesadas e independientes, separadas por una cámara de aire rellena o no. A diferencia de la pared simple, la pérdida por transmisión es considerable especialmente en altas frecuencias. Existen dificultades respecto a su construcción ya que no están rígidamente conectadas, es necesario instalar tirantes en este tipo de paredes ya que siempre se transmitirá el sonido a través de las juntas, cerramientos exteriores de la cámara de aire y otras partes de la estructura.

Son la alternativa más simple y práctica para obtener un buen aislamiento y es posible remediar fácilmente cualquier problema que surja, las paredes de mampostería son capas de cartón-yeso en uno o ambos lados. Si el aislamiento es para bajas frecuencias es recomendable el acoplamiento con cubierta flexible (lámina de caucho) y el uso de cámara rellena

2.2.8.4. Paredes de hormigón en masa.- Una pared de hormigón en masa es muy parecido al muro de hormigón en bloque, la diferencia es su espesor, los espesores habitualmente empleados en la construcción presentan una pérdida por transmisión de 3 a 5 dB inferior al predicho por la ley de masa.

2.2.9 AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PUERTAS

El aislamiento de una puerta no solo depende del tipo de puerta sino del tipo de montaje que incluye el marco y las juntas alrededor del perímetro.

2.2.9.1 Puertas Simples Especiales

Este tipo de puertas son diseñadas para lograr valores de STC de 35 en adelante considerando sellos acústicos instalados correctamente, el fabricante debe informar los valores de STC de este tipo de puertas.

La instalación de las puertas es fundamental, ya que el rendimiento que ha sido previsto, no se alcanzará a menos que las juntas estén bien ajustadas y el marco de la puerta esté bien colocado en la pared evitando cualquier tipo de grieta o hueco, es necesario reemplazar los sellos en forma periódica o reajustarlos.

2.2.9.2 Puertas Dobles

Colocar una segunda puerta con un espacio de aire entre ambas, es la manera más barata y efectiva para lograr un mayor aislamiento y valores de STC más altos, son usadas habitualmente para comunicación entre pasillos y habitaciones, son usadas principalmente en estudios de grabación. Si se coloca material absorbente a la cámara de aire los valores de STC suben considerablemente.

2.2.9.3 Cierres inferiores automáticos

Este tipo de cierres es utilizado para controlar los escapes de sonido por debajo de la puerta, especialmente son usados en recintos que deben cumplir con normativa de seguridad como teatros, cines.

Existen dos tipos de cierres:

1. Aquellos que tienen un mecanismo en el interior de la puerta
2. Aquellos que pueden conectarse en el exterior de la puerta.

Los dos tipos son usados cuando no se puede usar el mismo tipo de sello de los dos lados.

Para que un tipo de estos cierres sea efectivo se debe tener un suelo duro y plano, los cierres deben estar bien presionados hacia el piso y además se deben bien en las juntas de la puerta.

2.2.9.4 Puertas Exteriores

Este tipo de puertas suelen ser diferentes a las puertas de interiores, el marco tiene tiras de caucho o sellos de resortes metálicos, aunque las tiras de caucho no está diseñado como sello acústico, se reduce el espacio de sonido alrededor de la puerta.

2.2.9.5 Puertas Plegables y Particiones Correderas

Una puerta plegable actúa como una puerta simple, excepto que la junta es una vía de escape, tienen una gran desventaja, este tipo de puertas no se puede sellar eficientemente, principalmente porque la junta superior e inferior debe ser móvil.

No es recomendable este tipo de particiones para aislamiento en bajas frecuencias.

2.2.9.6 Mejora a Puertas Existentes

El aislamiento de una puerta se puede mejorar aumentando su peso, siempre y cuando la puerta cuente con sellos bien instalados, la mejora se logra retirando una de las caras y rellenando la cavidad ya sea con planchas de cartón, yeso o con material absorbente de sonido, y colocando caucho u otro tipo de material absorbente alrededor de la puerta.

Rellenar con arena las puertas, también nos puede dar un buen resultado, otra técnica es adherir capas duras sobre la superficie de la puerta, estas pueden ser de cartón yeso, láminas de madera, o de metal.

2.2.10 AISLAMIENTO ACÚSTICO DE VENTANAS

El aislamiento acústico de ventanas, se rige por los mismos factores que afectan las paredes, el aislamiento dependerá de las propiedades del cristal y del tipo de montaje

2.2.10.1 Ventanas de Cristal Único o Cristal Simple

El aislamiento acústico de este tipo de ventanas depende del espesor, en cristales laminados, que son cristales cuyas capas de cristal están unidas mediante laminas de plástico, estos nos proporciona pérdidas por transmisión más altos que el cristal único. Esta mejora en pérdidas por transmisión se debe a la disipación por energía en el plástico, el mejor rendimiento de este tipo de cristales se obtiene para temperaturas desde 15 a 20 grados centígrados.

Cuando la temperatura sube pierde elasticidad y cuando baja se hace rígida.

2.2.10.2 Cristal Doble o Triple

El uso de este tipo de cristal aumenta la pérdida por transmisión especialmente en frecuencias altas, sin embargo su mejoramiento dependerá de la separación entre cristales. Duplicar el grosor de los cristales, produce un efecto similar al de duplicar la cámara de aire, se debe evitar el marco metálico a toda costa ya que se puede reducir significativamente los valores de pérdida por transmisión, también el uso de marcos separados, apoyados en paredes estructuralmente

independientes elimina la transmisión a través del marco, se recomienda el uso de cristales laminados y marcos sólidos desacoplados estructuralmente. Cuando se usa cristal triple, éste aporta el mismo aislamiento que el cristal doble, sin embargo existe una diferencia, baja la frecuencia masa-aire-masa, la pérdida por transmisión es un poco más alta con cristal triple.

2.2.10.3 Ventanas de Cristal Inclinado

Estos cristales no tienen ninguna mejoría respecto a cristales paralelos. Este tipo de montaje es típico para estudios de grabación, radiodifusión, y en menor grado en estudios de televisión, y el motivo de la orientación es para orientar reflexiones y evitar problemas de Filtro Peine en la respuesta de la sala.

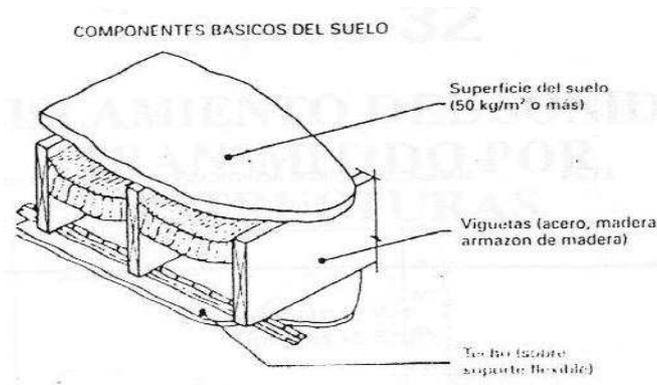
La pérdida por transmisión es la misma que al colocar ventanas paralelas.

2.2.11. AISLAMIENTO DE SUELO

Aislamiento contra ruido de transmisión aérea

Para el aislamiento de suelos rige los mismos factores que para el aislamiento de muros. Los suelos de hormigón macizo o hueco son particiones simples que son demasiado pesados para aportar un buen aislamiento del ruido transmitido por el aire, los sistemas de vigueta de acero o madera con techo de cartón-yeso, que corresponden a particiones dobles, son utilizados en edificios.

Gráfico 2.10 Aislamiento del suelo



FUENTE: HARRIS, Cyril M., Manual de medidas Acústicas y control de ruido, Ph.D. Editor, 1995, Columbia, p.31.33

2.3 Reverberación y Tiempo de Reverberación

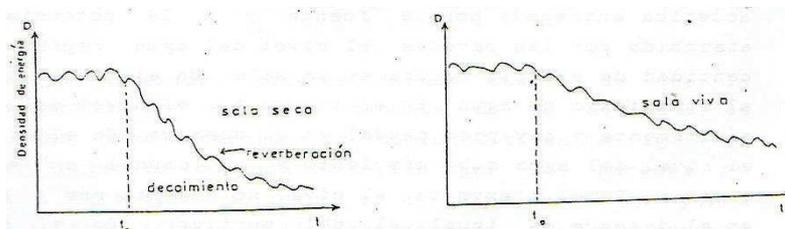
Para poder comenzar a definir y explicar reverberación y tiempo de reverberación, se debe saber que el tiempo de reverberación para estudios de televisión óptimo se encuentra en el rango de 0,7 y 1 segundo.

2.3.1 Reverberación

Es la persistencia del sonido después de que se apaga la fuente, está formada por las múltiples reflexiones dentro del recinto y por la absorción del recinto.

De una buena o mala reverberación dependerán factores como la inteligibilidad de la palabra, calidez de la sala, definición y plenitud tonal del sonido. Una sala se denomina viva si el sonido decae en forma lenta, y se denomina muerta o seca cuando el decaimiento es rápido.

Gráfico 2.11 Comparación del Decaimiento de la densidad de energía sonora entre una sala viva y una sala seca



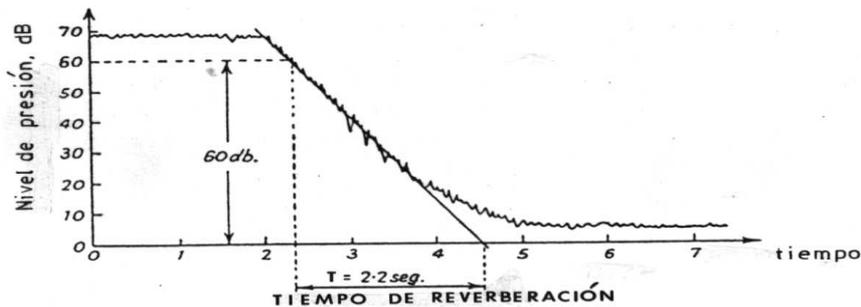
FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 105

2.3.2. Tiempo de reverberación

El tiempo de reverberación se define como el tiempo necesario para que una vez cortada la fuente sonora en la sala, la energía disminuya a una millonésima parte (60 dB).¹⁰

¹⁰ SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.113

Gráfico 2.12 Tiempo de Reverberación (T60)



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.113

Conociendo los coeficientes de absorción podemos calcular el tiempo de reverberación con la fórmula de Sabine:

$$T_{60} = 0,161 * \left(\frac{V}{A} \right) \quad (\text{s})$$

Fórmula (2.12)

Donde:

V: Volumen de la sala (m^3)

A: Absorción sonora equivalente de la sala (m^2Sab)

2.3.3 Inteligibilidad de la Palabra

La inteligibilidad de la palabra es uno de los criterios más importantes para determinar si una sala es destinada para transmitir la voz hablada, la inteligibilidad depende del tiempo de reverberación, cuando existe menos tiempo de reverberación, se tendrá mejor inteligibilidad de la palabra, la inteligibilidad mejora, si el locutor habla de manera clara y fuerte, en televisión la inteligibilidad de la palabra es sumamente importante, la mayoría de situaciones que se maneja en un set de televisión, siempre hay un locutor, entrevistador o entrevistado y la comprensión de la voz hablada es importante.

Es muy perjudicial para la inteligibilidad de la palabra el eco o el entendimiento de las frases debido a sus consonantes.

En recintos muy vivos la palabra resulta muy ininteligible, la duración de las vocales es mayor que el de las consonantes, mientras que las consonantes son ricas en altas frecuencias, las vocales son ricas en bajas frecuencias, tonos de baja frecuencia elevado enmascaran a tonos de alta frecuencia inferior, pasa lo mismo en la voz hablada, las vocales dichas en tono elevado enmascaran a las consonantes en un tono inferior.

Un exceso de reverberación produce pérdida en la inteligibilidad de la palabra.

Existen dos parámetros que permite cuantificar el grado de inteligibilidad de la palabra; el primero %ALCons (“*Articulation Loss of Consonants*”) que significa Pérdida de Articulación de Consonantes, y el segundo STI / RASTI; STI (*Speech Transmission Index* – Índice de transmisión del habla), RASTI (*Rapid Speech Transmission Index* – Índice de transmisión rápido del habla).

Para calcular %ALCons se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\%ALCons = \frac{200 r^2 RT^2}{VQ} \quad (\text{para: } r \leq 3,16 D_c)$$

$$\%ALCons = 9RT \quad (\text{para: } r > 3,16 D_c)$$

Fórmula 2.13

Donde:

r = distancia entre el emisor (orador) y el receptor (m)

RT = tiempo de reverberación de la sala (s)

V = volumen de la sala (m^3)

D_c = distancia crítica = $0,14 \sqrt{QR}$

Q = factor de directividad de la fuente sonora en la dirección considerada ($Q = 2$ en el caso de la voz humana, considerando la dirección frontal del orador)

$$R = \frac{S_{\text{tot}} \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$$

Constante de la sala (m^2)

S_{tot} = superficie total de la sala (m^2)

$\bar{\alpha}$ = Coeficiente medio de absorción de la sala

Para calcular STI / RASTIN se basan en una tabla con la cual se indica el grado de inteligibilidad de la palabra. Sus valores oscilan entre 0 (inteligibilidad de la palabra) y 1 (inteligibilidad total).

El STI fue definido por Houtgast y Steeneken y se calcula a partir de la existencia de reverberación y ruido de fondo.

Las 14 frecuencias de modulación FM son:

Tabla 2.3 Frecuencias de modulación FM

F_m kHz	0.63	0.8	1.0	1.25	1.6	2.0	2.5	3.15	4.0	5.0	6.3	8.0	10	12.5
--------------	------	-----	-----	------	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	----	------

Fuente: Material didáctico

Cada una de estas frecuencias produce un efecto de modulación sobre las siete bandas de octava más representativas de la voz cuyas frecuencias centrales son las siguientes:

Tabla 2.4 Frecuencias centrales más representativas de la voz

F_0 KHz	0.125	0.250	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0
--------------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Material didáctico.

MÉTODO DEL CÁLCULO DEL STI

Paso 1. Cálculo de la reducción de los índices de modulación.

La expresión genérica correspondiente a la reducción del índice de modulación "m" para cada combinación de frecuencias F_m y F_0 se denomina función de

transferencia de modulación (MTF-*modulation transfer function*) y su expresión es la siguiente:

$$m(F_0, F_m) = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi F_m f(F_0)}{13,8} \right)^2} \right)^{-1} \times \left(1 + 10^{\frac{-S/N(F_0)}{10}} \right)^{-1}$$

Fórmula 2.14

$f(F_0)$ = Función genérica asociada al grado de reverberación del recinto considerado (se le puede asignar valores de T60 o EDT (*Early Decay Time*) - Tiempo de decaimiento temprano de la reflexión.

$S/N(F_0)$ = Relación señal-ruido correspondiente a la banda de frecuencia centrada en F_0 .

Debido a que existen 14 valores de F_m y 7 valores de F_0 el número total de funciones de transferencia $m(F_0, F_m)$ es de $14 \times 7 = 98$ $m(F_0, F_m)$

Paso 2. Conversión de los índices de modulación $m(F_0, F_m)$ a relaciones señal-ruido aparentes $(S/N)_{AP}$:

$$(S/N)_{AP}(F_0, F_m) = 10 \log \left(\frac{m(F_0, F_m)}{1 - m(F_0, F_m)} \right)$$

Fórmula 2.15

Los 98 valores obtenidos se aproximan de manera que estén comprendidos entre +15 y -15 dB

Paso 3. Cálculo de los $(S/N)_{AP}$ medias por bandas de octava $\overline{(S/N)}_{AP}(F_0)$

Para cada banda de octava se calcula el valor medio de las 14 relaciones (S/N) aparentes según la siguiente expresión:

$$\overline{(S/N)}_{AP}(F_0) = \frac{\sum_{F_m} (S/N)_{AP}(F_0, F_m)}{14}$$

Fórmula 2.16

Paso 4. Cálculo de la Relación Señal-Ruido aparente media global $(S/N)_{AP}$

Para dicho cálculo se tienen en cuenta los siguientes factores de ponderación para cada banda de octava en función de su grado de contribución a la inteligibilidad.

$$\begin{aligned} \overline{(S/N)}_{AP} = & 0,01\overline{(S/N)}_{AP}(125 \text{ Hz}) + 0,042\overline{(S/N)}_{AP}(250 \text{ Hz}) \\ & + 0,129\overline{(S/N)}_{AP}(500 \text{ Hz}) + 0,2\overline{(S/N)}_{AP}(1 \text{ KHz}) \\ & + 0,312\overline{(S/N)}_{AP}(2 \text{ KHz}) + 0,25\overline{(S/N)}_{AP}(4 \text{ KHz}) \\ & + 0,057\overline{(S/N)}_{AP}(\text{KHz}) \end{aligned}$$

Fórmula 2.17

Paso 5. Cálculo del STI

$$\text{STI} = \frac{\overline{(S/N)}_{AP} + 15}{30}$$

Fórmula 2.18

Método de Cálculo del RASTI

El RASTI es un versión simplificada del STI por lo tanto el cálculo de parámetros se hace de manera similar al STI.

La simplificación consiste en reducir el número de frecuencias F_0 y F_m a lo siguiente:

Tabla 2.5 Número de Frecuencias reducido

F_0 (Hz)	F_m (KHz)			
500	1	2	4	8

Fuente: Material didáctico

Tabla 2.6 Número de Frecuencias reducido

Fo (Hz)	Fm (KHz)				
2	0,7	1,4	2,8	5,6	11,2

Fuente: Material didáctico

El número de índices de modulación se reduce a 9 y el cálculo se realiza de la misma manera que le STI con la excepción del paso 3 que viene dado por la siguiente fórmula:

$$\overline{(S/N)}_{AP}(F_0) = \frac{\sum_{F_m} (S/N)_{AP}(F_0, F_m)}{9}$$

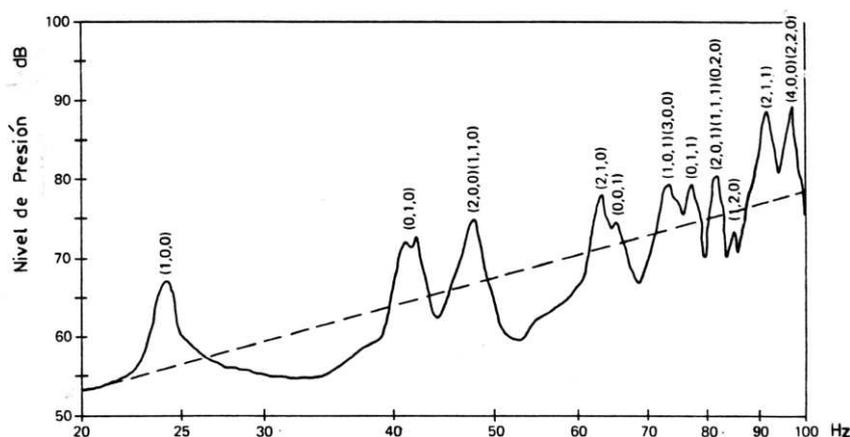
Fórmula 2.19

Se calcula en la banda de 2 KHz por ser la frecuencia de máxima contribución de la inteligibilidad de la palabra.

2.4 Modos Normales de Vibración, Resonancias

Cuando un cuerpo vibra o es excitado por una fuerza oscilante externa, la oscilación de este cuerpo va a variar según su frecuencia.

Gráfico 2.13 Modos Normales de Vibración en un Recinto



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p. 75

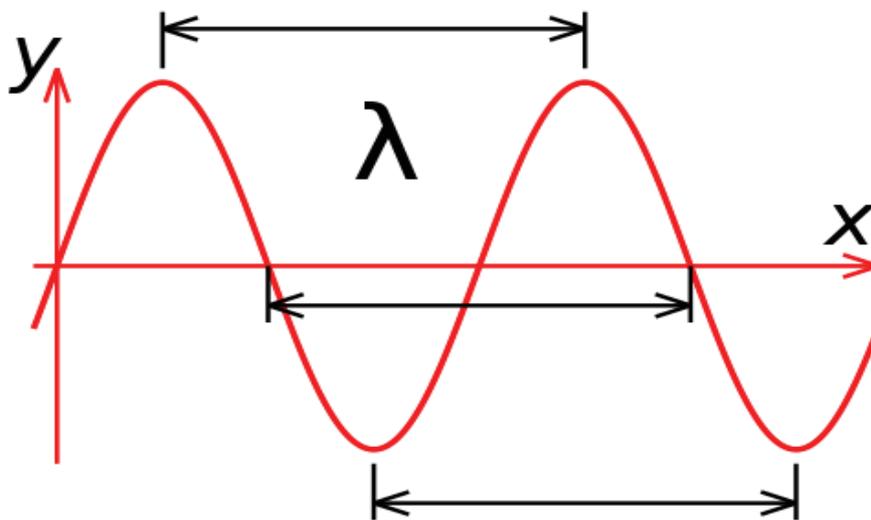
----- Respuesta de una fuente en campo libre
 _____ Respuesta de la fuente en un recinto cerrado

En el gráfico anterior observamos la diferencia entre la línea continua que representa las múltiples resonancias en una sala que son conocidos como Modos Normales de Vibración, y la línea discontinua que representa la respuesta de frecuencias en campo libre.

Un modo normal de vibración es aquella frecuencia que después de ser interrumpida toda excitación, el sistema puede seguir oscilando.

Los modos normales de vibración son malos, nocivos, y hay que controlarlos. Los modos normales de vibración existen en todas las frecuencias, pero por la energía y longitud de onda, no afectan a las frecuencias medias y altas pero si a las bajas.

Gráfico 2.14 Longitud de Onda



FUENTE: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Sine_wavelength.svg)

Sine_wavelength.svg

Hay varios métodos con los que se puede controlar los modos normales de vibración:

- Eliminación de ángulos rectos y esquinas.
- Paredes absortoras (resonadores).
- Paredes no paralelas (es la mejor opción).
- Los modos normales de vibración deben ser atacados por su causa.

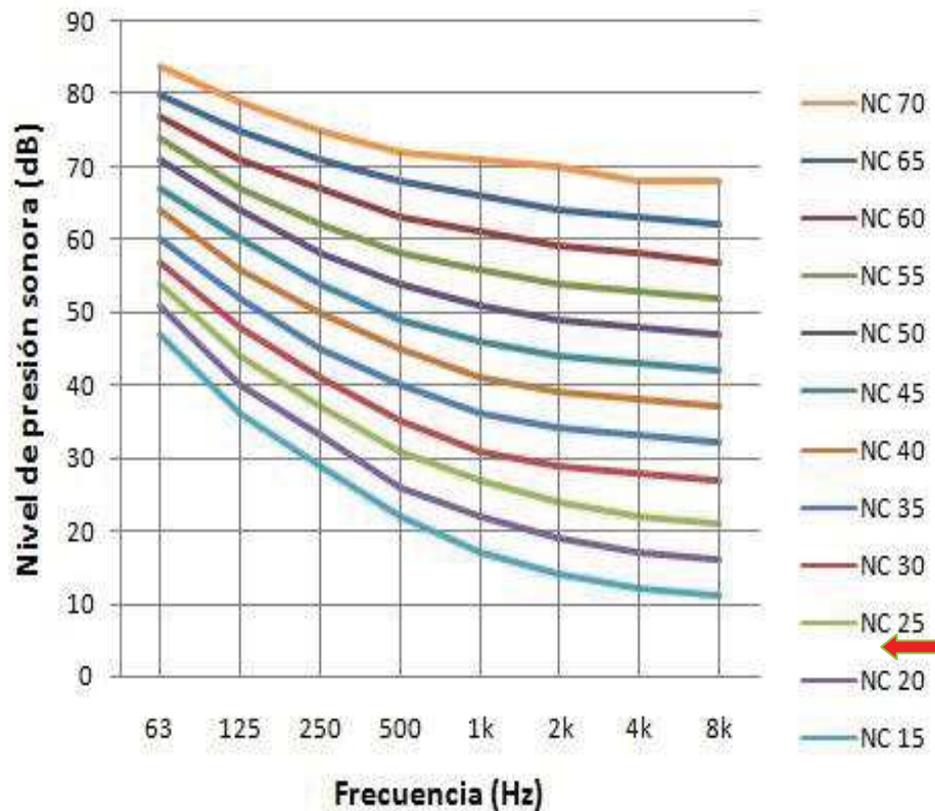
2.5 Curvas NC

Se considera ruido de fondo todo aquel ruido que se percibe en una sala cuando en ella no se realiza ninguna actividad.

La evaluación del grado de molestia que un determinado ruido de fondo provoca sobre un oyente se hace usando las curvas de referencia denominadas *NOISE CRITERIA* (Criterio de Ruido), se realiza comparando con los niveles de ruido existentes en la sala, por banda de octava entre 63 Hz. y 8 KHz.; estas curvas también se usan para establecer los niveles máximos recomendados para los diferentes tipos de espacios.

Se dice que un recinto cumple con determinada curva NC cuando los niveles de ruido de fondo medidos por banda de octava están por debajo de la curva NC correspondiente.

Gráfico 2.15 Curva de Criterio de Ruido NC



FUENTE: BERANEK, Leo, Acoustics, Memorial Drive, 1993, Cambridge, p. 422

Las curvas NC recomendadas para este tipo de espacios como los son los estudios de televisión es la NC-20 hasta NC-25, estos valores son sugeridos por su bajo nivel de fondo interior.

2.5.1 Diseño y su relación con la geometría y el tiempo de reverberación del recinto

Si olvidamos el ruido externo el factor más importante en el diseño de la acústica arquitectónica o de locales es la forma geométrica; esta forma geométrica posee diversas variables:

- Volumen de la sala.- depende de la actividad a desarrollar y de la cantidad de personas que se deben ingresar al recinto, no es

conveniente salas muy grandes pero existen ciertas aplicaciones como los estudios de televisión que si requieren salas de gran tamaño.

- Proporciones de una sala.- al diseñar una sala se trata que una curva de transmisión de frecuencia sea lo más plana posible y esto ocurre por:
 1. Gran cantidad de modos normales de vibración son excitados en el rango de frecuencia de interés.
 2. La distribución espacial de los modos normales de vibración sean normales.
 3. Las intensidades de los modos normales de vibración sean los más parecidos esto ocurre en la mayoría de salas excepto en las frecuencias bajas, para esto se recomienda los siguientes puntos para disminuir el efecto de los modos normales en bajas frecuencias
 - a) Sala con formas irregulares
 - b) Difusores sobre las superficies
 - c) Elementos absorbentes
 - d) Proporciones adecuadas del recinto

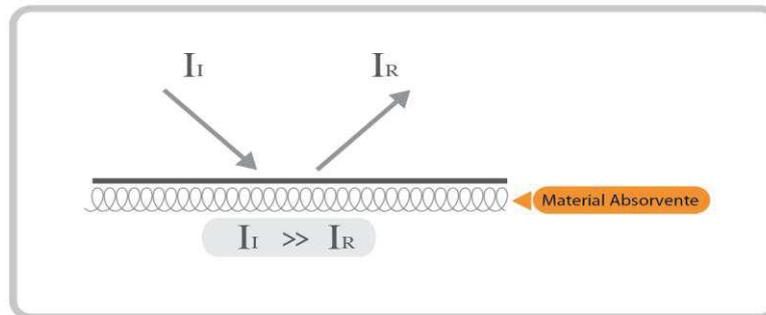
2.6 DIFUSORES

Los difusores trabajan dentro el principio de difracción de onda, es decir un cambio en la dirección del frente de onda.

Los difusores están pensados para altas frecuencias debido a la dificultad que tienen estas por si solos de llegar a niveles más o menos homogéneos a todos los lugares de una sala (son muy direccionales).

La difusión de un sonido se consigue mediante la colocación de elementos especialmente diseñados para difundir el sonido.

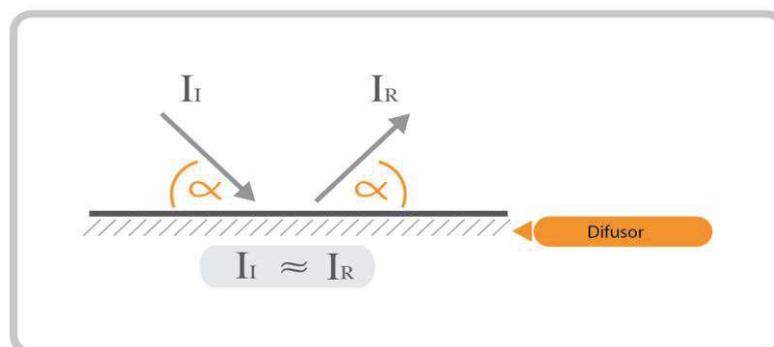
Gráfico 2.16 Caso A (Comportamiento De La Energía Reflejada)



FUENTE: Material Didáctico

En el caso A la energía reflejada es mínima

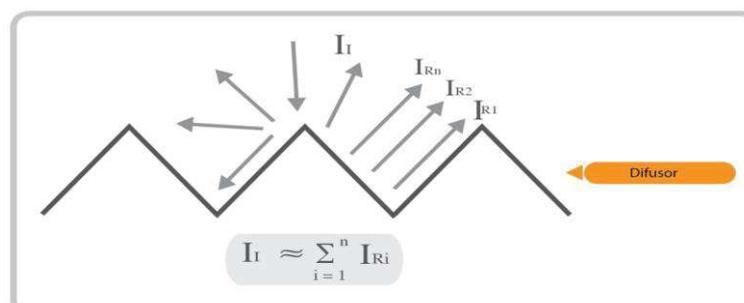
Gráfico 2.17 Caso B (Comportamiento De La Energía Reflejada)



FUENTE: Material Didáctico

En el caso B la energía reflejada es un valor muy cercano a la energía incidente y la dirección de propagación cumple con las leyes de reflexión.

Gráfico 2.18 Caso C (Comportamiento De La Energía Reflejada)



FUENTE: Material Didáctico

En el caso C la energía reflejada es elevada aproximadamente igual a la intensidad de energía incidente y está repartida uniformemente en todas las direcciones.

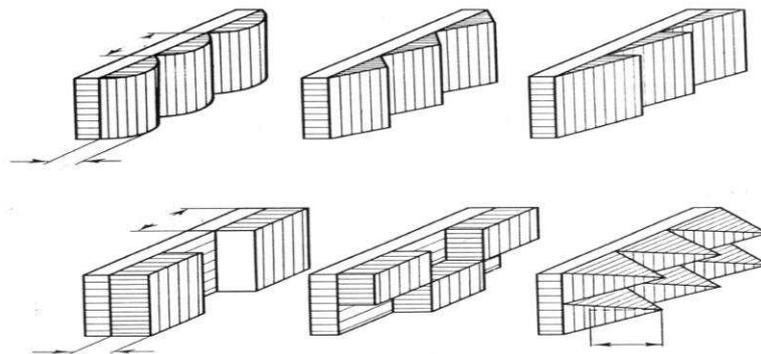
Los difusores son elementos acústicos, que nos ayudan a la solución de modos normales de vibración y resonancias, así como puntos focales en donde se concentran ondas sonoras y de vacíos acústicos en donde se anula el campo sonoro.

2.6.1 TIPOS DE DIFUSORES

2.6.1.1 Difusores Policilíndricos.- Consiste en un conjunto de superficies lisas de forma convexa dispuestas secuencialmente y con un radio de curvatura inferior a 5 metros. Habitualmente el material empleado para su construcción es la madera.

Las superficies convexas con radio de curvatura mayor a 5 metros actúan como reflectores de sonido, es decir como superficies plana, por lo tanto para efectos de diseño del difusor el radio siempre debe ser menor a 5 metros.

Gráfico 2.19 Difusores Comunes



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 30

2.6.1.2 Difusor de Schroeder.- Existen una serie de elementos que habitualmente se colocan por delante de las paredes o del techo de las salas.

Están diseñadas especialmente para actuar como difusores en un margen de frecuencia dado. De los difusores de Schroeder más importantes están:

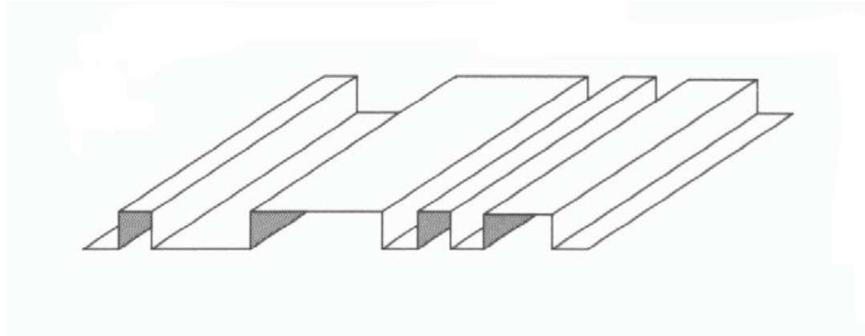
- *MLS Maximum Length Sequence* (largo máximo de secuencia)
- *QRD Quadratic Residue Diffusor* (difusor residuo Cuadrático)
- *PRD Primitive Root Diffusor* (Difusor Raíz Primitiva)

MLS *Maximum Length Sequence* (largo máximo de secuencia).-

El elemento difusor consiste en una superficie dentada y se crea a partir de una superficie lisa y reflectante que se subdivide en tramos de igual ancho creando sobre la misma ranura de igual profundidad.

Este tipo de difusores presenta menor absorción que los QRD y los PRD a bajas frecuencias, esto significa que en una sala se pueden utilizar en mayor porcentaje de superficie sin que disminuya excesivamente el tiempo de reverberación de la sala.

Gráfico 2.20 Difusores MLS



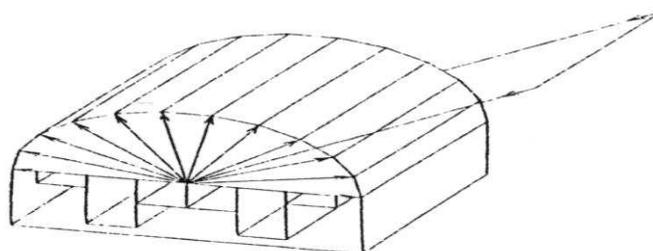
FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, *Acústica de Locales*, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 43

QRD *Quadratic Residue Diffusor* (Difusor Residuo Cuadrático).- Existen dos tipos:

- **QRD Unidimensional.**- Este tipo de difusor es el más utilizado en la práctica tanto en salas de concierto como en estudios de grabación.

Consiste en una serie de ranuras paralelas de forma rectangular de igual ancho pero de distinta profundidad; generalmente las ranuras están separadas por divisores rígidos y delgados.

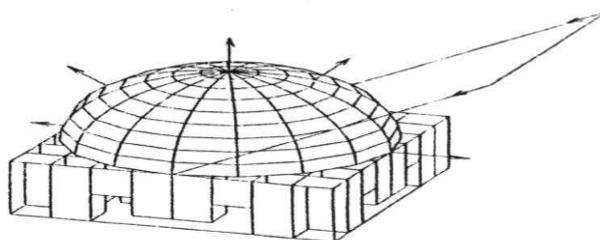
Gráfico 2.21 Difusor QRD Unidimensional



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 40

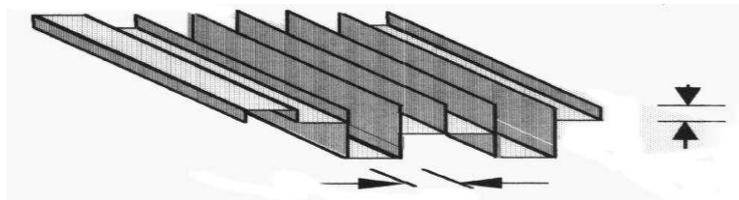
- **QRD Bidimensional.**- Este tipo de difusores son hechos con el objetivo de obtener una óptima difusión en todas las direcciones, la ranura se sustituye por pozos dispuestos paralelamente, de profundidad variable y generalmente cuadrados.

Gráfico 2.22 Difusor QRD Bidimensional



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 40

Gráfico 2.23 Difusor QRD

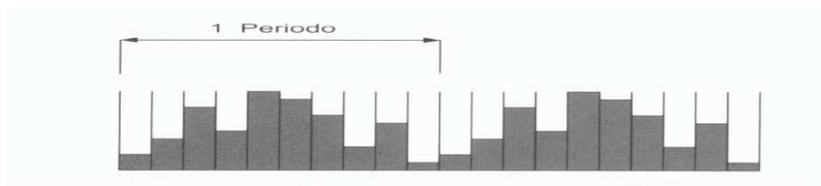


FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 31

PRD *Primitive Root Diffusor* (Difusor Raíz Primitiva).- Este tipo de difusores son recomendables para la cancelación de ecos, además son muy semejantes a los tipos de QRD Unidimensional pero tomando en cuenta las siguientes diferencias:

- No existe simetría dentro del periodo.
- La energía asociada a la reflexión es muy baja.

Gráfico 2.24 Difusor PRD



FUENTE: SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 42

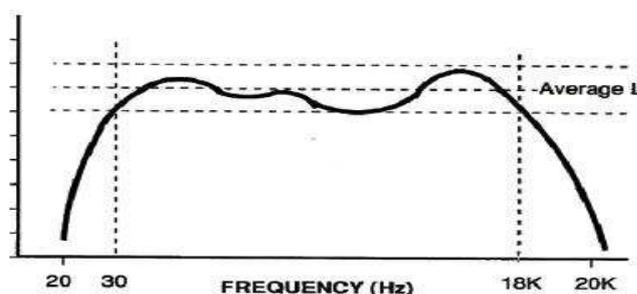
CAPÍTULO III

3. ELECTROACÚSTICA

Para poder explicar los elementos electroacústicos que comprenden un canal de televisión, se tendrá que explicar algunas definiciones básicas:

- **Respuesta de Frecuencia.-** Describe el rango de frecuencias en que el dispositivo trabaja en forma óptima (frecuencias de grabación, reproducción, etc). Este rango debería ser capaz de cubrir todo el espectro audible, esto se consigue con una mejor calidad del equipo, la respuesta ideal sería plana o técnicamente que la ganancia del dispositivo sea lo mismo para todas las frecuencias.

Gráfico 3.1 Respuesta de Frecuencia



FUENTE: http://www.ispmusica.com/img/articulos/n87_19.jpg

- **Intensidad.-** Es medida en decibelios, tiene relación directa con la amplitud de onda, si la amplitud es pequeña la intensidad será menor y cuanto más grande sea la amplitud de onda, la intensidad del sonido será mayor
- **Ganancia.-** Es un nivel de señal que establece el incremento positivo del parámetro medido, esto se refiere al aumento en amplitud de onda.
- **Rango Dinámico.-** Es la diferencia entre el mayor grado de energía (voltaje) que se inicia en la saturación del equipo y el ruido electroacústico propio del funcionamiento del equipo.

- **Headroom.-** Es la diferencia entre el nivel de trabajo y el nivel de saturación, se puede decir que *headroom* es el nivel necesario para que la señal trabaje lo más alejado del nivel de ruido sin llegar a la saturación.
- **Relación Señal-Ruido (S/R).-** Es el rango entre el ruido de fondo y el nivel de referencia nominal.

3.1 Conectores y Señales

3.1.1 TIPOS DE SEÑALES

- **Señal Desbalanceada**

Este tipo de señales se encuentra en la mayoría de los equipos domésticos de audio y en los semi-profesionales, consiste en un camino de ida y otro de retorno para la señal de audio, siendo el camino de retorno la malla exterior que cubre el cable de ida y la protege contra las interferencias electromagnéticas, reduciendo las inducciones de ruido propias de la conexión.

Por lo general las líneas no balanceadas o que es lo mismo desbalanceadas, terminan normalmente en conectores RCA, TR, y tienen dos pines.

- **Señal Balanceada**

Este tipo de señales rechazan mejor las interferencias que las anteriores, consiguiendo rangos dinámicos de hasta 80 dB, consiste en un par de conductores cubiertos por una malla que lo que hace es balancear la señal, por lo tanto va atenuar el ruido de tierra que predomina en bajas frecuencias, para llevar una señal balanceada necesitaremos conectores de tres o más pines, este tipo de señales son usadas en audio profesional.

- **Cables de Señal**

Para micrófonos y cables de señal siempre se debe usar cable con malla o pantalla. Cualquier ruido que pueda entrar en el cable será amplificado

por la señal enviada. La malla tiene como propósito interceptar campos electrostáticos y enviarlos a tierra. Cables de malla trenzada son preferibles para equipos móviles de sonido.

Cables con un conductor son utilizados en circuitos desbalanceados, cables con doble conductor son utilizados en circuitos balanceados.

Las líneas balanceadas ayudan a eliminar ruidos y reducen la pérdida de señal en recorridos largos de cable.

Gráfico 3.2 Cable TRS



FUENTE: <http://www.aeromodelismovirtual.com/attachment.php?attachmentid=8076&thumb=1&d=1246891892>

3.1.2 TIPOS DE CONECTORES

- **XLR-External Live Return.-** Está formado por tres pines, y es el conector más común para líneas balanceadas en audio profesional.

PIN 1: Pantalla, tierra

PIN 2: Señal *live*, caliente

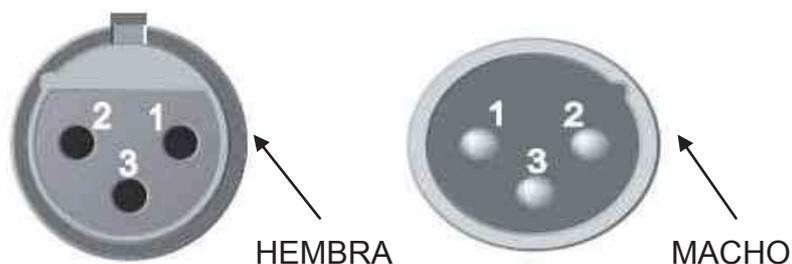
PIN 3: Señal *Return*, fría

Gráfico 3.3 Conector XLR

**FUENTE:**

<http://theatretechgeek.files.wordpress.com/2009/01/connector-xlr-male-female-neutric.jpg>

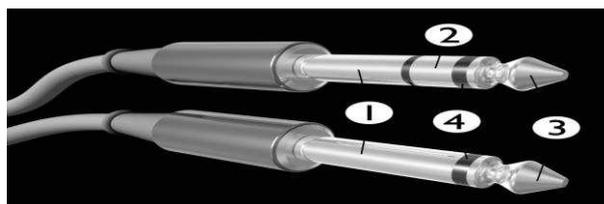
Gráfico 3.4 Pines Conector XLR



FUENTE: <http://www.sonykar.com/karaoke/tutorial/XLR.jpg>

- **TR-TRS.-** Es el más común, usado para señales desbalanceadas existiendo la posibilidad de trabajarlos con señales balanceadas, hay dos tipos, los TRS que su tamaño es de ¼ de pulgada, y el más pequeño, que su tamaño es de 1/8 de pulgada.

Gráfico 3.5 Conector TRS ¼ monofónico y estereofónico



FUENTE: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Jack_plug.png

Donde:

1. Tierra – *Sleeve*
2. Anillo - *Ring*
3. Punta – *Tip*
4. Anillos aislantes

Gráfico 3.6 Conector TRS 1/8 estereofónico



FUENTE: www.tiendacables.com

- **RCA.-** Usado para señales análogas de línea, es usualmente usado en conexiones de equipo casero como amplificadores, caseteras, suele ser utilizado en audio profesional para entradas y salidas digitales como el caso de grabadores como el DAT, ADAT o minidisco.

Gráfico 3.7 Conector RCA



FUENTE: <http://store.pcmagine.com/images/cm15.jpg>

- **Conector de Fibra Óptica.-** Este tipo de conector convierte señales eléctricas en señales de formato digital, son utilizados como entrada y salidas, de tarjetas de sonido, muy utilizados en televisión.

Gráfico 3.8 Conector de Fibra óptica



FUENTE: [http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/conector-de-fibras-opticas-354544 .jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/conector-de-fibras-opticas-354544.jpg)

- **SPDIF.-** Este tipo de conectores es usado para audio digital, transfiere datos de audio digital, se lo usa comúnmente para almacenar sonidos de forma digital en grabadores como DAT (*Digital Audio Tape*), este tipo de conector, tiene algunas ventajas, se puede transferir información sin sufrir distorsión ni pérdidas, y además que tiene la capacidad de transferir sonidos entre dispositivos de audio digital.

Gráfico 3.9 Conector SPDIF



FUENTE: [http://www.simulationexams.](http://www.simulationexams.com/tutorials/aplus/essentials/images/spdif-conn.jpg)

[com/tutorials/aplus/essentials/images/spdif-conn.jpg](http://www.simulationexams.com/tutorials/aplus/essentials/images/spdif-conn.jpg)

3.2 MICROFONÍA EN TELEVISIÓN

Existen varios tipos de micrófonos usados en televisión, entre ellos podemos nombrar:

- Micrófono de mano
- Micrófono personal o *lavalier*

- Micrófono Cañón o llamado *Shotgun*
- Micrófono de contacto

3.2.1 Micrófono de mano.- Son de tipo cardiode, son micrófonos utilizados a muy cortas distancias, es aconsejable tenerlo inclinado a unos 30 grados y no perpendicular a la boca, ya que nos puede producir siseo, un sonido molesto con la saturación de la S y pepeo, un sonido explosivo con la saturación de las p, t, b por el efecto de proximidad. Muchos micrófonos de mano tienen integrado el anti-pop para evitar este tipo de situaciones. Cuando el micrófono es usado muy cerca, se recomienda usar el llamado en televisión escudo de viento o anti-pop, este escudo por lo general es usado en trabajo de campo, este tipo de micrófonos está diseñado para amortiguar los golpes y ruidos de manipulación. Si tenemos problemas con la colocación de este tipo de micrófonos, es decir, cuando da la leve impresión de que se escucha más al entrevistador que el entrevistado, o viceversa, estos deben estar cerca de la persona con la voz más débil.

Gráfico 3.10 Micrófono de mano



FUENTE: <http://www.cameraone.com>.

[ar/images/microfonos4.jpg](http://www.cameraone.com/ar/images/microfonos4.jpg)

3.2.2 Micrófono Corbatero o Lavalier.- También conocidos como de solapa o personal, el patrón polar de este tipo de micrófonos es omni-direccional, cardiode e incluso hyper-cardiode, el patrón cardiode es el que ofrece un sonido parejo, sin importar la ubicación, está diseñado para evitar las bajas frecuencias, por el efecto de proximidad que existe al ser colocados, y a su vez por el roce que produce con la ropa, son sujetados mediante un clip o sujetador, no deben estar junto a joyas, porque cuando el presentador se

mueve producen ruido, también se debe tomar en cuenta la dirección en la que el presentador se girara, y es el lado en el que se debe colocar este micrófono.

Gráfico 3.11 Micrófono Lavalier



FUENTE: <http://domisol.com.gt/shop5/>

[images/E269301.jpg](#)

3.2.3 Micrófono Cañón o Shotgun.- Conocido como *boom*, son micrófonos de tipo altamente direccional, el patrón polar de este tipo de micrófonos es super-cardioid, usados la mayoría de veces en radio y televisión, aplicaciones de *broadcasting* son usados para competencias deportivas, usados en producciones de campo, no son usados en sonido en vivo, por su poca utilización en este campo.

Gráfico 3.12 Micrófono Shotgun



FUENTE: [http://faunafilms.com/wp-content/](http://faunafilms.com/wp-content/uploads/2009/06/mic-3.jpg)

[uploads/2009/06/mic-3.jpg](#)

3.2.4 Micrófono de Contacto.- Este tipo de micrófonos son sobre todo utilizados cuando hay música en vivo en un set de televisión, o sonido en vivo, se encuentran generalmente montados en instrumentos musicales, no se los utiliza mucho en estudios de grabación, por su poca calidad, pero si son

utilizados en sonido en vivo ya que no presentan problemas de realimentación, aunque depende de la marca pueden presentar niveles de ruido.

Gráfico 3.13 Micrófono de contacto



FUENTE: <http://www.clonbox.com/images/SO-C411L.jpg>

Por la constante utilización de micrófonos inalámbricos en estudios de televisión debemos explicar su funcionamiento:

- **MICRÓFONOS INALÁMBRICOS.-** Un sistema de micrófono inalámbrico consta de un micrófono normal, un transmisor de frecuencia modulada, antenas cortas a través de las cuales se transmite la señal y un receptor diseñado para recibir la señal de un determinado transmisor. Cada receptor es capaz de recibir solo una frecuencia.

En caso de ser utilizados dos o más micrófonos cada transmisor deberá usar una frecuencia diferente y la separación entre cada una de ellas debe ser suficiente para evitar interferencias entre ellas.

Hay dos puntos importantes que deben ser explicados por su relación con la microfónica en televisión, estos son el efecto de proximidad y la cancelación de fases:

- **EFEECTO DE PROXIMIDAD.-** Podemos aprovechar el rendimiento de un micrófono de acuerdo a su distancia, esta característica es casi común en todos los tipos de micrófonos excepto en los omnidireccionales que no existe este efecto, ya que por su patrón polar no permite que exista, este efecto produce cuando los micrófonos son usados a distancias cercanas de la fuente que es muy común en televisión; al estar el micrófono más cerca de la fuente se produce un realce en bajas frecuencias, por lo

general este tipo de problemas es resuelto en la fase de post-producción con ecualizadores, compresores, u otros procesadores que pueden ayudar a equiparar los niveles que fueron perdidos por efecto de proximidad.

- **CANCELACION DE FASES.-** Este problema ocurre, cuando dos micrófonos están demasiado cerca, opuestos y captan señal de la misma fuente, los micrófonos deben estar angulados esto produce un audio de bajo nivel y en ocasiones audio con interferencia, en este momento se puede decir que se ha producido una cancelación de fase. Esto se produce cuando las fases quedan desplazadas por la captación de la misma fuente, y en la consola tienden a 0 dB.

Esto es usual en canales de televisión, por el uso y cercanía de varios micrófonos a la misma vez, para poder evitar la cancelación de fases podemos seguir una de estas recomendaciones que nos ayudarán:

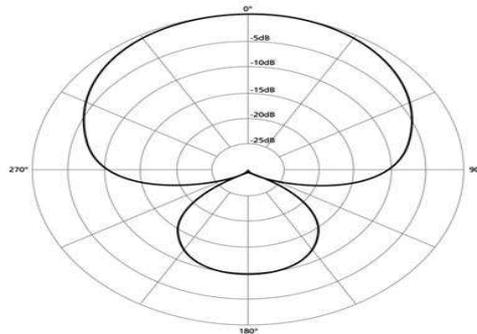
- En una producción de estudio o campo, hay micrófonos que no suelen ser utilizados y en ocasiones están encendidos innecesariamente, apagarlos.
- Aumentar la distancia entre micrófonos.
- Colocar los micrófonos lo más cercano posible a la fuente.

3.3 GRÁFICO DE LOS PATRONES POLARES

- **PATRÓN POLAR.-** El patrón polar indica la respuesta de frecuencia de un micrófono, y el círculo del patrón polar especifica la captación del micrófono en base al ángulo de directividad.

- **SUPERCARDIODE**

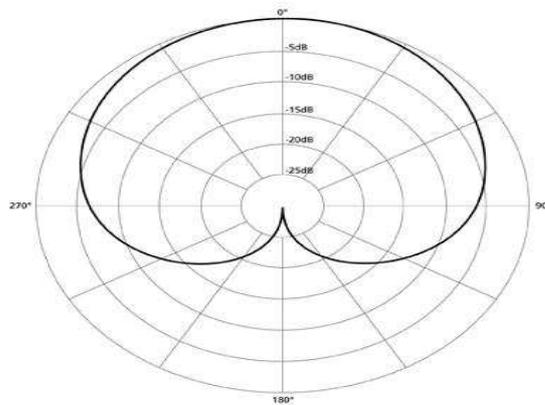
Gráfico 3.14 Patrón Polar Supercardiode



FUENTE: <http://www.cameraman.es/fotos/19/supercardiode-nuevo.jpg>

- **CARDIODE**

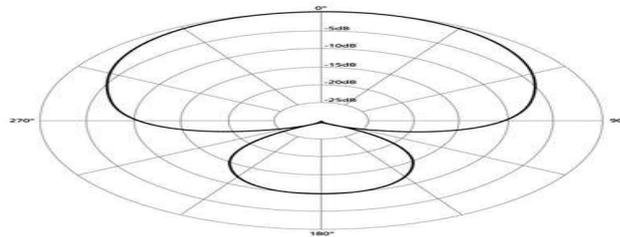
Gráfico 3.15 Patrón Polar Cardiode



FUENTE: <http://www.cameraman.es/fotos/19/cardiode-nuevo.jpg>

- **HIPERCARDIODE**

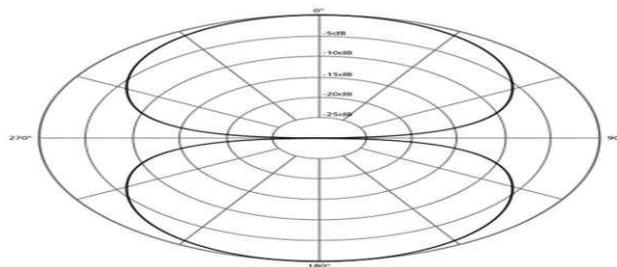
Gráfico 3.16 Patrón Polar Hipercardiode



FUENTE: <http://www.cameraman.es/fotos/19/supercardiode-nuevo.jpg>

- **BI-DIRECCIONAL**

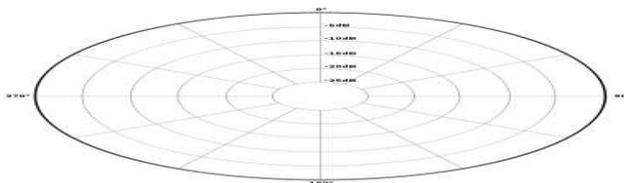
Gráfico 3.17 Patrón Polar Bi-Direccional



FUENTE: <http://www.cameraman.es/FOTOS/19/bidireccional-2.jpg>

- **OMNI-DIRECCIONAL**

Gráfico 3.18 Patrón Polar Omnidireccional



FUENTE:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/56/Polar_pattern_omnidirectional.svg/400px-Polar_pattern_omnidirectional.svg.png

3.4 MESAS DE MEZCLA.- En televisión se usa las consolas de *broadcast*, tiene que ser de preferencia este tipo de consolas, ya que tienen incluidas características que otro tipo de consolas para otras aplicaciones no tiene por ejemplo: Híbrido Telefónico, sistemas IFB, corte de monitores, micrófono de *talkback* interno con envío a teléfono y auriculares de estudio.

Gráfico 3.19 Consola para *broadcasting*



FUENTE: <http://www.cybercollege.com/span/tpv043.htm>

3.5 PROCESADORES

Estos varían la forma de la amplitud de la señal, como también modifican su composición de frecuencias, variando la forma de onda de la señal original

- **COMPRESOR.-** Un compresor limitador es un dispositivo capaz de hacer variar el nivel de salida de una señal a una razón diferente a la entrada, a esto se le denomina razón de compresión, por ejemplo cuando nos dice 2:1 esto quiere decir que el nivel de salida es a la mitad del nivel de entrada y con su respectivo umbral, su utilización es para asegurar que el nivel de señal de salida no se eleve sobre el umbral determinado.

En televisión se utiliza un compresor limitador a la salida del transmisor, que por lo general la mayoría de los canales lo tienen, algunos como lo es Canal UNO, no lo tiene, por su excesivo costo, que puede variar entre 2000 y 5000 dólares, este compresor hace que la señal que ya va a llegar a todos los televisores de cada hogar, llegue con un audio óptimo y a un mismo nivel de todos los canales.

Gráfico 3.20 Compresor



FUENTE: <http://needish-needs.s3.amazonaws.com>

- **ECUALIZADOR.-** En audio existen varios tipos de ecualizadores, como son el ecualizador gráfico, semiparamétrico, paramétrico y paragráfico; pero en nuestro caso nos comprenderá explicar el ecualizador grafico, ya que este tipo de ecualizador son utilizados en canales de televisión

Ecualizador Gráfico: Procesa señales de audio, consiste en una serie de *faders* deslizantes que pueden atenuar o acentuar bandas estrechas de frecuencia, ecualizadores gráficos profesionales deberán tener intervalos de octava y 1/3 de octava.

Las frecuencias centrales para bandas de octava son:

31,5 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1KHz; 2KHz; 4KHz; 8KHz; 16 KHz.

Los ecualizadores disponen de dos canales, teniendo un *switch* de *bypass* que le permite comparar las señales.

Gráfico 3.21 Ecualizador Gráfico



FUENTE:

<http://www.ashly.com/images/product/300dpi/gqx3102-f.jpg>

Ecualizador Paramétrico.- Este tipo de ecualizador se encuentra en las consolas, equipos de audio caseros, en este se puede controlar la frecuencia y el factor de calidad (Q) a diferencia del ecualizador gráfico.

Gráfico 3.22 Ecualizador Paramétrico



FUENTE:

<http://www.yio.com.ar/imagenes/tutoriales/filtros/ecualizador-parametrico-gr.jpg>

- **FACTOR Q (Factor de Calidad).**- El factor Q se puede definir como la relación matemática entre una frecuencia central sobre un rango de frecuencia determinado.

3.6 MONITOREO Y RETORNOS

Para tener un sistema de monitoreo adecuado debemos tomar algunos puntos en cuenta como:

- Debe tener una curva de respuesta plana en todo el espectro de frecuencias.
- Los monitores deben ser auto-potenciados para obtener máxima compatibilidad con el amplificador.
- Las vibraciones no deben afectar el resto de la sala ni al punto de escucha.
- La ubicación del monitoreo interno respecto a la cabeza debe estar angulado 30 o 45 grados.

En un canal de televisión existe un tipo de monitoreo y dos tipos de retornos. El monitoreo interno de la cabina de sonido, que consta de dos cajas activas, dispuestas en estéreo, a pesar de que la señal en televisión es monofónica, los monitores deben ser aplanados mediante ecualización, para lograr una curva similar a la señal emitida por los televisores en cada uno de los hogares y los retornos que consta, el primero para la parte de dirección y otro retorno y el más importante para estudio, este se trabaja con dos a cuatro cajas activas, para su fácil conexión a la consola mediante auxiliares, porque si es pasiva la potencia asignada a estas cajas producirá un ruido molesto en la cabina, que interrumpirá con la mezcla final al aire.

En televisión existe un tema importante respecto a monitoreo, esto es el apuntador que consiste en un audífono o monitor personal colocado en el oído del presentador, por aquí se enviará la señal que sea necesaria o que el presentador solicite, puede ser la señal del aire, híbrido telefónico, reporteros; el apuntador es conectado a una salida auxiliar de la consola, en modo *pre-fader* para controlar la señal independiente de cada canal de la consola. El monitoreo de estudio, es una de las partes más importantes en televisión, ya que tiene que ser manejado de una manera adecuada, es preferible utilizar cajas amplificadas para evitar el ruido que produce la potencia de las cajas no amplificadas, esta caja es ruteada mediante un auxiliar de la misma manera que el apuntador, pero con un detalle adicional, cuando el presentador habla el retorno de la caja debe ser controlado por el operador de tal manera que no produzca ningún tipo de realimentación o molestia al presentador.

3.7 BUCLES DE TIERRA

Por lo general la malla de las líneas desbalanceadas están conectadas con la tierra del circuito, a su vez la tierra del circuito está relacionada con la tierra de la red eléctrica, creándose muchos caminos de unión de tierras; si estas tierras están a potenciales diferentes, pueden circular pequeñas corrientes por la malla, induciéndose un ruido de red de 50 Hz. en los conductores.

3.8 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN EN LA PRODUCCION

En televisión, el trabajo todo el tiempo es realizado mediante sistemas de comunicación, este parámetro, es sumamente esencial en la producción, si las demás áreas, no entienden lo que el productor o director de cámaras está diciendo, es poco probable que el trabajo sea realizado de la mejor manera.

En un trabajo de producción se encuentra involucrado gran cantidad de gente, es por eso que un sistema de comunicación confiable es necesario, para recibir instrucciones o hablar se utiliza un juego de auriculares denominado PL (*private line* – línea privada o *production line* – línea de producción); este tipo de sistemas están interconectados en líneas de grupo.

Es muy probable interferencias o ruido en los sistemas de comunicación, pero para evitar este tipo de ruido o interferencias, podemos tener los micrófonos de la comunicación apagados, para esto existe un dispositivo que pueden ser oprimidos para hablar o pueden ser oprimidos para dejar de hablar.

3.9 SISTEMA IFB (*Interruptible Foldback* – Retroalimentación Interrumpible)

En televisión es necesario que el director en ocasiones, de indicaciones al presentador o talento, incluso cuando éste está al aire, para esto son utilizados los sistemas IFB, esto se logra colocando al presentador un pequeño auricular, que está conectado a consolas de *broadcasting* que tienen un sistema especial de conexión directa a IFB.

Este sistema es muy útil cuando existen entrevistas importantes como al presidente de un país, ministros, para que el director pueda decirle las preguntas que tiene que hacer el entrevistador y además escuchar preguntas de reporteros en vivo.

3.10 CAMARA DE FARADAY

Inventada por Michael Faraday es también llamada Jaula de Faraday, es una estructura completamente metálica, es una jaula hecha especialmente para

evitar que lleguen a su interior radiaciones electromagnéticas del exterior, prácticamente todos los medios de comunicación poseen una cámara de Faraday, así como los ductos por donde corren los cables, si no se utiliza una cámara de Faraday podemos arriesgarnos a que alguno de los cables o aparatos funcionen como antena y se pueda introducir señales indeseables en nuestra grabación.

Gráfico 3.23 Cámara de Faraday



FUENTE:

http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/jaula-de-faraday-149857.jpg

CAPITULO IV

4. Diagnóstico acústico y electroacústico del set de Canal UNO

Quito

4.1 Acústica

4.1.1 DATOS TÉCNICOS

- **Tipo de recinto:** Set de Televisión y Control *Room*.
- **Ubicación:** "Canal UNO".
- **Dirección:** Pasaje Dolomitas 7 y Los Naranjos (Urb. Las Bromelias)
- **Principales actividades:** Producción audiovisual.
- **Problemas acústicos:** Campo reverberante, problemas de inteligibilidad de la palabra, deficiente aislamiento.
- **Superficie:** $250 \text{ m}^2 + 7.5 \text{ m}^2$
- **Volumen:**
 - Set de televisión total = 1408 m^3
 - Set de televisión hasta techo falso = 1304.8 m^3
 - Control *room* = 17.25 m^3
- **Sistema de amplificación:** Propio del lugar.

4.1.2 SITUACIÓN ACTUAL

4.1.2.1 SET DE TELEVISIÓN

MUROS LATERALES: Actualmente el recinto cuenta con un aislamiento deficiente para frenar ruido desde y hacia él. Dicho aislamiento consiste en muros simples de mampostería normal de bloque enlucido y pintado, además de tener una puerta de metal simple con fugas, que da acceso desde el exterior al interior del set, que no aporta el aislamiento acústico requerido.

CUBIERTA: Actualmente la cubierta del recinto es la zona más conflictiva desde el punto de vista de aislamiento, ya que consta de una cubierta simple de galvalumen.

TECHO FALSO: El techo falso instalado consta de madera contrachapada distribuida en forma paralela al suelo por todo el set y la cual está sujeta a la estructura de la cubierta con un enrejado metálico.

SUELO: El suelo actualmente es de cemento sin ningún sistema anti vibratorio.

4.1.2.2 CONTROL ROOM

Sus paredes son mixtas ya que la parte posterior, lateral y frontal constan de ventanales simples, la otra pared lateral y los antepechos laterales y frontales son de bloque enlucido y pintado. El techo falso es de placas de yeso simple que aporta poca absorción, el cual está suspendido desde una losa alivianada. El piso consiste de baldosa agregando una mayor reflexión a la sala. Por la experiencia obtenida en la labor diaria del canal, es posible determinar el estado acústico en que se encuentra el recinto.

4.1.2.2.1 CÁLCULO DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN (CONTROL ROOM)

Tabla 4.1 Superficie y Volumen

SUPERFICIE:	40,3
VOLUMEN:	17,25

FUENTE: El Autor

Tabla 4.2 Coeficiente de Absorción de los materiales

SUPERFICIE (m²)	MATERIAL	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN					
		125	250	500	1000	2000	4000
11,25	Bloque enlucido y pintado	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
14,05	Vidrio normal	0,035	0,04	0,027	0,03	0,02	0,02
7,5	Baldosa	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
7,5	Gypsum	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09

FUENTE: El Autor

Tabla 4.3 Absorción Sabine Total y α PROMEDIO

ABSORCIÓN SABINE TOTAL					
125	250	500	1000	2000	4000
2,97	1,61	1,05	1,21	1,41	1,56

FUENTE: El Autor

α PROMEDIO					
125	250	500	1000	2000	4000
0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04

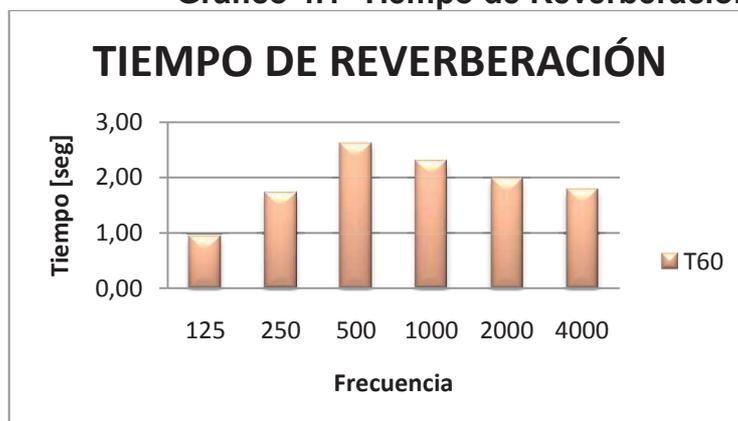
FUENTE: El Autor

Tabla 4.4 Tiempo de Reverberación

TIEMPO DE REVERBERACIÓN						
FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	4000
T60	0,93	1,71	2,62	2,28	1,96	1,77

FUENTE: El Autor

Gráfico 4.1 Tiempo de Reverberación



FUENTE: El Autor

El cálculo del tiempo de reverberación se realizó mediante la fórmula Sabine (Fórmula 2.12). El tiempo de reverberación actual es elevado, puesto que para el caso de estudios de grabación este descriptor debe estar entre 0.4 y 0.6 seg, por lo que las soluciones deben contemplar altos niveles de absorción.

4.1.2.2.2 CÁLCULO MODOS NORMALES DE VIBRACIÓN (CONTROL ROOM)

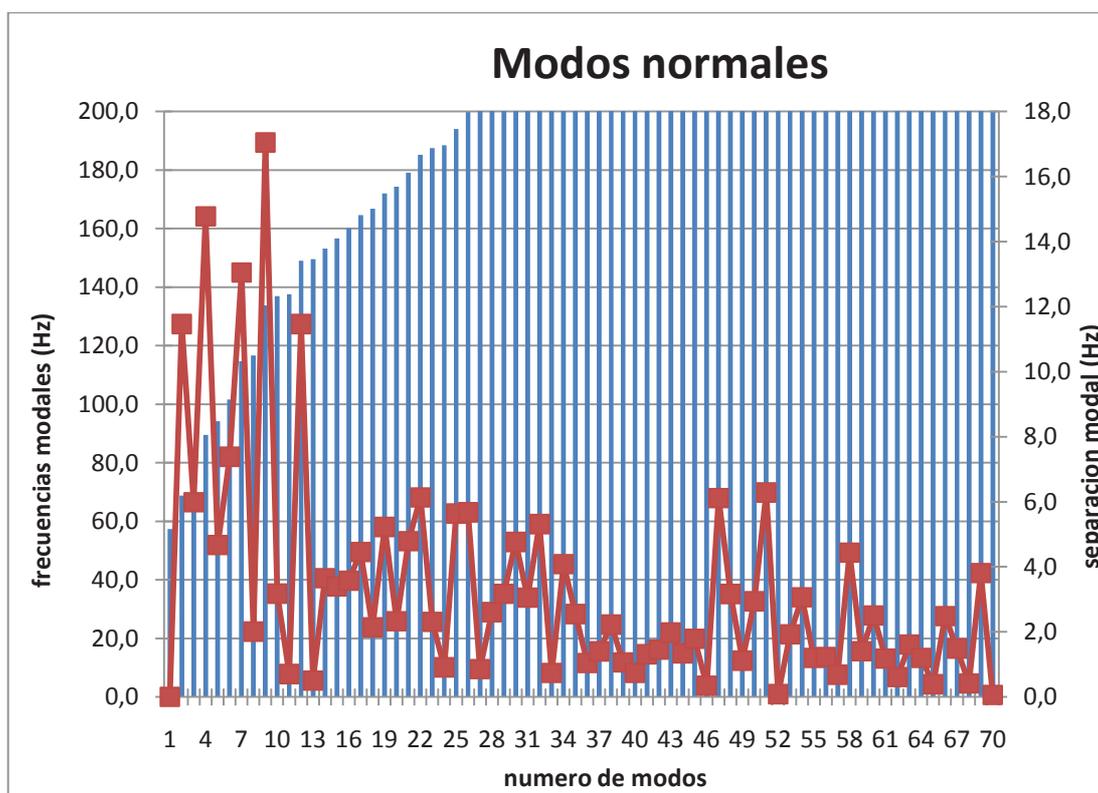
Tabla 4.5 Criterio de Bonello

CRITERIO DE BONELLO	BANDA DE 1/3 DE OCTAVA (Hz)										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	TOTAL
NÚMERO DE MODOS:	0	0	0	0	1	2	2	3	7	11	26

FUENTE: El Autor

Como se ve la distribución modal de la sala por banda de 1/3 de octava cumple con el criterio ya que al subir la banda de frecuencia la cantidad de modos aumenta o se mantiene. Se observa que como la sala es pequeña los modos normales tienden a presentarse en frecuencias más altas.

Gráfico 4.2 Modos Normales de Vibración



FUENTE: El Autor

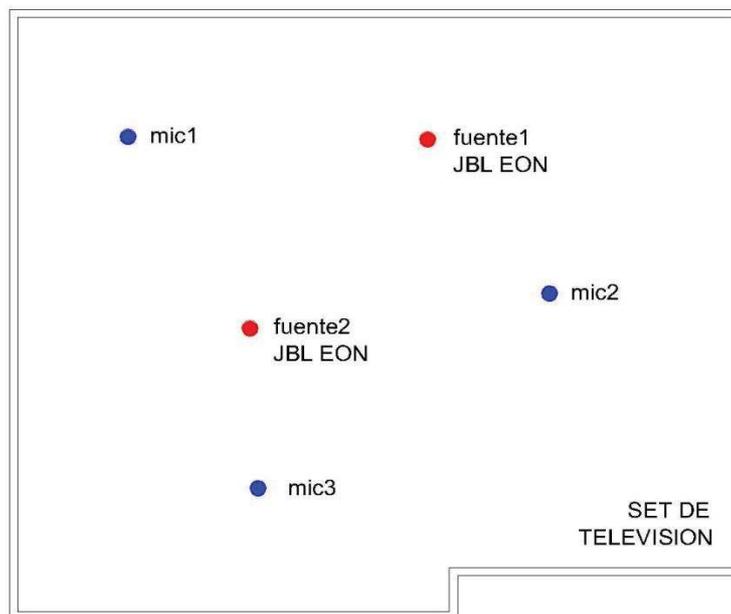
En el anterior gráfico se observa cómo se desarrollan los modos en el eje de frecuencia teniendo una tendencia cerca a la lineal que es lo que se espera es decir uniforme en el espectro de frecuencia. La línea roja nos muestra la separación modal que existe, lo que se busca de esta línea es que no existan valores de separación modal demasiado unidos es decir concentración de modos en una frecuencia, es decir lo menos homogéneo posible.

4.1.3 MEDICIONES ACÚSTICAS

Se realizaron mediciones acústicas, para identificar problemas o falencias que no pueden ser percibidas de forma visual con una inspección del recinto, dichas mediciones permiten establecer valores numéricos para definir parámetros habitualmente usados en el acondicionamiento y aislamiento acústico de locales. Los instrumentos usados para realizar la medición acústica del recinto fueron:

- Micrófono de medición de respuesta plana.
- Interfaz de audio.
- Computador.
- Sistema de amplificación.

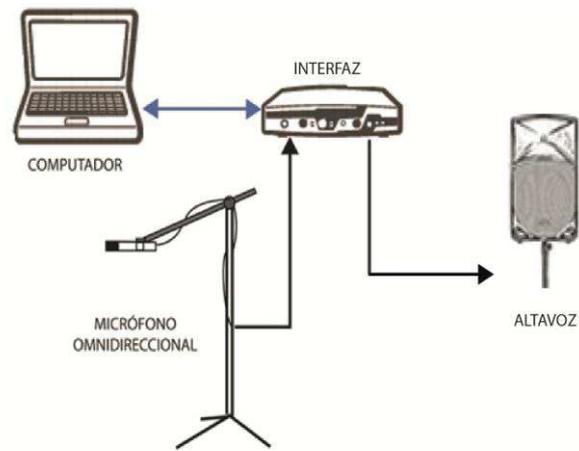
Para caracterizar de forma efectiva la sala, se establecieron mediciones de aislamiento acústico que consideraron: ruido de fondo dentro del recinto, modos normales de vibración de la sala, y tiempo de reverberación, las mediciones se hicieron siguiendo la normativa correspondiente es decir la ISO 3338 y la ISO 354. La distribución de los puntos de medición se muestra a continuación:

Gráfico 4.3 Distribución de los puntos de medición

FUENTE: El Autor

4.1.3.1 Respuesta de frecuencia

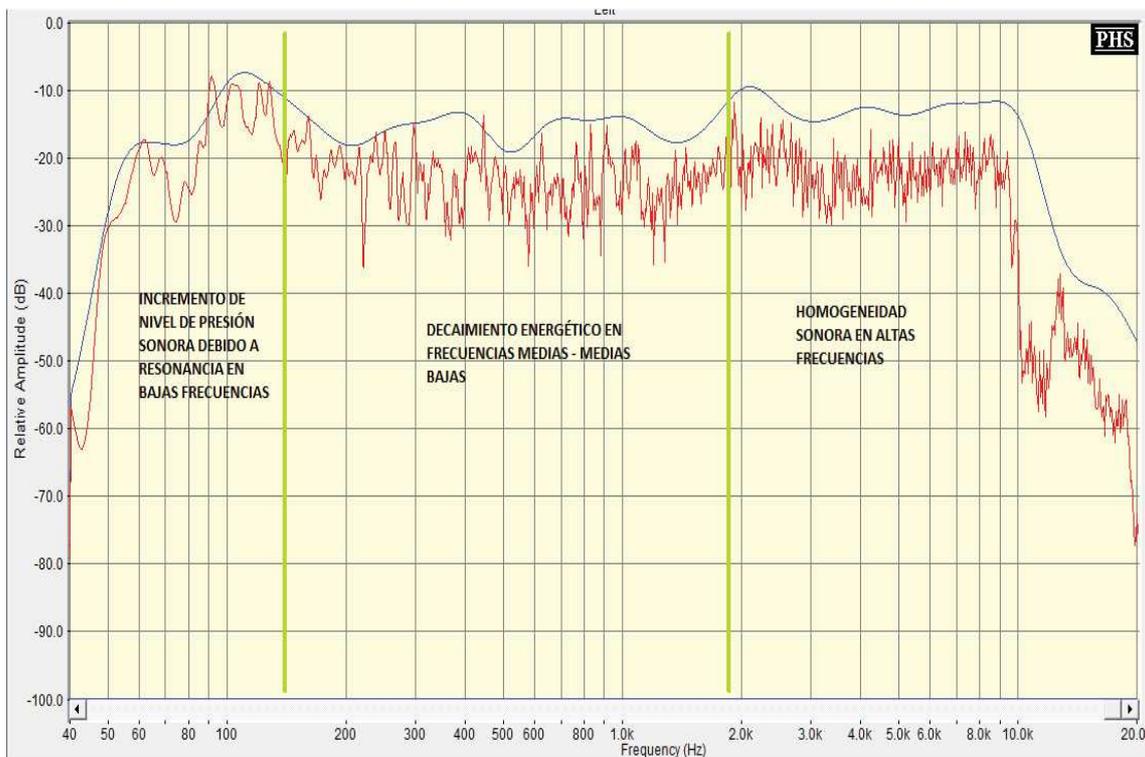
Para cuantificar la respuesta de frecuencia de un recinto, se realizan mediciones acústicas, mediante la emisión de ruido rosa de espectro completo 50 [Hz] a 16 [kHz] a través de una fuente sonora, cuyo nivel emitido es recogido por un micrófono de medición y enviado nuevamente hacia el computador, en donde, mediante un software específico, se detalla el NPS global y sus respectivo NPS por banda de frecuencias. A continuación se muestra la cadena electroacústica de la disposición del equipamiento requerido para la obtención de datos:

Gráfico 4.4 Equipamiento

FUENTE: El Autor

Cabe también señalar, que la respuesta acústica óptima es aquella, donde la sala no produce ningún efecto sonoro (coloración sonora) sobre los sonidos generados en su interior (respuesta plana); considerando los puntos de medición más representativos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico 4.5 Respuesta en frecuencia del set de televisión, el eje X representa frecuencia y eje Y nivel de presión sonora. La línea azul es la misma suavizada a 1/3 de octava



FUENTE: El Autor

La sala refuerza naturalmente la sonoridad de bajas frecuencias, por efectos de resonancias internas conocidos como modos normales de vibración, esto incrementa los niveles de presión sonora especialmente en el rango comprendido entre 50 a 150 Hz, con frecuencias críticas de 60 y 90 HZ, que afectan directamente la inteligibilidad de la palabra en la sala. En frecuencias medias y medias bajas existen caídas de nivel por lo que será necesario nivelarlas con ayuda de reflectores o difusores. En altas frecuencias (desde aproximadamente los 1,5 KHz), el NPS se mantiene estable por lo que no sería necesaria ninguna modificación.

4.1.3.2 Modos normales de vibración

Además del análisis por las mediciones realizadas se corroboró las mismas mediante consideraciones teóricas para el diseño del set de televisión; el análisis de los modos normales de vibración se originan al interior de la sala y que dependen de la forma del recinto y sus dimensiones. Según los resultados del criterio de Bonello, se tendrían mayores problemas en la región entre los 25 y 31.5 Hz, que comparado con las mediciones se refleja el mismo resultado en la frecuencia de 60 Hz, es decir el doble del cálculo teórico. Cabe destacar que como las dimensiones son grandes no se pueden aplicar el criterio de Bolt, pero al realizar el análisis los primeros 25 modos quedan por debajo de los 45 Hz y con espaciamentos mínimos y regulares, es decir una buena distribución modal, exceptuando las frecuencias problemáticas que se han detallado, donde se presenta un mayor espaciamento modal.

4.1.3.2.1 CÁLCULO MODOS NORMALES DE VIBRACIÓN (SET DE TV)

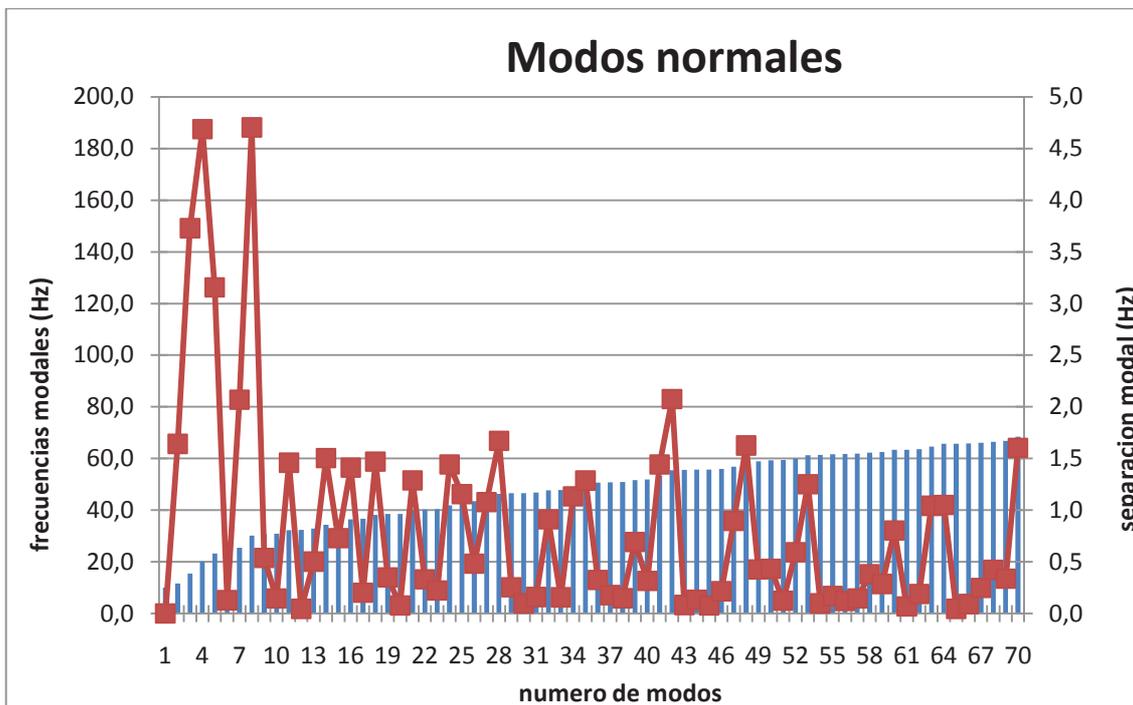
Tabla 4.6 Criterio de Bonello

CRITERIO DE BONELLO	BANDA DE 1/3 DE OCTAVA (Hz)										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	TOTAL
NÚMERO DE MODOS:	3	4	11	13	25	34	28	27	48	19	212

FUENTE: El Autor

El número de modos por banda de tercio de octava deberían ser ascendentes o mantenerse según sube la frecuencia. Como se ve en las bandas de 63 a 80 y de 80 a 100 existe una caída lo cual no cumpliría con el criterio. Esto se puede corroborar con las mediciones obtenidas por lo que confirma el uso de resonadores sintonizados en 65 y 90 Hz.

Gráfico 4.6 Gráfico Distribución modal



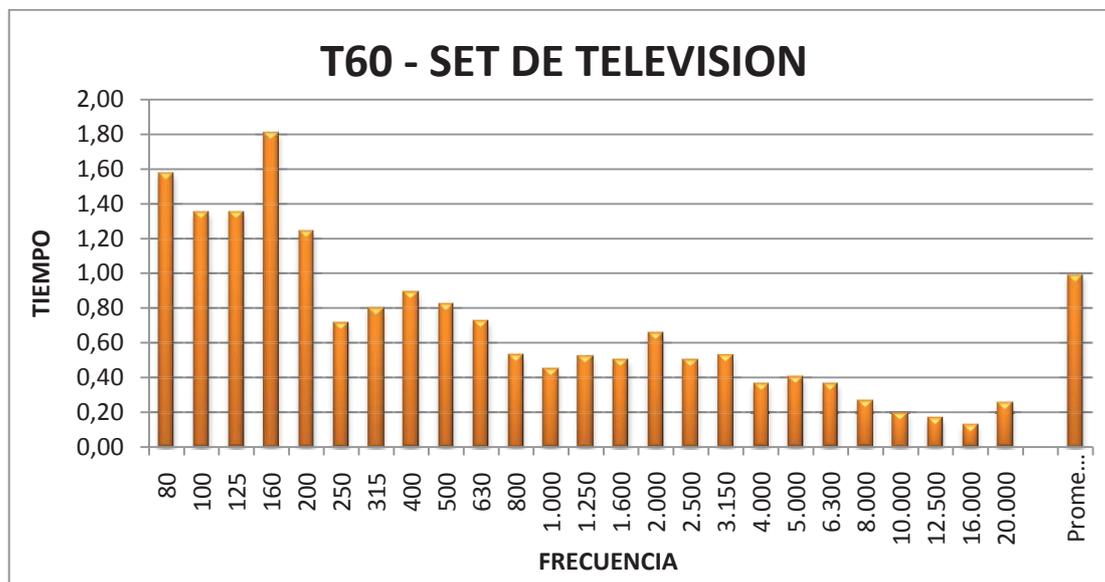
FUENTE: El Autor

La distribución modal en el eje frecuencia no presenta una tendencia tan lineal como la esperada, además se pueden ver concentraciones de modos desde los 60 Hz.

4.1.3.3 Tiempo de reverberación

Para caracterizar de forma eficiente al set, se obtuvieron muestras del tiempo de reverberación en 3 puntos con dos posiciones de fuente siguiendo recomendaciones correspondientes como las posiciones de los micrófonos y la fuente y las distancias entre estos. De esta manera se obtiene un único valor promedio que describa la acústica total de la sala; se debe señalar que se obtuvo valores similares en todos los puntos medidos. En la figura 4.4 se muestra el tiempo de reverberación de la sala:

Gráfico 4.7 Valores del T60 medido en 1/3 de octava en el set de televisión.



FUENTE: El Autor

Tabla 4.7 Valores del T60 medido en el set de televisión

FRECUENCIA	TIEMPO DE REVERBERACIÓN					
	125	250	500	1000	2000	4000
	1,5	0,91	0,81	0,5	0,55	0,43

FUENTE: El Autor

La tabla 4.1 muestra el tiempo de reverberación actual con el que cuenta la sala por bandas de octava, está dentro de un promedio de 0.98 segundos, es decir, cumple con los parámetros establecidos para este tipo de recinto, haciendo que la comunicación verbal o inteligibilidad de la palabra sea factible de lograr dentro de esta. Sin embargo cabe destacar la reverberación por debajo desde los 200 Hz donde se comprueba con el análisis de modos normales que es necesario el uso de resonadores para equilibrar la sala, además se puede ver los decaimientos en frecuencias medias y el pico en 2 KHz el cual se reducirá al poner los resonadores.

La metodología utilizada para la medición fue la siguiente:

- Medición de parámetros generales es decir temperatura y humedad relativa que no pueden variar más de ± 1 °C y $\pm 5\%$ respectivamente. (No hubo variaciones significativas durante la medición)
- Determinación de dos posiciones de fuente, a una altura mínima de 1,2 m, a una distancia mínima de 1,5 m de cualquier punto de medición y a 0,50 m de cualquier superficie. (cumple sin complicaciones)
- Calibración de micrófonos y del sistema de medición.
- Determinación de los puntos de medición (apropiada cobertura del recinto); deben ser colocados a una distancia mínima de 1 metro de cualquier superficie reflectante, la distancia mínima entre micrófonos debe ser de 1.5 m y la distancia entre el micrófono y la fuente no debe ser mayor a 2 m. Los puntos de medición deberán estar más lejos de la distancia crítica. (cumple sin complicaciones)
- Medición del ruido de fuente en cada punto
- Verificar la relación señal ruido sea mayor a 10 dB más el 30 decibeles por medir en este caso el RT30. (cumple sin complicaciones)
- Utilización del método de ruido interrumpido para la medición: alimentación de ruido rosa de la fuente durante 15 segundos para producir el estado estacionario requerido.

4.1.3.3.1 CÁLCULO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN (SET DE TELEVISIÓN)

Tabla 4.8 Superficie y Volumen

SUPERFICIE	859
VOLUMEN	1408

FUENTE: El Autor

Tabla 4.9 Coeficiente de Absorción

SUPERFICIE (m ²)	MATERIAL	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN					
		125	250	500	1000	2000	4000
349,56	Tela plegada a la mitad 0,6 Kg/m ²	0,26	0,2	0,1	0,07	0,04	0,07
251,37	Madera contrachapad a 1" con 10 cm de cámara de aire	0,035	0,04	0,027	0,03	0,02	0,02
251,37	Piso de cemento	0,02	0,04	0,08	0,2	0,35	0,4
6,6	Puerta metálica	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09

Tabla 4.10 Absorción Total y α PROMEDIO

ABSORCIÓN TOTAL						
FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	4000
T60	114,36	215,42	250,21	292,47	275,05	230,04

FUENTE: El Autor

α PROMEDIO						
FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	4000
T60	1,97	1,05	0,90	0,77	0,82	0,98

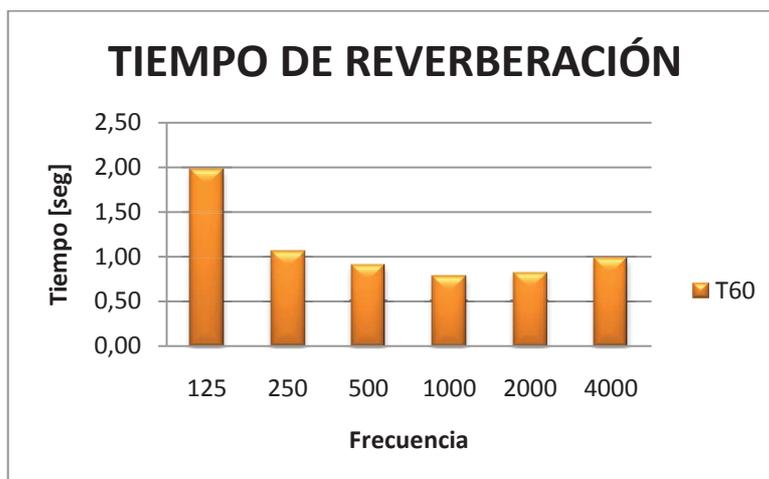
FUENTE: El Autor

Tabla 4.11 Tiempo de reverberación

TIEMPO DE REVERBERACIÓN						
FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	4000
T60	1,97	1,05	0,90	0,77	0,82	0,98

FUENTE: El Autor

Gráfico 4.8 Tiempo de Reverberación



FUENTE: El Autor

4.1.3.4 Ruido de Fondo

Este parámetro es medido durante 10 minutos para poder caracterizar de forma rápida los niveles de ruido siempre permanente en el local en los tres puntos establecidos en el gráfico 4.1, se debe señalar que no se obtuvo grandes diferencias entre los tres puntos; y se obtuvo un valor L_{eq} igual a 55 dB.

En el caso de estudios de televisión, el ruido de fondo debe estar comprendido en una curva NC de 20 a 25 lo que corresponde aproximadamente a un nivel equivalente sonoro de 25 a 35 dBA, por lo que el set de televisión no cumple con el ruido de fondo actual.

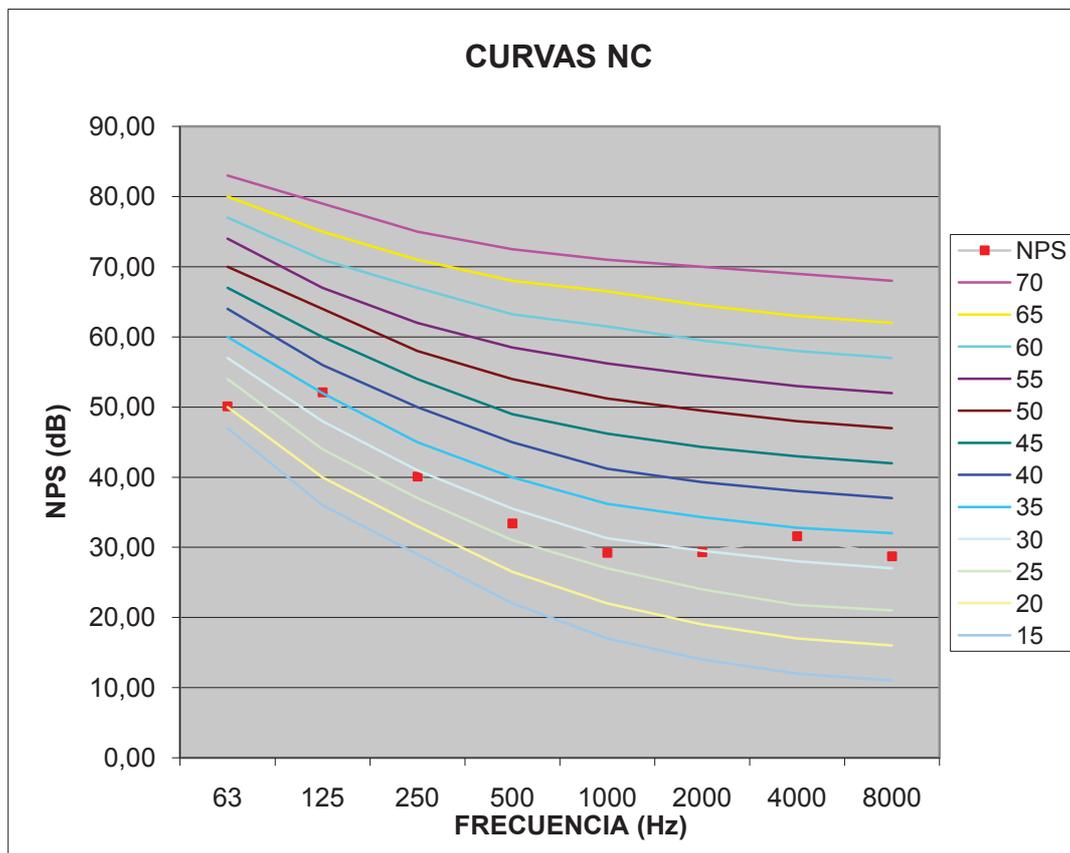
Tabla 4.14 Valores de ruido de fondo comparado con curva NC20

FRECUENCIA	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
RUIDO FONDO	52,5	54,1	40,1	33,4	29,2	29,3	30,6	28,7
CURVA NC-20	50,0	40,0	33,0	26,5	22,0	19,0	17,0	16,0
ATENUACIÓN REQUERIDA	2,50	14,10	7,10	6,90	7,20	10,30	13,60	12,70

FUENTE: El Autor

Como se puede observar en la tabla las bandas de frecuencias son las de 125 Hz y las de 4 y 8 KHz, que son las que necesitan mayor atención para el diseño de aislamiento acústico; las bandas de frecuencia alta podrán ser aplacadas con material absorbente para que controle estas frecuencias; de igual manera cabe revisar si el sistema de ventilación cumple con la curva especificada. Aun así el ruido de fondo es relativamente bajo y todas las frecuencias deben cumplir para la curva NC25 que es el límite para este tipo de recinto sin embargo se ha buscado el mejor caso posible como objetivo; las frecuencias bajas son las que deberán ser evaluadas a la hora de realizar el aislamiento acústico sobre todo a 125 Hz.

Gráfico 4.9 Asignación de curva NC actual



FUENTE: El Autor

4.2 Electroacústica

4.2.1 Situación Actual

4.2.1.1 UNIDADES DE ENTRADA

- **Microfonía**

Los micrófonos utilizados en canal UNO son de varios tipos, para estudio existe cuatro micrófonos *lavalier* de los cuales 2 son SHURE de frecuencia asignada y 2 AUDIX RAD-360 de frecuencia asignable, estos tipos de micrófonos son inalámbricos, es por eso que la transmisión es interferida por otras frecuencias de diversos transmisores y micrófonos que se encuentran cerca del lugar. En estudio son usados dos micrófonos de mano inalámbrico SHURE SM 58 que se usan en grabaciones que exista gran cantidad de personas, estos micrófonos no tienen frecuencia seleccionable es por ese motivo que existe interferencia de radio frecuencias.

Un problema existente en el canal es la edad que tienen estos micrófonos, pues han sido usados durante doce años y la vida útil de este tipo de micrófonos son apenas de seis años; por lo tanto el audio pierde calidad y emite ruido en ciertas ocasiones por el desgaste de la cápsula.

En campo se utiliza micrófonos de tipo *Shotgun* Audio Technica AT897, de mano alámbricos Shure SM 58; los micrófonos inalámbricos no suelen ser utilizados en campo por el problema de interferencia por frecuencias.

- **Consola**

La consola utilizada por Canal UNO, no presta la ayuda necesaria para trabajar en televisión, porque no es una consola de *broadcast*, este tipo de consolas son utilizadas generalmente para mezcla de sonido en Vivo y grabación multipista, es una consola MACKIE de 24x4, esto quiere decir; que tiene 24 canales y 4 sub grupos, de los 24 canales 2 son estéreo, consta con 6 envíos auxiliares por canal, de los cuales, 2 son *pre-fader*, 2 son *post-fader* y los otros dos son auxiliares seleccionables entre pre y post, tiene un alto nivel de

headroom, una ventaja es que tiene una sección de *talkback* con un micrófono pre-amplificado, *la consola en canal UNO es utilizada de la siguiente manera:*

Los 6 auxiliares son repartidos de la siguiente manera:

Tabla 4.15 Distribución de Auxiliares

AUX 1	Monitor de Piso
AUX 2	Apuntador 1
AUX 3	Apuntador 2
AUX 4	Hibrido Telefónico
AUX 5	<i>Switcher</i>
AUX 6	Sin utilizar

FUENTE: El Autor

Los 24 canales son repartidos de la siguiente manera:

Tabla 4.16 Distribución de canales en consola

Canal 1- 6	Sección de Micrófonos
Canal 7 – 8	<i>News Edit</i> (L-R)
Canal 9	Señal de Microonda
Canal 10	Señal de Satélite
Canal 11	Señal de Demodulador
Canal 12 – 13	Reproductor 1 (L-R)
Canal 14 – 15	Reproductor 2 (L-R)
Canal 16 -17	Reproductor 3 (L-R)
Canal 18 – 19	Reproductor 4 (L-R)
Canal 20	Hibrido Telefónico
Canal 21 (Estéreo)	<i>Skype</i>
Canal 22 (Estéreo)	Computador

FUENTE: El Autor

4.2.1.2 PROCESADORES

- **Ecuilizador**

El canal posee un ecualizador Tapco T 231 que es un ecualizador gráfico de 31 bandas, es de 1/3 de octava, posee *faders* deslizantes, tiene dos tipos de filtros un pasa altos @ 40 Hz, y un pasa bajos @ 16 KHz. Este ecualizador posee un bypass para comparar las señales entre la señal ecualizada y la señal natural, tiene indicador de saturación independiente para cada canal, este ecualizador es de 2 canales usados de la siguiente manera: un canal es utilizado para el control *room*, el otro canal es utilizado para el estudio, este ecualizador es más bien usado para dividir ambientes, mas no para ser usado en estéreo.

- **Compresor**

Canal UNO posee un compresor limitador dbx 166A, es uno de los primeros compresores que fabricó dbx, carece de una compuerta de ruido, tiene un botón e indicador de bypass, tiene un indicador que muestra cuanto la señal ha sido atenuada por el compresor, está conectado por medio de un cable *insert* al *master*, el canal no posee un compresor para cada canal si se lo requiere; posee un circuito de puerta expansor con un tiempo de decaimiento variable y un máximo de +15 dB de umbral, posee limitador de picos para evitar saturaciones, el ruido de fondo permitido en este compresor es de -90 dBu.

- **Híbrido Telefónico**

El híbrido telefónico del canal es un Gentner SPH-3A, consta de una sola línea, por lo que si 2 entrevistados quieren hablar entre si no podrían, este híbrido se encuentra conectado de la siguiente manera: el envío va de la salida de auxiliar de la consola que está en pre-fader, hacia el híbrido y éste a su vez hacia el teléfono, mientras que el retorno viene del teléfono hacia el híbrido y este a su vez hacia la consola por entrada de micrófono, el nivel con que se entra está entre de -5 y 0 dB, dependiendo de la persona que esté en la línea.

4.2.1.3 UNIDADES DE SALIDA

MONITOREO

- **De piso**

El retorno de piso está compuesto por una caja amplificadora JBL EON 15 G2, tiene una potencia nominal de 400 W, tiene una respuesta de frecuencia de 42 Hz a 17 KHz, existe solo uno en el set y por el tamaño del set su cobertura no alcanza a cubrir todas las partes del estudio, la caja está direccionada hacia el centro del set y se encuentra localizada junto a la puerta de entrada, enfocándose a lado izquierdo del set.

- **Control Room**

El canal solo posee un monitor TAPCO S-5 “*Active Studio Monitor*”, colocado a lado izquierdo del operador, al tener solo un monitor no existe ningún tipo de angulación, es por esto que el operador no puede tener una suficiente respuesta de cómo la señal de audio está al aire, este se encuentra conectado a la *main mix* de la consola.

- **Control Master**

El control Master posee un monitoreo con una caja JBL EON de tipo activa, situada en la parte posterior de la cabina, por lo que para el director de cámaras, persona que opera el telepronter, generador de caracteres, no existe claridad en el audio de los presentadores, es por este motivo que existen muchos errores de coordinación al no ser entendible lo que el entrevistador o entrevistado estén hablando.

- **Apuntador**

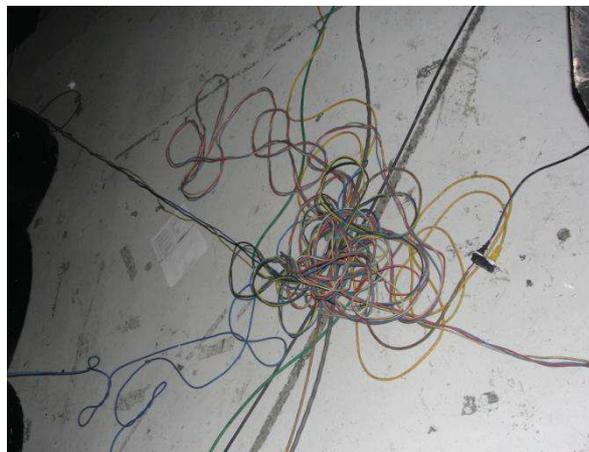
Son audífonos de oído, sirven para que el presentador escuche la señal de audio, comandos del director, está conectado a un auxiliar de la consola, en el caso de canal UNO se encuentra conectado en el auxiliar 2.

4.2.1.4 CONEXIONES

- **Cables**

Las mallas de los cables son sumamente desgastadas, los cables han sido usados por muchos años y no responden de igual manera, otro punto importante es que los cables de audio pasan por el mismo lugar que pasan los cables de electricidad, produciendo ruido e interferencias molestosas para el producto final, este tipo de situaciones no permite tener una calidad en el audio e interrumpe el crecimiento a nivel de audio en Canal UNO.

Gráfico 4.9 Cables



FUENTE: El Autor

- **Conectores**

Existen conectores de tipo TRS, TR, XLR, RCA, pero una parte de los conectores que existe en canal UNO están desgastados, rotos, es por eso que en ciertas ocasiones en transmisiones en vivo se pierde el audio, la mayoría de los conectores utilizados en canal UNO son desbalanceados, en la única parte que están balanceados son en las entradas de micrófono de la consola, pero se convierte en señales desbalanceadas en la cadena electroacústica; hay mezcla entre conectores balanceados y desbalanceados, la corriente es balanceada porque tiene una puesta a tierra, todo este tipo de problemas se

debe a una posible falta de presupuesto e interés en audio que tienen las autoridades del canal

- **Patcheras**

El canal no consta con patcheras de audio, por lo tanto el continuo conectar y desconectar directamente de los equipos, ocasiona un desgaste de los conectores.

CAPÍTULO V

5. Análisis de Resultados

5.1 Acústica

5.1.1 Criterios de diseño

- Se debe cuidar de dar las dimensiones apropiadas a todos los paneles reflectantes del recinto ya que si estos son muy grandes, pueden causar falsa coloración de las fuentes sonoras, por lo tanto se ha acordado según las dimensiones de material las medidas de 1.22x0.60m con una curvatura que entrega una altura en el centro de 15 cm, estos paneles reflectantes no existen actualmente en Canal UNO.
- Las zonas reflectantes, deberían intercalarse con zonas altamente absorbentes para no elevar demasiado el T_{60} , por lo cual los paneles reflectantes se intercalaran a una distancia de 1.22 m en filas desfasadas por todo el techo del set sin interrumpir la parrilla de luces.
Cabe destacar que todo el cielo falso está cubierto por lana de vidrio (Teatro Negro) y además la cara posterior del panel también se cubrirá con lana de vidrio, para entregar la superficie absorbente además este techo falso absorbente ayudará a aplanar la respuesta en altas frecuencias.
- Debe evitarse a toda costa el uso de superficies cóncavas ya que ellas producen Focalizaciones de Sonido, es decir, concentraciones sonoras en un solo punto, lo cual va en desmedro de la calidad acústica del local.
- Se recomienda seguir el criterio establecido por la curva NC- 25 como máximo tomando como curva objetivo la NC20 para ruido de fondo. Al respecto, cabe señalar que el sistema de aire acondicionado también debe cumplir con dichos requerimientos.
- Se debe buscar sistemas de aislamiento acústico que puedan ser instalados por el espacio existente y la estructura existente, buscando la utilización de los materiales actuales.

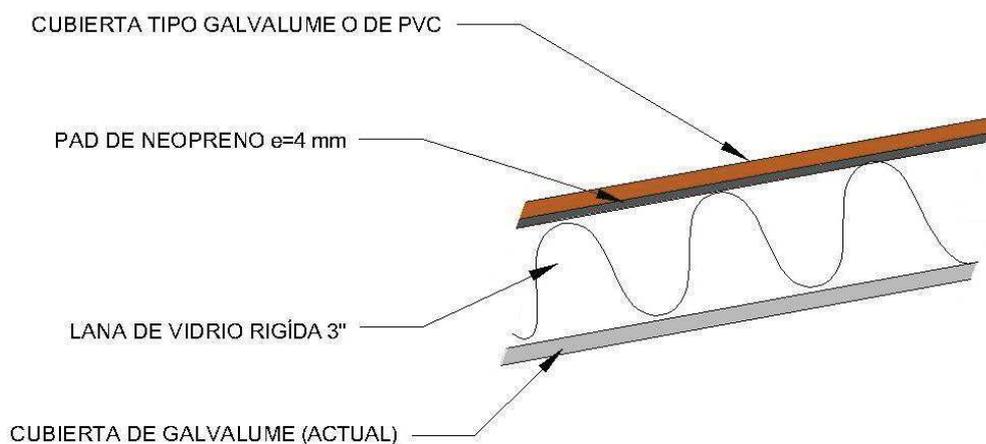
- Para el aislamiento se debe buscar sistemas que respondan bien a bajas frecuencias.

5.1.2 Set de televisión

5.1.2.1 Aislamiento Acústico

- **Cubierta:** Utilizando la cubierta actual como punto de partida se propone un mejoramiento de la misma, para esto se propone la utilización de una capa de barrera de vapor (una lámina de polipropileno o un foil de aluminio), luego una capa de fibra de vidrio rígida de 70 Kg/m³ de 5 cm, un pad de neopreno de máximo de 5 mm, y posteriormente la cubierta final donde se recomendará el uso de cubierta de PVC, como tejas de PVC, o el uso de cubierta metálica tipo galvalume. Estas recomendaciones deben aplicarse a la totalidad del techo del set de grabación ya que de otra manera existiría ruido que pase por la estructura llegando a todo el set. Esta medida ayudará a evitar que las bajas frecuencias y el ruido de impacto como lluvia o granizo entren al recinto.

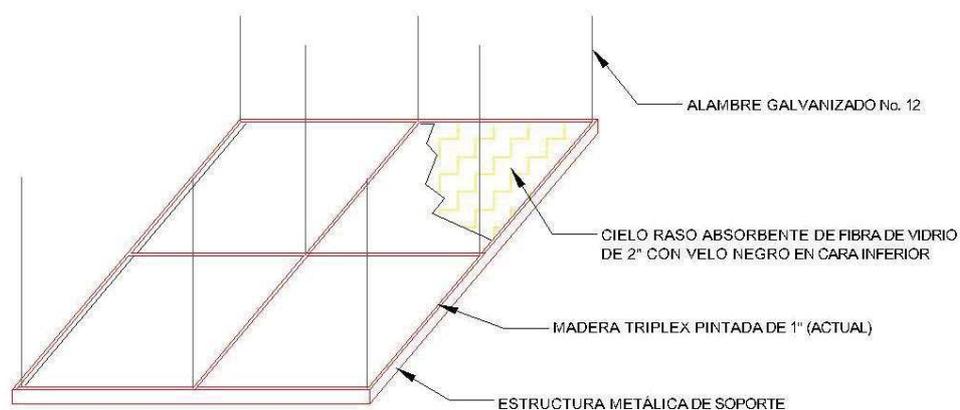
**Gráfico 5.1 Corte transversal de cubierta-
Detalle de los elementos constructivos**



FUENTE: El Autor

- **Techo y Cielo Falso:** El techo debe estar recubierto en su totalidad por una capa compuesta de contrachapado de 1.25 cm (ya existente) y lana de vidrio rígida de 5 cm. Esta disposición será sujeta mediante un entramado metálico que se anclará a la estructura principal de la cubierta. Esto se propone para ayudar a reducir la transmisión sonora además de contribuir a equilibrar la respuesta de la sala dentro del recinto.

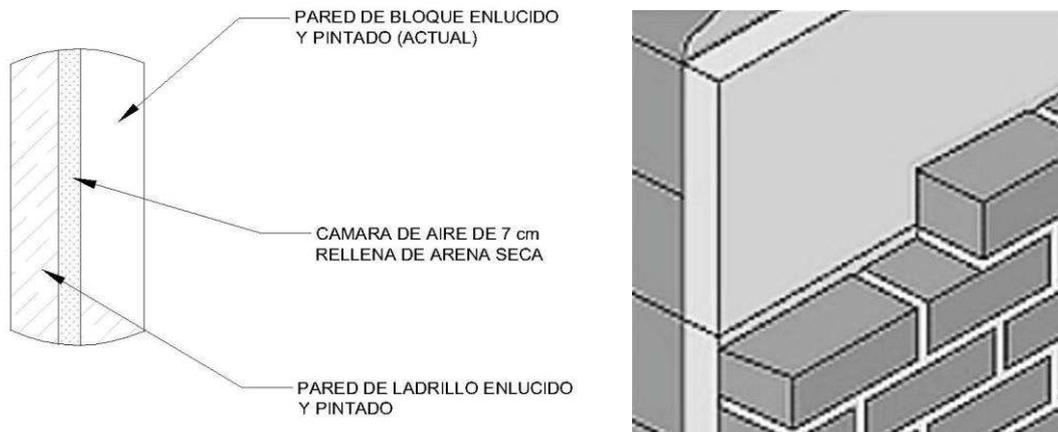
Gráfico 5.2 Detalle constructivo del cielo raso



FUENTE: El Autor

- **Muros Laterales:** En el proyecto se mantendrán las paredes actuales y se buscará complementar dichas paredes para obtener el aislamiento acústico deseado y al menor costo, para lo cual se optará por el muro doble de concreto, ladrillo o símil, con cámara de 7 [cm] de espesor rellena en su totalidad con arena seca. La separación entre el set de televisión y el control *room* está hecha de la misma forma, es decir, partición doble de ladrillo enlucido relleno con arena. La forma de sellar las terminaciones a la cubierta se realizará mediante ladrillo, además de rellenar todas las posibles grietas o fugas con espuma de poliuretano expandida. En el gráfico 5.3 se puede observar el detalle constructivo recomendado por su eficacia y su costo.

Gráfico 5.3 Detalle constructivo pared del set de televisión



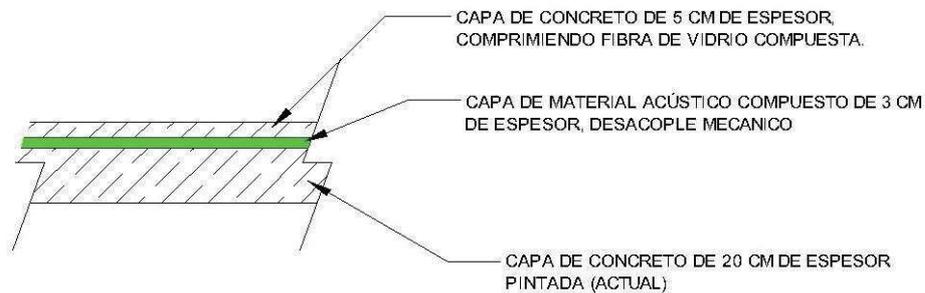
FUENTE: El Autor

Esta propuesta pretende ayudar a reducir la transmisión sonora entre el interior y el exterior del recinto especialmente en bajas frecuencias. El STC esperado es alrededor de 70 dB, por la suma de STC de los distintos elementos.

El valor entregado se basa en modelación realizada en el programa Insul V6.3 y las tablas revisadas en, <http://www.stcratings.com/>; con lo cual el sistema sin el relleno de arena entrega un STC de 60 dB pero sobre todo es un estimativo entregado por la experiencia de sistemas similares ya instalados. Hay que destacar que la arena es un material que proporciona amortiguamiento y masa al sistema esperando una mejora del STC de al menos 10 dB.

- **Suelo:** Respecto al suelo, se recomienda instalar sobre la losa estructural de concreto, un pad de caucho semi-rígido de al menos 5 [mm], y sobre éste, el piso del estudio de televisión, que puede ser una capa de hormigón para mantener la idea anterior (el espesor no es relevante si se respetan las recomendaciones anteriores). Esto se hace con el fin de atenuar cualquier tipo de vibración mecánica transmitida por el suelo y que pudiera causar problemas de ruido indeseado.

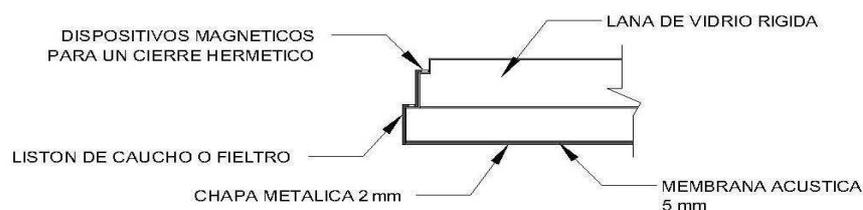
Gráfico 5.4 Detalle constructivo del suelo del set de televisión.



FUENTE: El Autor

- Puertas:** La puerta de acceso debe garantizar un TL similar obtenido por las paredes para de esta manera no perjudicar el aislamiento global del recinto. Para el diseño de dicha puerta se tomó en cuenta los parámetros como dimensiones, movilidad y material. Se recomienda el uso de puertas metálicas rellenas con lana mineral o algún símil, con cierre magnético o algún equivalente desde el punto de vista de la aislación. Esto se recomienda con el fin de evitar problemas de filtración de ruido desde y hacia el recinto. Por razones de seguridad, las puertas deben contar con un sistema de cierre automático que permita la evacuación oportuna del público o del personal en caso de ser necesario. La puerta de acceso desde las oficinas se mantendrá la existente y se adicionará una nueva con cámara de aire de 5 cm y de esta manera lograr la atenuación deseada. La puerta metálica poseerá un STC de 49 dB (obtenido de www.acusticaintegral.com) y la nueva puerta de vidrio poseerá una atenuación de 45 dB (Gráfico 5.17).

Gráfico 5.5 Detalle constructivo puerta metálica tipo *sandwich*

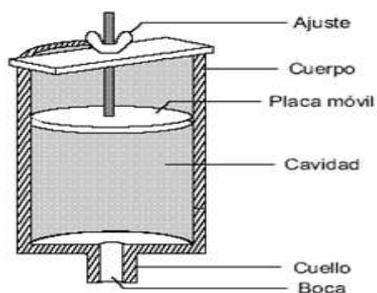


FUENTE: El Autor

5.1.2.2 Acondicionamiento acústico

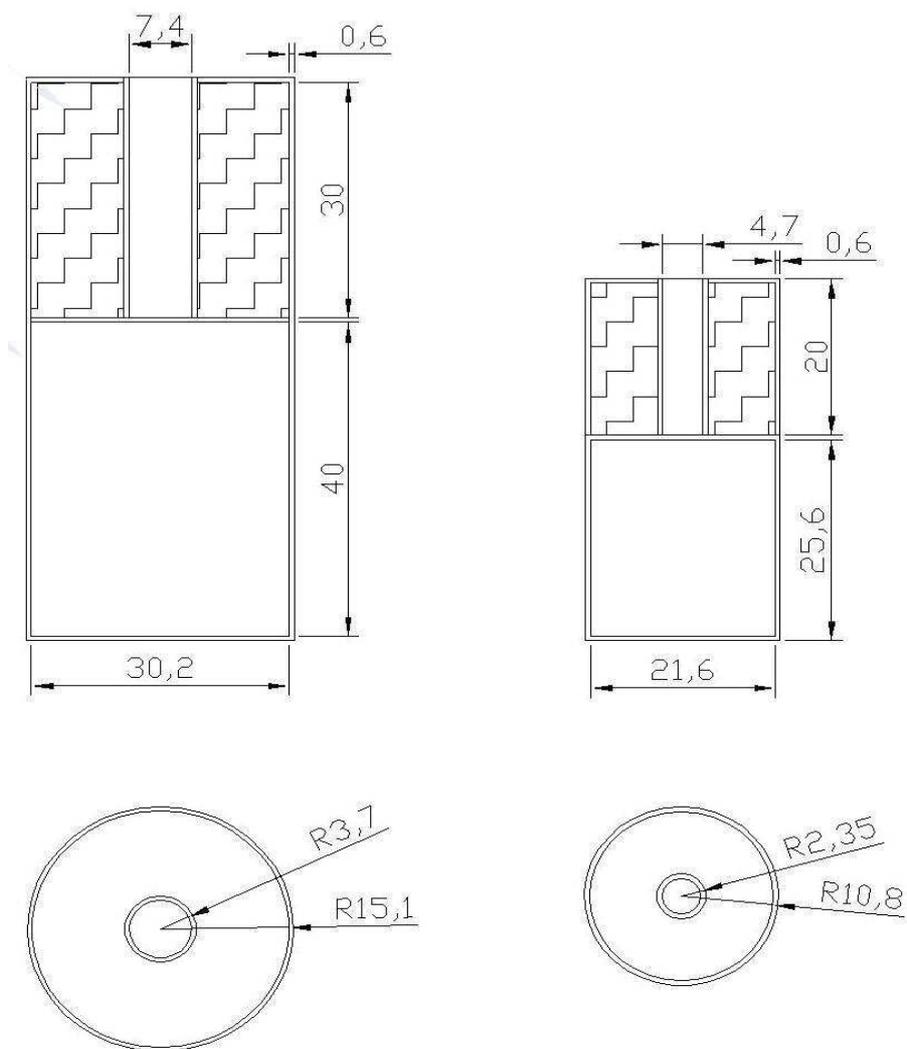
- **Paredes:** En la actualidad existe un revestimiento completo con cortina plegada al 50% la cual aporta una gran absorción y mantiene un tiempo de reverberación estable desde los 250 Hz, por lo cual se reutilizará el mismo sistema una vez instalada la doble pared. El NRC será de alrededor de 0,60.
- **Techo:** Para cumplir con los requerimientos para un estudio de televisión, se propone instalar paneles reflectores convexos para lograr un amplio ángulo de cobertura y sin sacrificar un gran espacio, se van a ubicar suspendidos del techo, van a cumplir la función de que el sonido llegue a todos los lugares del recinto de manera homogénea, lo que mejoraría la intangibilidad de la palabra, además de evitar la caída de NPS en frecuencias medias y lograr una respuesta más equilibrada. Adicionalmente se ubicarán paneles resonadores unitarios de Helmholtz cilíndricos sintonizados a bajas frecuencias (65 y 90) Hz. Los paneles reflectores serían fabricados de policarbonato pintado o madera flexible que permita un radio de curvatura; los resonadores serán de madera, tanto a los resonadores como a los paneles se los ubicará a alturas de entre 50 [cm] a 1[m] del cielo raso. La ubicación de los paneles está limitada por la parrilla de luces, por lo cual se buscará los lugares más idóneos, la sujeción de los paneles y los resonadores será con alambre galvanizado y pernos de sujeción, que se anclaran al entramado metálico existente.

Gráfico 5.6 Se presenta un ejemplo de resonador cilíndrico



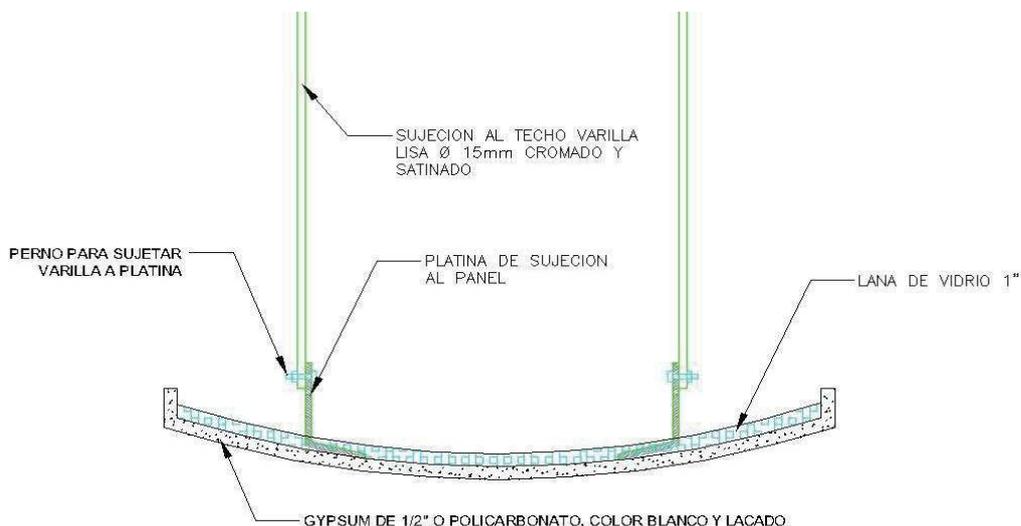
FUENTE: El Autor

Gráfico 5.7 Detalle constructivo de los resonadores según los diseños predeterminados



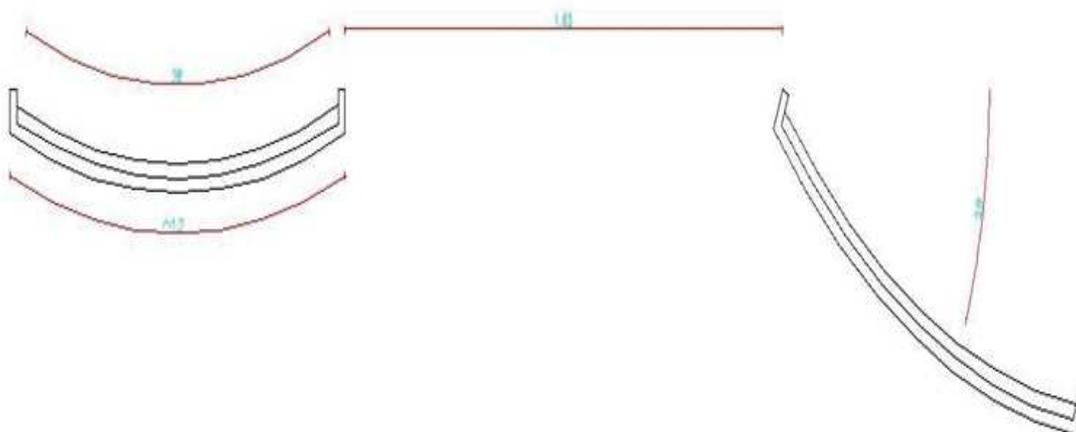
FUENTE: El Autor

Gráfico 5.8 Detalle constructivo del panel convexo reflectante; el radio de giro es de alrededor de 32°, las dimensiones e cada reflector son de 120 x 60 cm; siendo este radio de giro en lo largo del panel



FUENTE: El Autor

Gráfico 5.9 Detalle de posicionamiento de los reflectores (se deberán realizar las inclinaciones (25 °) para evitar que los reflectores difundan a otros sets si se utilizan los separadores)

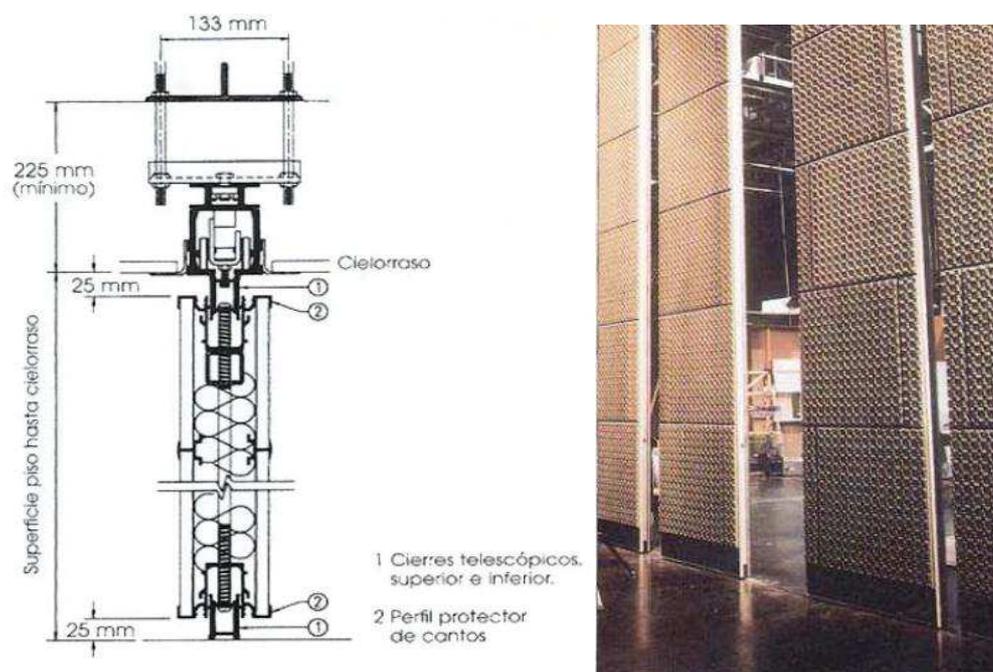


FUENTE: El Autor

- **Barreras acústicas móviles:** Se propone poner barreras acústicas plegables o móviles para permitir separar los distintos sets que pueden ubicarse dentro del recinto y con esto lograr un aislamiento sonoro deseado mientras se graban varios segmentos al mismo tiempo, la altura de la barrera será de 3,5m, y el largo de estas barreras será de 1m, pero se podrán ubicar varios paneles juntos para permitir tener barreras que cubran una mayor área, estos paneles serán hechos de la siguiente forma: estructura metálica de 6cm la que permitirá tener la cámara de aire, con ruedas en la parte inferior para permitir movilidad, en cada lado se pondrá un panel de *gypsum* de 12.5mm o un símil seguido de caucho de 2mm y luego fibrocemento de 12.5mm o una lámina metálica, la cámara de aire será rellena de lana de vidrio rígida, y al otro lado la misma configuración. A su vez se podrían poner intercalar estas franjas móviles con material absorbente como el “FonacPro” de 1”.

La instalación de las barreras se muestra el gráfico 5.8 que es un ejemplo de este sistema, está dado por la empresa DECIBEL de Argentina, donde se presenta un detalle realizado por ellos como punto de partida para realizar el sistema de paneles acústicos móviles:

Gráfico 5.10 Barreras acústicas móviles



FUENTE: www.decibel.com.ar

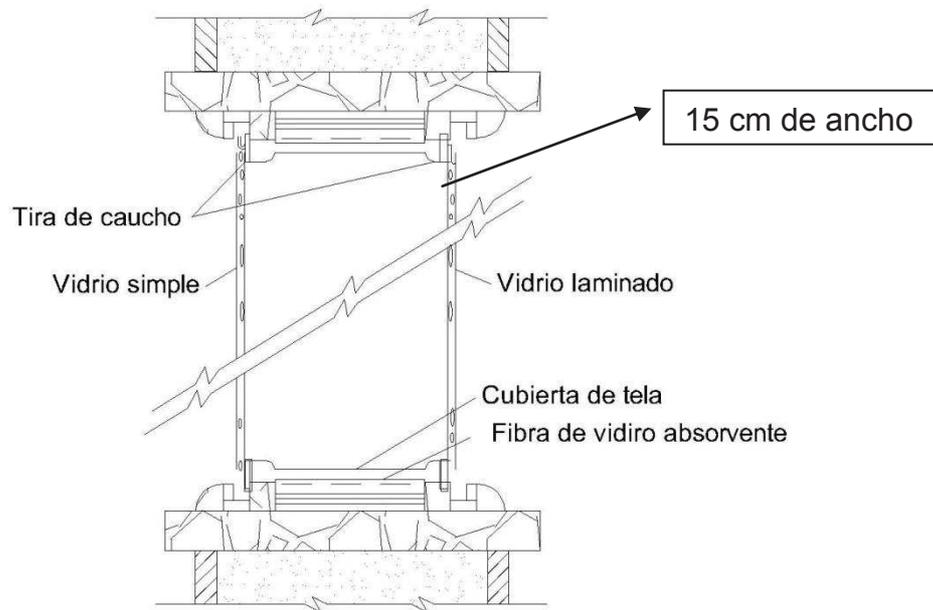
Como se puede apreciar se utilizará rieles de aluminio y ruedas en cada panelería para evitar la colocación de rieles en el suelo y obtener un espacio más multifuncional; para evitar posibles fugas sonoras se deberán instalar empaques de caucho para sellar las uniones entre el piso y el panel.

5.1.3 Control Room

5.1.3.1 Aislamiento acústico

- **Techo:** Para mejorar el desempeño del techo se rellenará la cámara de aire entre la losa estructural y el cielo falso actual con lana de vidrio, para evitar resonancias en la cámara de aire existente y ayudar en el aislamiento.
- **Paredes:** Dado que tres paredes son de vidrio se plantea realizar un mejoramiento en el aislamiento poniendo doble vidrio dejando una cámara de aire interna de 15cm con vidrio laminado 4+4 para aumentar el aislamiento, además debe poseer un montaje anti-vibratorio y un sistema anti-humedad como bolsas de sílica, la ventana divisoria del set y el control *room*, como la ventana divisora entre el control *room* y la cabina de video, tendrán una inclinación de 5° desde la vertical para el vidrio que da al control *room* y 2° desde la vertical para el vidrio que da al set o a la cabina de video. El objetivo que cumplen estas inclinaciones es hacer que la incidencia de los frentes de onda a la ventana no llegue en forma perpendicular, sino en forma inclinada, lo que ayuda a la reflexión sin transmisión de la vibración, con esta nueva configuración las paredes de vidrio poseerán una atenuación de 40-50 dB dependiendo de los sellos y puntos de conexión en la cámara de aire al instalar la ventana y de la cámara de aire de la partición. Las dimensiones variaran dependiendo de la arquitectura del recinto. En el gráfico 5.10 se puede apreciar un detalle constructivo y arquitectónico de la venta; además en la figura 5.9 se presenta el gráfico de aislamiento acústico modelado:

Gráfico 5.11 Aislamiento acústico modelado



FUENTE: El Autor

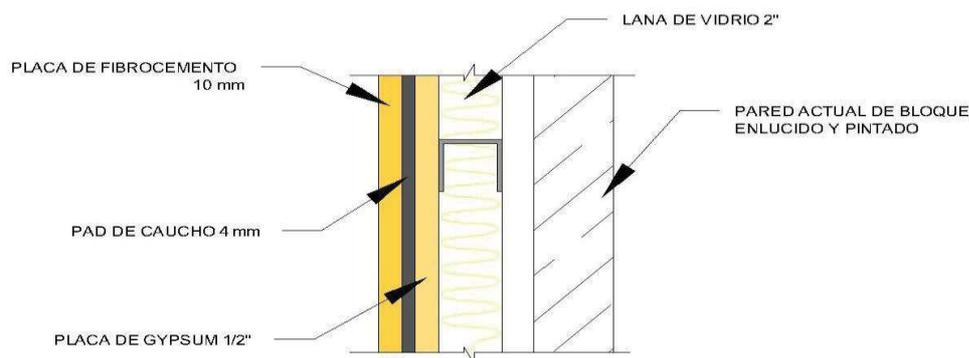
**Gráfico 5.12 Detalle constructivo y arquitectónico de
a ventana**



FUENTE: <http://www.soloarquitectura.com>

La única pared de bloque existente, así como los antepechos van a ser tratados realizando un mejoramiento que consistirá en dejar una cámara de 7 cm, rellena en su totalidad con lana de vidrio rígida de 70 Kg/m² combinada con lana de vidrio normal de 10 Kg/m² para abaratar los costos pero no perder eficiencia, a continuación se colocará una plancha de fibrocemento de 10mm seguido de caucho de 3 mm de 5 kg/m² para agregar amortiguamiento, masa y un control de vibraciones; y para terminar con una plancha de gypsum de 12,5 mm como acabado final para ser estucado y pintado, las placas deben ir intercaladas y cualquier grieta o fuga debe ser masillada o rellena con espuma de poliuretano expandible; el STC entregado por la partición será de 73 dB (Gráfico 5.17).

**Gráfico 5.13 Corte transversal de partición
– Detalle de los elementos constructivos**



FUENTE: El Autor

- **Puertas:** Se propone un mejoramiento a la puerta de vidrio actual, aumentando una puerta en el pasillo colocando una puerta de vidrio con una cámara de aire y poniendo doble vidrio laminado 4+4, de la misma forma que en las paredes, para mejorar el nivel de aislamiento entre el control *room* y el exterior. La nueva puerta poseerá una reducción de alrededor de 45 dB de acuerdo a los mismos moldeamientos teóricos realizados en las ventanas ya que es esencialmente la misma configuración; aunque cabe destacar que el tipo de montaje de la puerta

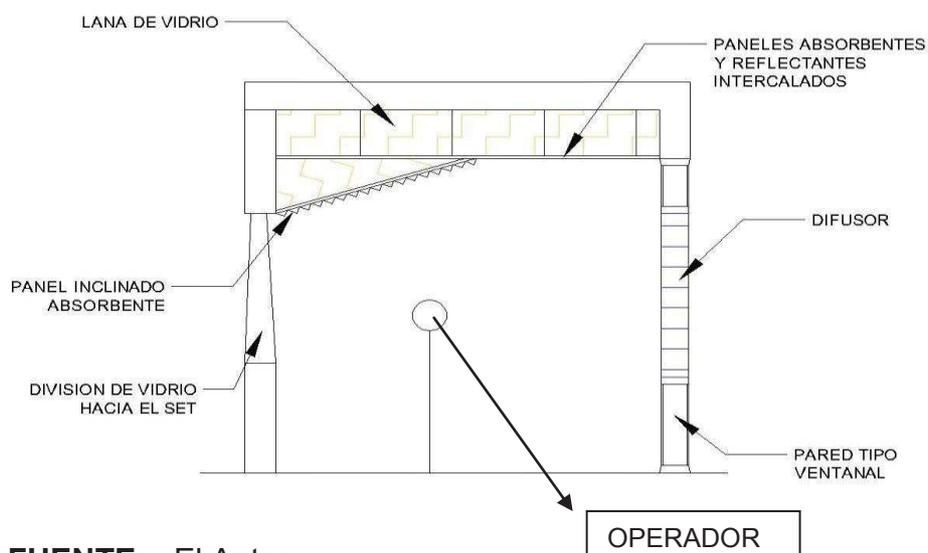
influirá en el resultado por lo que se recomienda el uso de burletes en el marco y sellos de caucho para evitar disminuciones por fugas.

5.1.3.2 Acondicionamiento Acústico

- **Paredes:** La pared de mampostería nueva, así como los antepechos serán recubiertos de material absorbente, poniéndose una plancha como lana de vidrio o espuma de poliuretano de celda abierta de 60cm y dejando un espacio de 60cm, por toda la pared y el antepecho, es decir la configuración quedaría 60cm absorción, 60cm reflexión, consiguiendo de esta forma un nivel homogéneo en la sala. En el vidrio posterior se pretende empotrar un difusor QRD Unidimensional sintonizado a la frecuencia de 800 Hz, para ayudar a resaltar las frecuencias de la voz, que en estudios de televisión es muy importante ya que generalmente la voz es con lo que se trabaja.
- **Techo:** Se va a realizar una inclinación en el techo para evitar los paralelismos y conseguir romper con ondas estacionarias y evitar filtros peine, además de permitir una zona libre de reflexiones en la ubicación del sonidista, esta inclinación será de 1,3 m de largo y 0,4 m de altura que vaya desde la parte frontal, esta inclinación poseerá relleno de lana de vidrio, y se le colocará en su totalidad con espuma de celda abierta, como el producto que existe en el mercado llamado “FonacPro de 50 mm”. En la parte restante del techo falso se colocará paneles reflectantes y absorbentes intercalados para lograr una mayor difusión de la sala, los paneles absorbentes serán “*Star Orion High Perforated* de 1 pulgada”, aprovechando la estructura actual del cielo raso. La parte delantera del techo que posee la inclinación sirve para evitar reflexiones en esta zona, y gracias al difusor trasero generar un sonido envolvente.
- **Piso:** El piso está compuesto de un pad de alfombra, la que cubre toda el área efectiva del piso, es decir, aproximadamente 7.5 m². El piso absorción permite que cualquier reflexión que incida sobre éste, no pueda causar

cancelaciones de frecuencias determinadas por fase, además controla muy bien vibraciones transmitidas por el piso desde alguna fuente cercana.

Gráfico 5.14 Esquema de acondicionamiento acústico del Control Room.



FUENTE: El Autor

CÁLCULO DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN PARA LA NUEVA PROPUESTA

Tabla 5.1 Coeficiente de Absorción

SUPERFICIE (m ²)	MATERIAL	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN					
		125	250	500	1000	2000	4000
9,81	Sistema de aislamiento acabado en gypsum	0,26	0,2	0,1	0,07	0,04	0,07
14,05	vidrio laminado	0,035	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
7,5	Alfombra sobre piso	0,02	0,04	0,08	0,2	0,35	0,4
4,98	Gypsum	0,29	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09
2,88	Fonac Pro 50mm	0,15	0,36	0,78	0,84	0,8	0,78
1,08	Star Orion High Perforated 1"	0,65	0,85	0,75	0,9	0,83	0,68

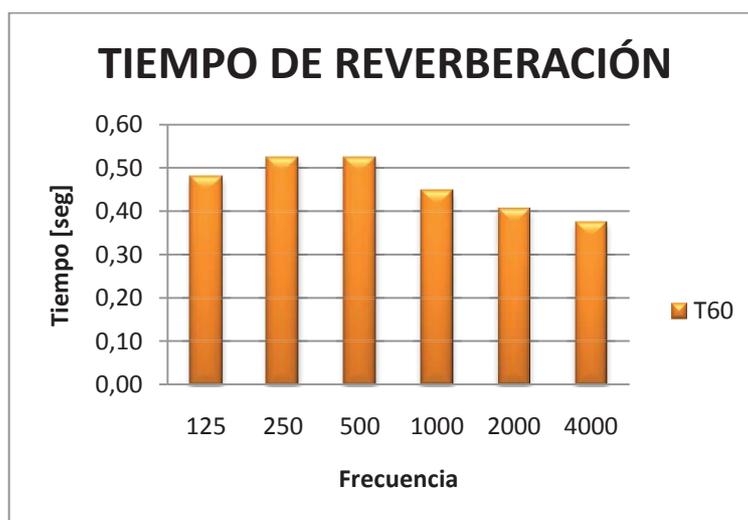
FUENTE: El Autor

Tabla 5.2 Tiempo de Reverberación

TIEMPO DE REVERBERACIÓN						
FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	4000
T ₆₀	0,48	0,52	0,52	0,45	0,40	0,37

FUENTE: El Autor

Gráfico 5.15 Tiempo de Reverberación



FUENTE: El Autor

La solución propuesta es eficiente puesto que entrega los resultados esperados, ya que el tiempo de reverberación de la sala luego de la implementación de todo el sistema es de aproximadamente 0.49 seg.

5.1.4 EVALUACIÓN FINAL DE LA SALA

Luego de realizados todos los cambios de aislamiento a las salas actuales se procederá a realizar nuevamente las mediciones de T_{60} y el análisis de espectro de frecuencia en tiempo real, para ver si necesita o no mayor difusión y solucionar cualquier problema surgido en la etapa de construcción, además se recomienda seguir realizando mediciones mientras se instala los materiales de acondicionamiento acústico para evitar posibles falencias o encontrar los lugares más idóneos para colocar los paneles reflectores.

Dado que las atenuaciones de cada uno de los sistemas propuestos es alta, se espera que el sistema global ofrezca una atenuación muy elevada reduciendo

los niveles sonoros molestos en gran medida, tanto los que van desde y hacia los recintos como el sonido al interior únicamente.

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DE ALGUNOS MATERIALES

Tabla 5.3 TEATRO NEGRO – FIBERGLASS

Coeficiente de absorción sonora en sabines/m²								
	Montaje Típico	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
1"	A	0,06	0,25	0,62	0,91	0,99	0,98	0,7
2"	A	0,18	0,71	1,12	1,12	1,03	1,02	1

FUENTE: <http://www.fiberglasscolombia.com>

Tabla 5.4 FONACPRO DE 50 MM – FONAC

Coeficiente de absorción sonora en sabines/m²						
Espesor	Bandas de frecuencias (Hz)					
(mm)	125	250	500	1000	2000	NRC
20	0,1	0,16	0,28	0,62	0,86	0,48
35	0,1	0,19	0,39	0,82	0,97	0,59
50	0,15	0,36	0,78	0,84	0,8	0,7
75	0,18	0,6	0,88	0,93	0,76	0,8

FUENTE: <http://www.sonoflex.com/pro.html>

**Tabla 5.5 CIELO RASO - STARS ORION
HIGH PERFORMANCE – FIBERGLASS**

Coeficiente de absorción sonora en sabines/m²								
	Montaje Típico	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
5/8" perforado	ASTM C423 método	0,77	0,69	0,61	0,76	0,8	0,79	0,7
1" high perf	Sala de Reverberación	0,65	0,85	0,75	0,09	0,83	0,68	0,8

FUENTE: <http://www.fiberglasscolombia.com>

Tabla 5.6 Cortina plegada a la mitad 0.60 kg/m²

Coeficiente de absorción sonora en sabines/m²					
125	250	500	1000	2000	4000
0.14	0.35	0.55	0.75	0.70	0.60

FUENTE: El Autor

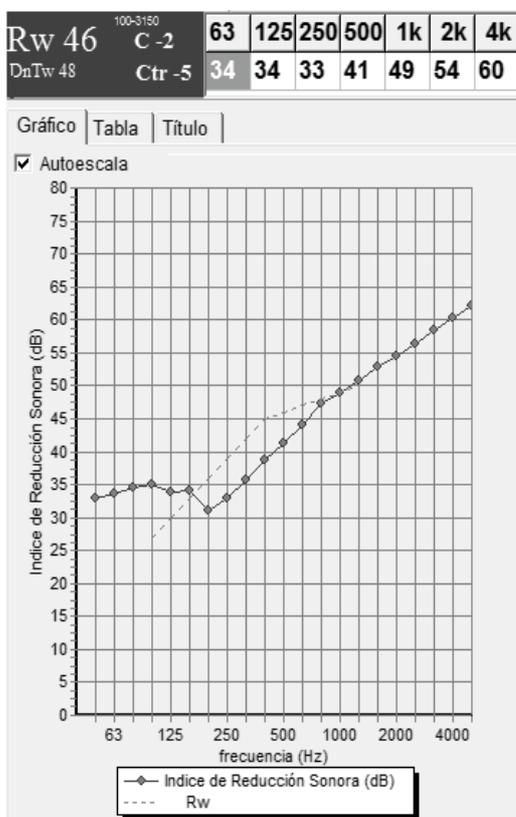
5.2 RESULTADOS A ALCANZAR (ACÚSTICA)

Para el desarrollo de este trabajo de tesis fueron utilizados tres tipos de software:

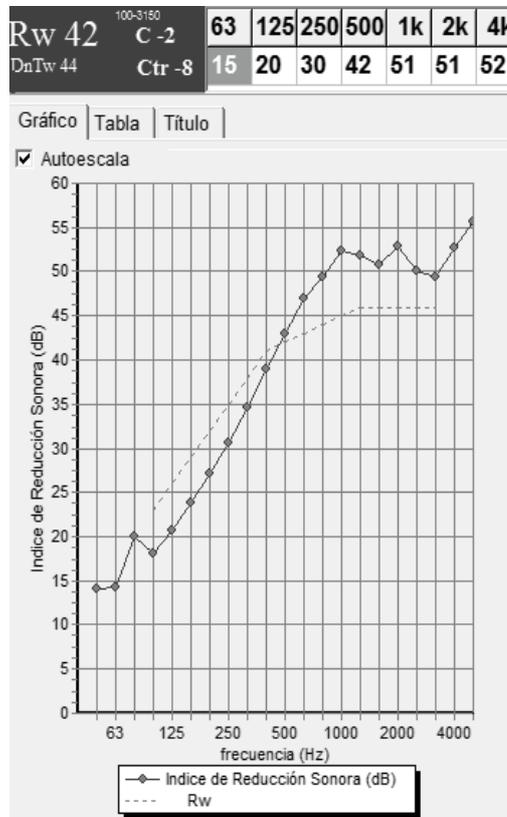
1. INSUL V6.3
2. ZORBA
3. MINERVA

En el siguiente gráfico se puede ver los valores de pérdida de transmisión sonora las particiones actuales del set televisión:

Gráfico 5.16 (a) Simulación de pérdida de transmisión sonora de la pared actual (b) Simulación de pérdida de transmisión sonora de cubierta con techo falso actual



(a)

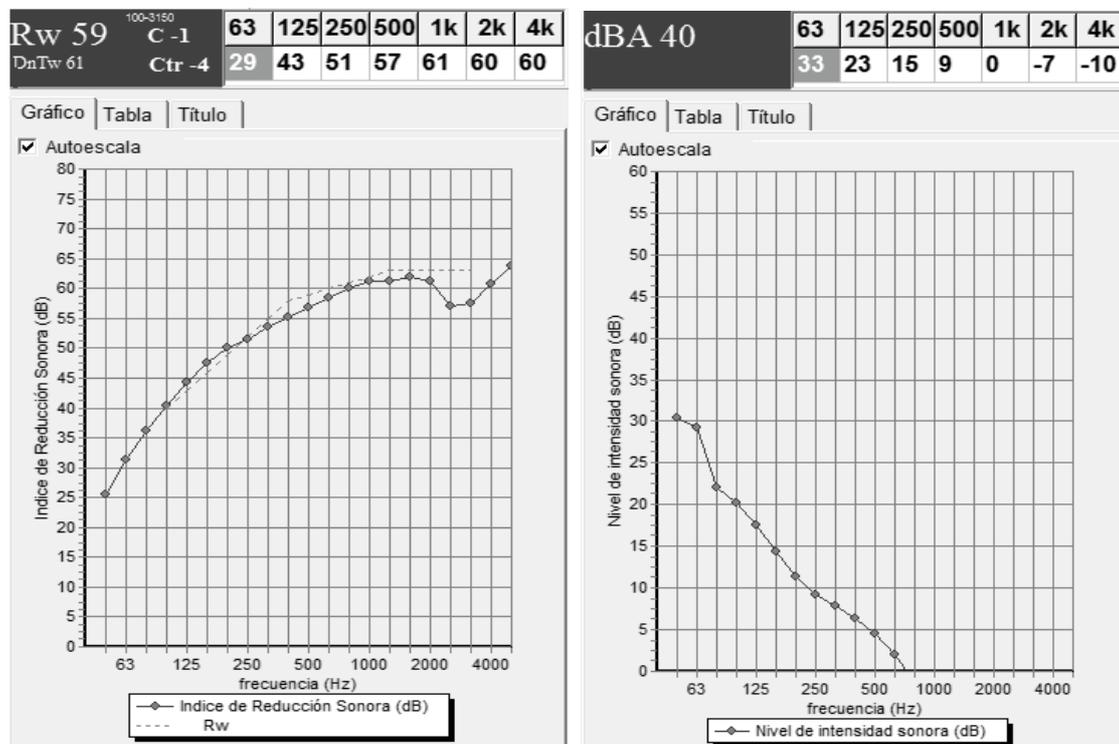


(b)

FUENTE: El Autor

En el gráfico 5.16 se puede apreciar el STC esperado por este tipo de cubierta, cabe recalcar que dicho sistema fue modelado con el cielo falso, además se presenta el grafico de intensidad sonora de la cubierta que simula el ruido de impacto por lluvia, a mayor intensidad sonora existirá un mayor nivel de presión sonora que se transmitirá a la sala.

Gráfico 5.17 (a) Simulación de pérdida de transmisión sonora de cubierta con techo falso en el programa Insul v6.3. (b) Nivel total de intensidad sonora resultante de la simulación realizada de la cubierta sobre una lluvia "fuerte", predicción de Insul V6.3



(a)

(b)

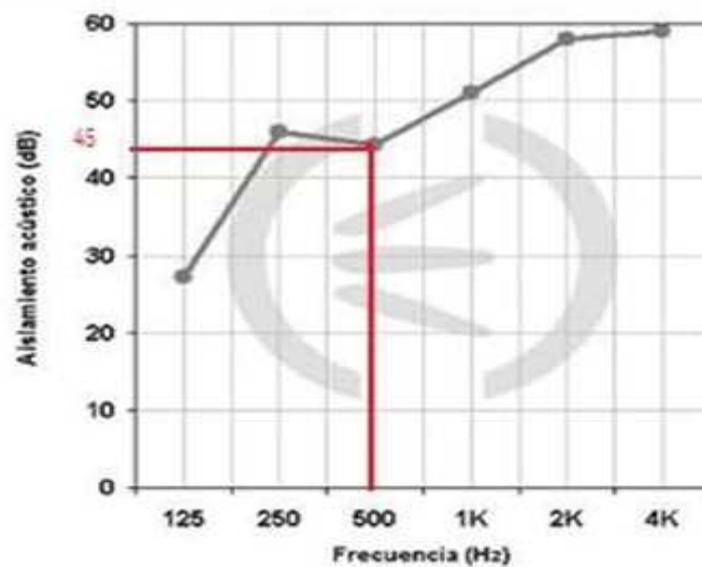
FUENTE: El Autor

En Muros laterales se ha optado por utilizar el material ya dicho anteriormente por aportar una gran amortiguación y una gran masa por lo cual posee características únicas para el aislamiento sonoro en un ancho amplio de frecuencias, cabe recalcar que como punto negativo se podría objetar que la arena actuaría como un puente de transmisión sonora, pero se espera por su amortiguamiento que dicho puente sea en frecuencias muy altas; en la actualidad existen pocos estudios al respecto sobre este método constructivo pero existe un dato de STC obtenido de www.STCratings.com el cual establece para una pared de bloque hueco de 20 cm relleno de arena por 52 dB; aun así se espera un STC mayor por la cámara y la pared actual que contempla el sistema. Para la instalación del sistema se debe utilizar arena seca ya que al

estar mojada aumenta su peso además de provocar otros problemas como la humedad.

La puerta metálica poseerá un STC de 45 dB según se puede apreciar en el gráfico 5.17, donde se tiene una curva de aislamiento sonoro de una puerta similar a la descrita; se debe destacar el uso de burletes en la construcción para obtener un máximo sellado con la instalación de fieltro o caucho en sus bordes para de esta manera evitar posibles ruidos de impacto.

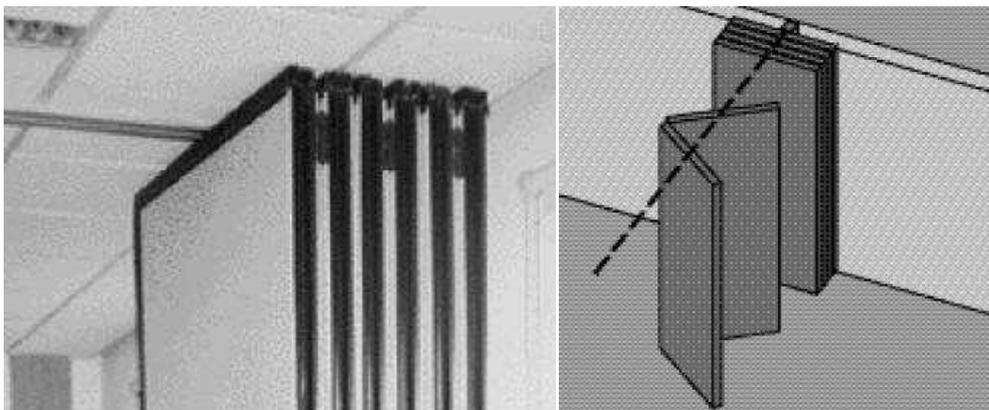
Gráfico 5.18 Gráfico de Aislamiento Acústico



FUENTE: <http://www.acusticaintegral.com>

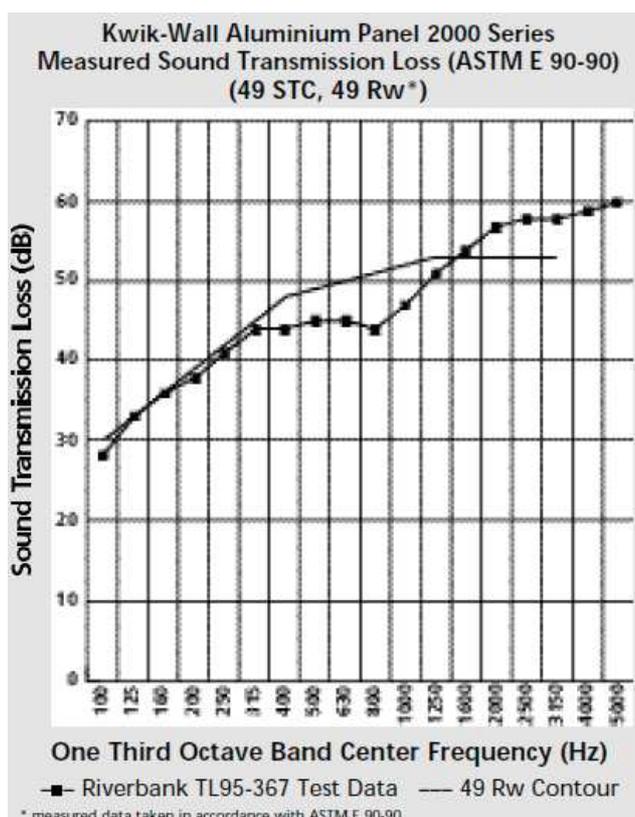
El STC logrado por la barrera desplegada dependerá del tipo de material escogido dependiendo principalmente de la densidad del mismo (Ley de masa). Por lo tanto se obtendrá un STC de 40 – 55 dB, con el uso de gypsum o metal respectivamente; el gráfico 5.18 representa un gráfico de STC de la barrera móvil diseñada por la empresa Alutecnic; la cual está conformada por fibrocemento obteniendo un peso de 48 Kg/m².

Gráfico 5.19 Barrera móvil



FUENTE: www.alutecnic.com.ar

Gráfico 5.20 Pérdida de transmisión de sonido

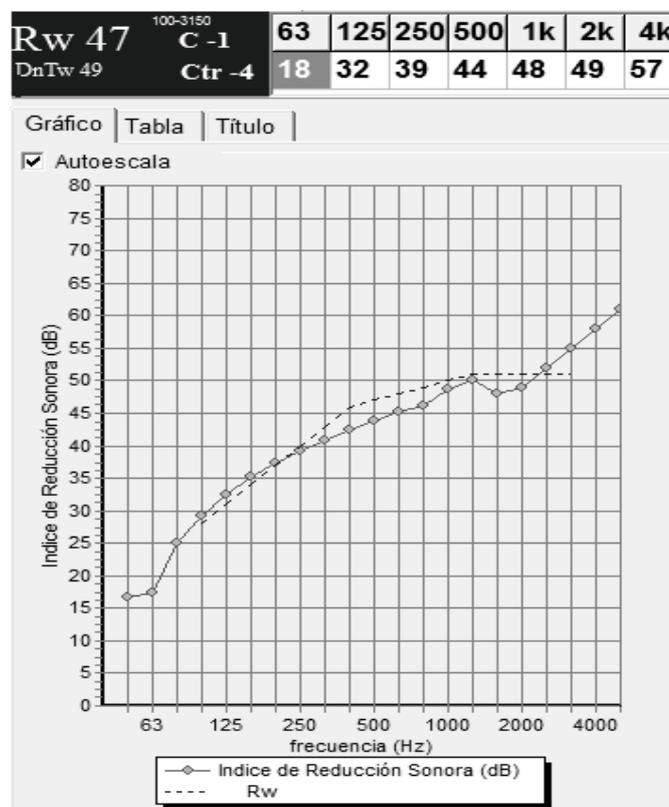


FUENTE: www.alutecnic.com.ar

En el gráfico 5.20 se puede apreciar el índice de reducción sonora de una ventana doble de vidrio laminado 4+4 con cámara de aire de 5 cm.

Gráfico 5.21 Índice de reducción sonora de una ventana

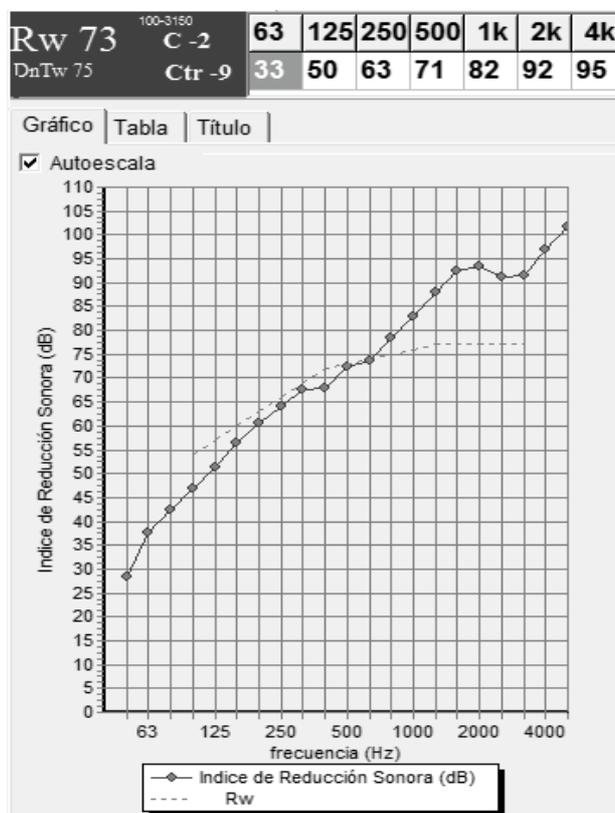
doble de vidrio



FUENTE: INSUL V6.3

En las paredes cabe destacar que un punto esencial para lograr una mayor atenuación sonora es el tipo de montaje, al tratarse de gypsum se usará stud pero hay que recalcar que si el stud está pegado a la pared actual la eficiencia bajará, por lo cual se recomienda que esta estructura solo sea anclada al perímetro con recubrimiento de un pad de neopreno en su perímetro, tratando de evitar puntos de conexión con la pared actual. La elección de este sistema de montaje se realiza por ocupar menos espacio a la mayor eficiencia, ya que la sala destinada al control *room* es pequeña. La partición podrá lograr un STC de 59 a 73 dependiendo de la calidad del montaje. El gráfico 5.21 muestra el gráfico de pérdida de transmisión de la partición con el mejor montaje posible.

Gráfico 5.22 Simulación de pérdida de transmisión Sonora de doble partición realizada en el programa Insul v6.3



FUENTE: INSUL V6.3

5.3 ELECTROACÚSTICA

5.3.1 UNIDADES DE ENTRADA

MICROFONÍA

Se debería contar con suficiente cantidad de micrófonos de buena calidad para el set y para trabajos en campo, tomando en cuenta la Ley de Murphy. Los micrófonos deben ser de varios tipos y se recomienda utilizar los siguientes:

Micrófonos para estudio

- 6 Micrófonos Lavalier Sennheiser ew 122 G3, este micrófono tiene un ancho de banda de 42 MHz, de frecuencia seleccionable para estar libre de interferencias, tiene un rastreador automático de frecuencias para

determinar qué frecuencia se encuentra libre, tiene un gran rango de sensibilidad y de patrón polar cardiode, tiene una relación S/R mayor a 110 dB, hecho específicamente para televisión, ya que sin tener que hablar muy alto la voz del presentador siempre se oirá clara y precisa.

- 4 Micrófonos de mano inalámbrico Sennheiser ew 345 G3, es recomendable este micrófono por el rendimiento que nos brinda, es un micrófono supercardiode, este micrófono es usado en televisión por su control en entrevistas que incluyan a muchas personas y con moderadores, tiene un ancho de banda de 42 MHz, rastreador automático que localiza las frecuencias disponibles, tiene incorporado un compresor/expansor para un sonido claro y transparente, su relación S/R es mayor a 115 dB.

Micrófonos de campo

- 4 Micrófonos Sennheiser Shotgun ME 66, es un micrófono utilizado específicamente para transmisiones en exteriores, apropiada para reportajes, patrón polar supercardiode, altamente direccional, alta sensibilidad, este micrófono será usado para transmisiones de partidos de fútbol, enlaces vía microonda, enlaces vía satélite.

- 10 Micrófonos Shure SM 58, de los cuales 8 serán utilizados para reporteros, y 2 serán utilizados de respaldo, es un micrófono diseñado para voces, por ese motivo se los designa para reporteros del canal, acentúa la nitidez y calidez de la persona quien hable, de patrón polar cardiode, es un micrófono unidireccional

Se recomienda el uso de este tipo de micrófonos por sus características versus el funcionamiento en que se lo empleará en el canal.

CONSOLA

En canal UNO se debería utilizar una consola de *broadcasting*; se recomienda utilizar la consola Soundcraft BB100, es una consola diseñada para televisión,

sus aplicaciones en relación a su costo hace una mesa para satisfacer la necesidad de Canal UNO, consola de 32 canales, 4 de los cuales son estéreo; 8 sub-grupos; 8 auxiliares, de los cuales 2 pueden ser configurados como estéreo, *talkback*, todas las entradas y salidas son balanceadas, dispone de 4 bandas de ecualización en los canales mono y 3 bandas de ecualización en los canales estéreo, tiene un factor de calidad (Q) ajustable, 5 retorno de efectos, medidores VU, es una consola diseñada específicamente para *broadcasting*.

PROCESAMIENTO

Se recomienda utilizar una mayor cantidad de ecualizadores, usar una cantidad adecuada de dispositivos dinámicos como compresores-limitadores, una mayor cantidad de híbridos, independientemente de que si la consola cuente o no con un híbrido telefónico. A continuación detallaremos cada procesador necesitado en canal UNO.

Compresor: CANAL UNO cuenta con un compresor dBx 166A, este compresor esta discontinuado y habría que actualizarlo, se recomienda reemplazarlo por un compresor 166 XL, este es un compresor-limitador-compuerta, que se ajusta a las necesidades de canal UNO, tiene 2 canales independientes, el rango del umbral va de -40 dBu a + 20 dBu, llega a un máximo nivel de compresión de hasta 60 dB, la forma de conectarlo en nuestro caso sería:

De la salida L-R del compresor mediante un cable INSERT hacia el canal L de la mezcla *insert* de la consola y de la entrada L-R del compresor mediante un cable INSERT hacia el canal R de la mezcla *insert* de la consola.

ORBAN: Canal UNO no cuenta con un procesador ORBAN, por lo que se recomienda usar un procesador ORBAN optimod TV 8382, utilizado para televisión analógica, compatible con todos los sistemas de transmisión, posee un control de respuesta de frecuencia, un control de rango dinámico de señales que se transmite al aire, posee *presets* ecualización, compresión o limitación de

la señal y además opciones de automatización, este es conectado al transmisor.

ECUALIZADOR: De igual manera que el compresor, el ecualizador debe ser reemplazado y además aumentar el número de ecualizadores por el monitoreo de piso que se aumentará. Se recomienda usar 3 ecualizadores

ASHLEY GQX - 3102 de 1/3 de octava (31 bandas), tiene un filtro Q, tiene 2 canales, por lo que cada canal será asignado a un monitoreo, cubre un rango de 20 Hz a 20 KHz, tiene un nivel de salida de +22 dBu, la forma de conectarlo sería:

De un auxiliar de la consola hacia la entrada del ecualizador, y de la salida del ecualizador hacia la caja activa.

PROCESADOR DE EFECTOS: Se recomienda usar un Midiverb 4 Alesis; por su funcionamiento y ocupación en el canal, en Canal UNO Quito no existen programas de farándula o con artistas, pero se puede poner un efecto de acuerdo a criterio del sonidista en programas como noticieros, presentación de videos musicales e incluso programación publicitaria.

El Midiverb 4 tiene toda la gama de efectos y además se puede mezclar hasta 3 efectos simultáneamente, un ancho de banda de 20 Hz a 20 KHz y su rango dinámico es de 90 dB; la forma de conectarlo sería:

De la salida L-R del procesador hacia un canal estéreo de la consola, y de un auxiliar de la consola hacia la entrada del procesador.

HIBRIDO TELEFÓNICO: Aparte del Híbrido que se utiliza en Canal UNO, se debería tener uno más, porque en muchas ocasiones hay 2 personas en la línea y por la limitación de tener un solo híbrido no se puede tener 2 llamadas a la misma vez, se recomienda usar el mismo híbrido Gentner SPH-3A y la conexión será de la misma manera que se detalla anteriormente.

5.3.2 UNIDADES DE SALIDA

MONITOREO

➤ DE PISO

En piso se debería aumentar el número de cajas activas, se recomienda usar 5 cajas activas aparte de la ya existente, es decir se tendrá un total de 6 cajas de la misma marca JBL EON 15 G2, su distribución será de la siguiente manera:

4 cajas irán colgadas de la parte superior, 2 a un lado y 2 al otro, y 2 estarán en el piso situados en los extremos del estudio; 2 de los ecualizadores serán utilizados para 2 mezclas del estudio.

➤ CONTROL ROOM

En control *room* se recomienda usar 2 cajas activas Yamaha HS50M, es una caja amplificada, tiene control de nivel y corte de bajas frecuencias y ecualizador, la ubicación de estas cajas serán a 45 grados del sonidista para tener una respuesta real de lo que pasa al aire.

➤ CONTROL MASTER

Se recomienda usar 2 cajas activas de la misma marca que las que se usaran en control *room*, Yamaha HS50M, ubicadas con una angulación similar a la del control *room*, para que el director de cámaras tenga un audio fiel y no se cometa errores en una transmisión al aire.

➤ APUNTADOR

Con el apuntador no existen problemas, se tiene un apuntador de calidad que se encuentra asignado a un auxiliar de la consola.

CONEXIONES

➤ CABLES

El cableado en Canal UNO está muy mal distribuido, los cables de audio se cruzan con los cables de electricidad, se debería tener una riel exclusiva para cables de audio, además cambiar un 50% de los cables, porque la mayoría de estos, están en mal estado, es decir un número aproximado de 200 cables.

➤ **CONECTORES**

Se debe cambiar gran cantidad de conectores dañados, aproximadamente un 40 % de la totalidad de conectores de todo tipo, XLR, ¼, RCA; aproximadamente para la totalidad de cables sería 160 conectores.

➤ **PATCHERAS**

Para evitar cambiar todos los cables como se lo está haciendo, se debería instalar una patchera bien diseñada que nos permitirá cambiar 1 o 2 cables cada cierto tiempo y no todo el cableado.

La patchera debería disponer de una cantidad de envíos de micrófono suficientes así como de retornos para monitoreo.

La patchera debería estar ubicada en el Control *Room*, para que haya facilidad de interconexión entre el set y el cuarto de control, y no pueda existir desgaste de conectores y a su vez no nos produzca ruido.

5.4 RESULTADOS A ALCANZAR (ELECTROACÚSTICA)

TABLA 5.7 Diseño y asignación de canales en consola

CANALES	ASIGNACIÓN
1	Micrófono Lavalier
2	Micrófono Lavalier
3	Micrófono Lavalier
4	Micrófono Lavalier
5	Micrófono Lavalier
6	Micrófono Lavalier
7	Micrófono de mano
8	Micrófono de mano
9	Micrófono de mano
10	Micrófono de mano
11	<i>News Edit L</i>
12	<i>News Edit R</i>
13	Señal de Microonda

14	Señal de Satélite
15	Señal de Demodulador
16	Reproductor 1 (L)
17	Reproductor 1 (R)
18	Reproductor 2 (L)
19	Reproductor 2 (R)
20	Reproductor 3 (L)
21	Reproductor 3 (R)
22	Reproductor 4 (L)
23	Reproductor 4 (R)
24	Híbrido Telefónico 1
25	Híbrido Telefónico 2
26	<i>Skype</i>
27	PC (L)
28	PC (R)
29 CH ST	FX
30 CH ST	
31 CH ST	
32 CH ST	

ECUALIZADOR

El nuevo diseño electroacústico consta con 3 ecualizadores estéreo, el primer ecualizador estará conectado de la siguiente manera:

El canal L del ecualizador ira de la siguiente manera: la entrada del ecualizador ira a la mezcla principal de la consola, y de la salida del ecualizador irá al monitor de control *room* los cuales estarán puenteados.

El canal R del ecualizador ira de la siguiente manera: la entrada del ecualizador ira al auxiliar número 1 de la consola, y de la salida del ecualizador irá a un monitor de piso ubicado en el suelo, para tener una mezcla independiente.

El segundo ecualizador estará conectado de la siguiente manera:

El canal L del ecualizador irá de la siguiente manera: la entrada del ecualizador irá al auxiliar número 2 de la consola, y de la salida del ecualizador irá a un monitor de piso ubicado en el suelo, para tener una mezcla independiente en este monitor.

El canal R del ecualizador irá de la siguiente manera: la entrada del ecualizador irá al auxiliar número 3 de la consola, y de la salida del ecualizador irá a una caja aérea la cual será puenteado con la otra caja.

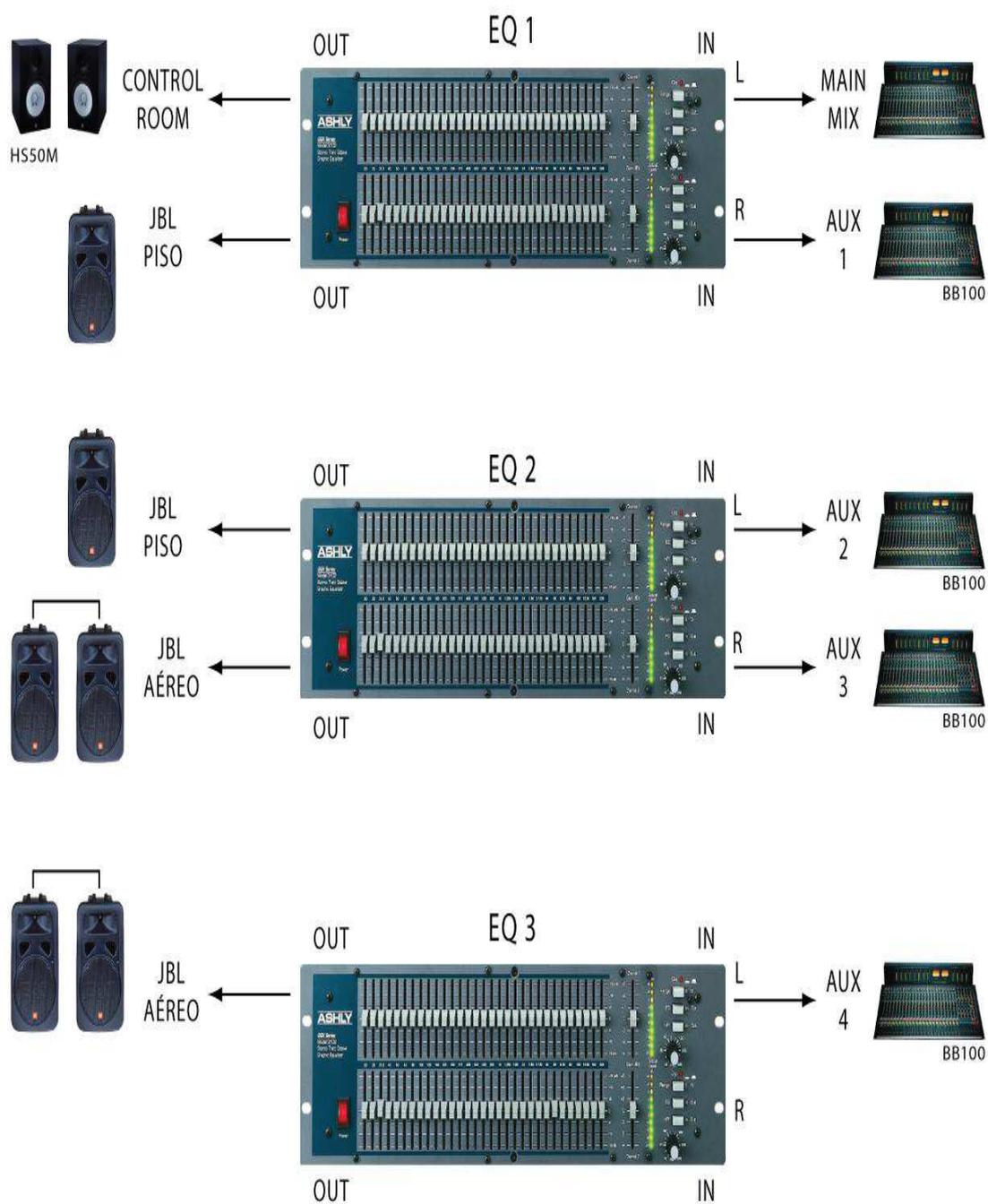
El tercer ecualizador estará conectado de la siguiente manera:

El canal L del ecualizador irá de la siguiente manera: la entrada del ecualizador irá al auxiliar número 4 de la consola, y de la salida del ecualizador irá a una caja aérea la cual será puenteado con la otra caja.

El canal R de este ecualizador será usado si a futuro deciden aumentar el monitoreo, servirá este canal del ecualizador.

Gráfico 5.23 Ecuales

SECCIÓN ECUALIZADORES ASHLEY 6QX - 3102



Fuente: El Autor

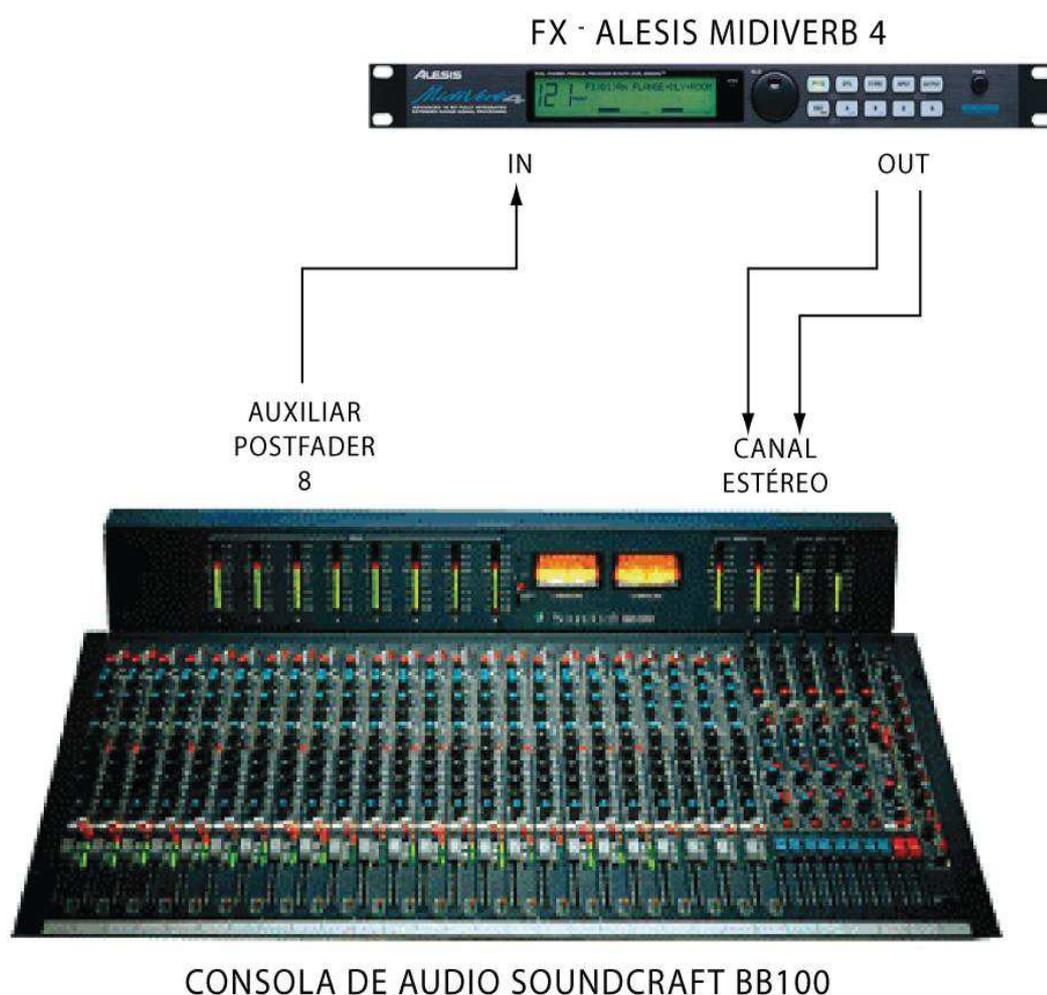
PROCESADOR DE EFECTOS

La conexión será de la siguiente forma:

De la salida del procesador de efectos ira a un canal estéreo de la consola, y de la entrada del procesador de efectos ira al auxiliar numero 8, este auxiliar es *post-fader* que se debe utilizar cuando se aplica un efecto a una señal de audio, solo se activara el procesador teniendo abierto el *fader* asignado al procesador y el potenciómetro de auxiliar del canal que necesite el efecto.

Gráfico 5.24 Procesador de efectos

CONEXIÓN EFECTOS



Fuente: El Autor

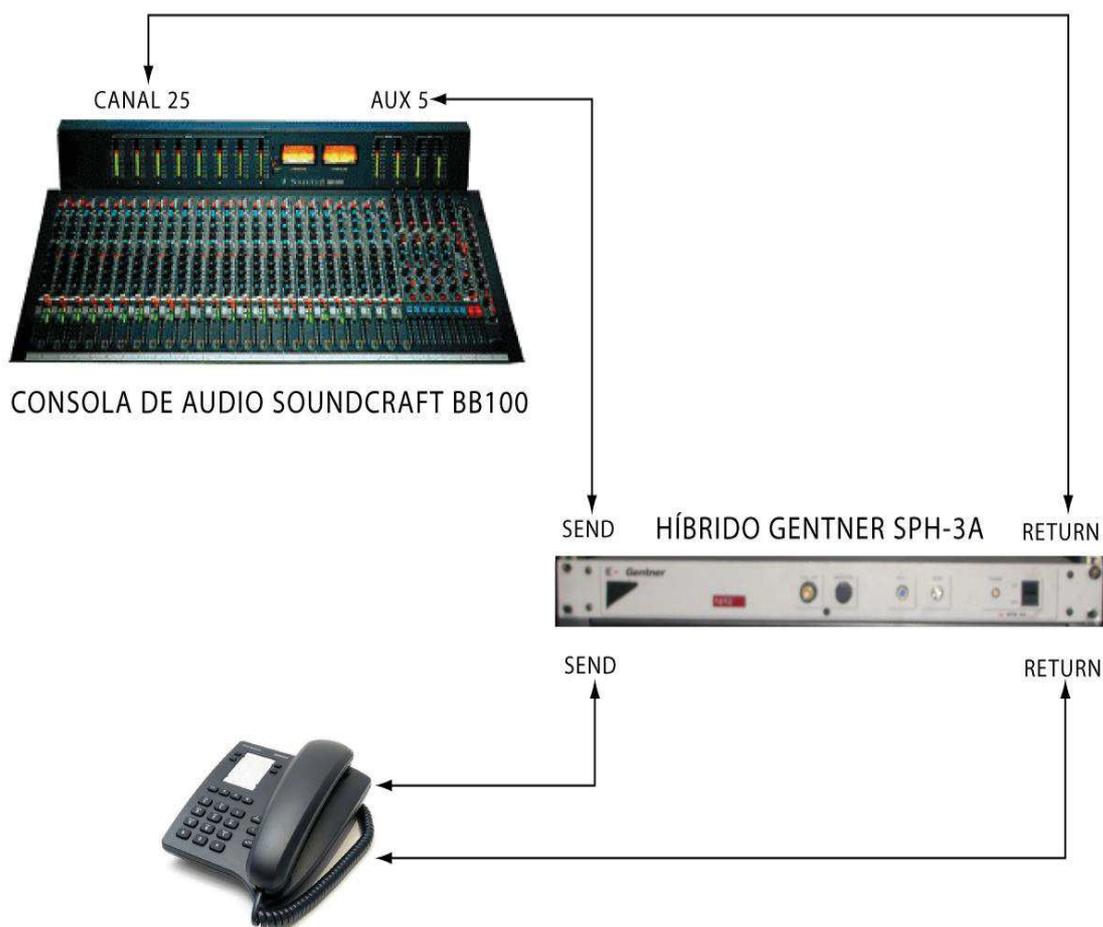
HÍBRIDO TELEFÓNICO

La conexión será de la siguiente forma:

En el primer híbrido el envío va de la salida de auxiliar 5 de la consola que está en pre-fader, hacia el híbrido y este a su vez hacia el teléfono, mientras que el retorno viene del teléfono hacia el híbrido y este a su vez hacia la consola por entrada de micrófono en el canal de la consola asignado; el otro híbrido irá de la misma manera pero a diferencia de que es el auxiliar 6 y en otro canal de la consola.

Gráfico 5.25 Híbrido Telefónico

CONEXION HÍBRIDO - TELEFÓNICO



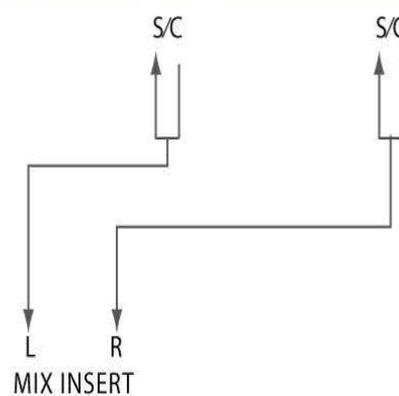
Fuente: El Autor

COMPRESOR

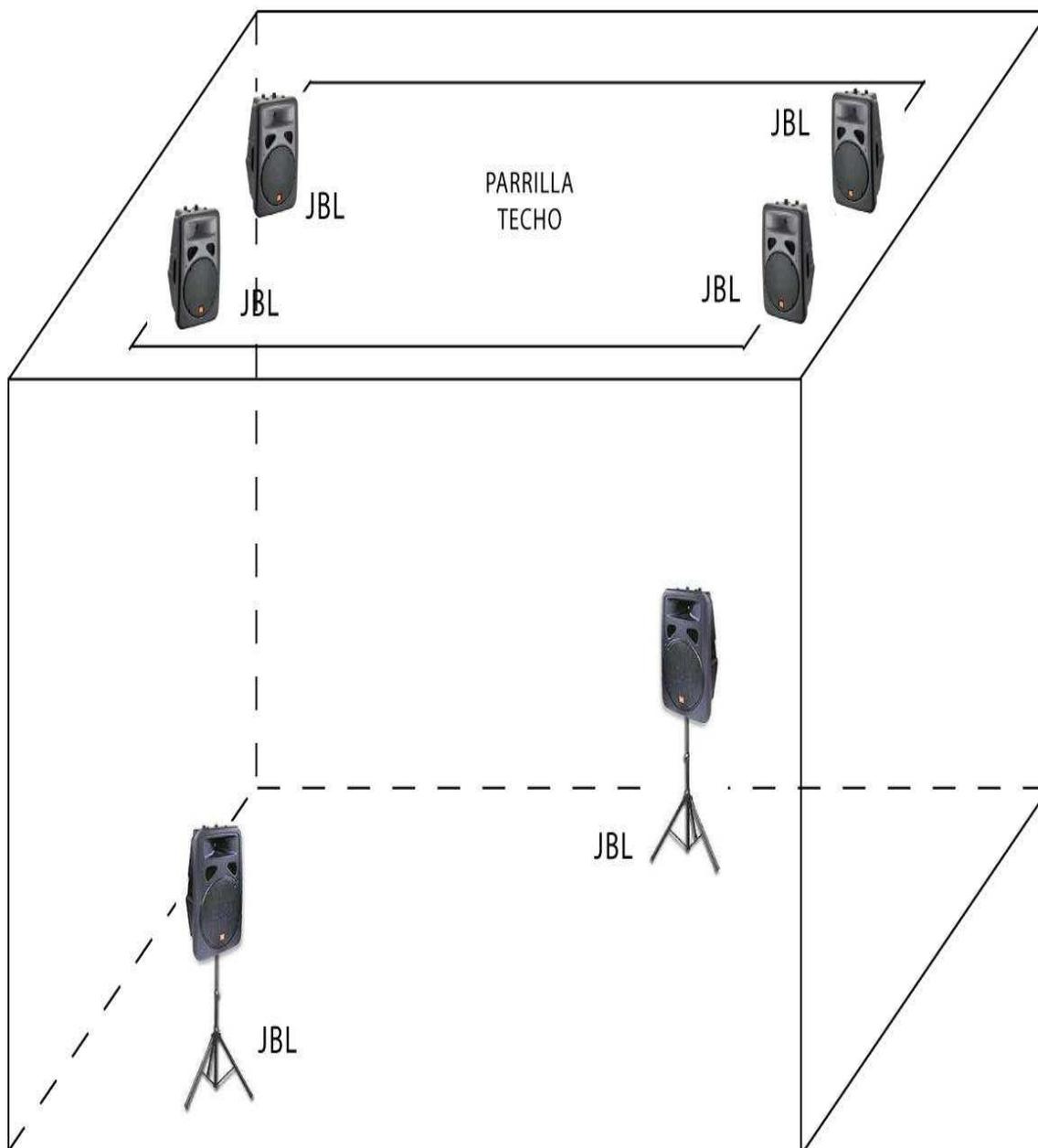
Gráfico 5.26 Compresor

CONEXIÓN COMPRESOR

COMPRESOR DBX 166XL



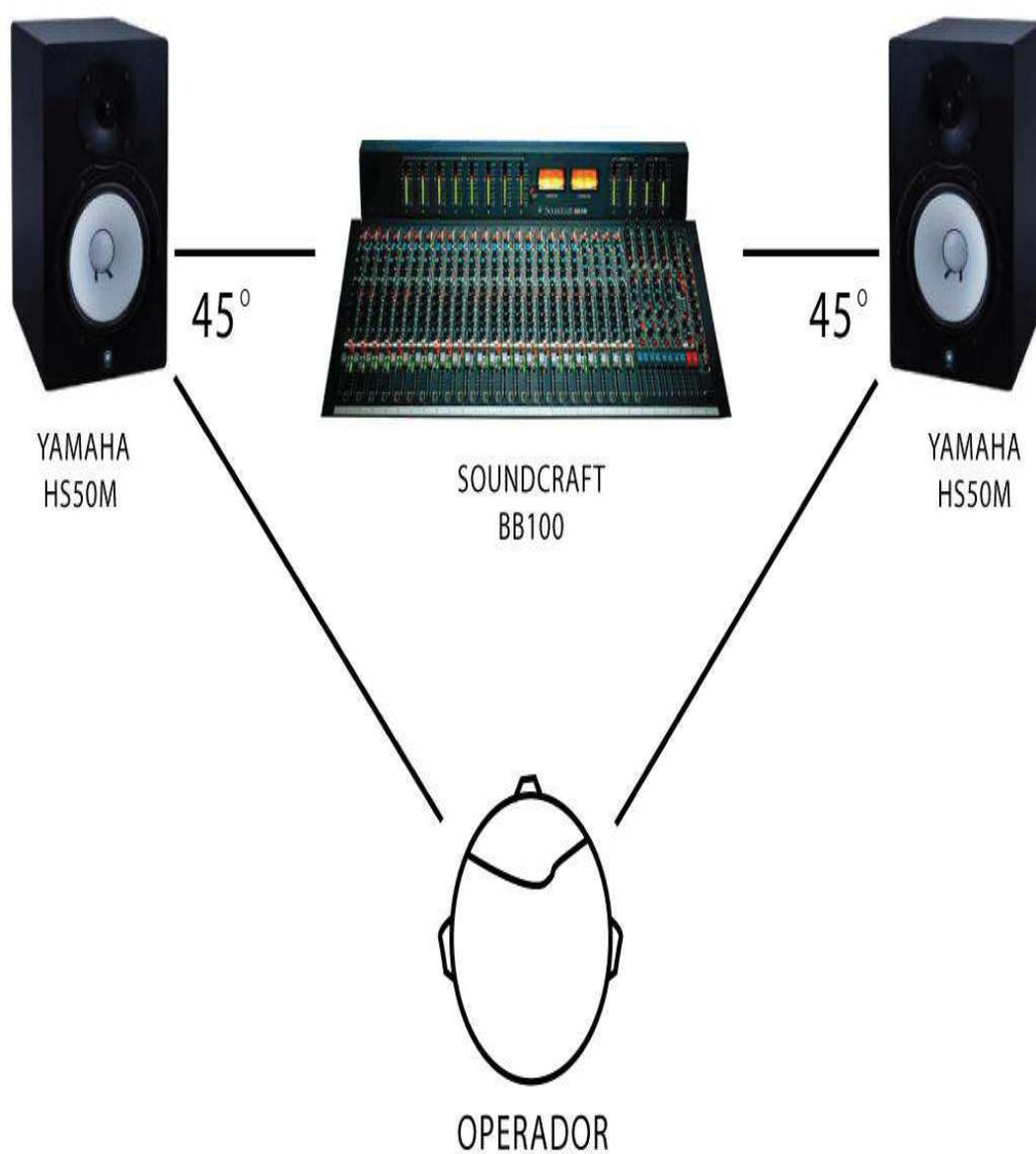
CONSOLA DE AUDIO SOUNDCRAFT BB100

MONITOREO DE PISO**Gráfico 5.27 Monitoreo de piso****MONITOREO DE PISO****Fuente:** El Autor

MONITOREO CONTROL ROOM

Gráfico 5.28 Control Room

MONITOREO CONTROL ROOM

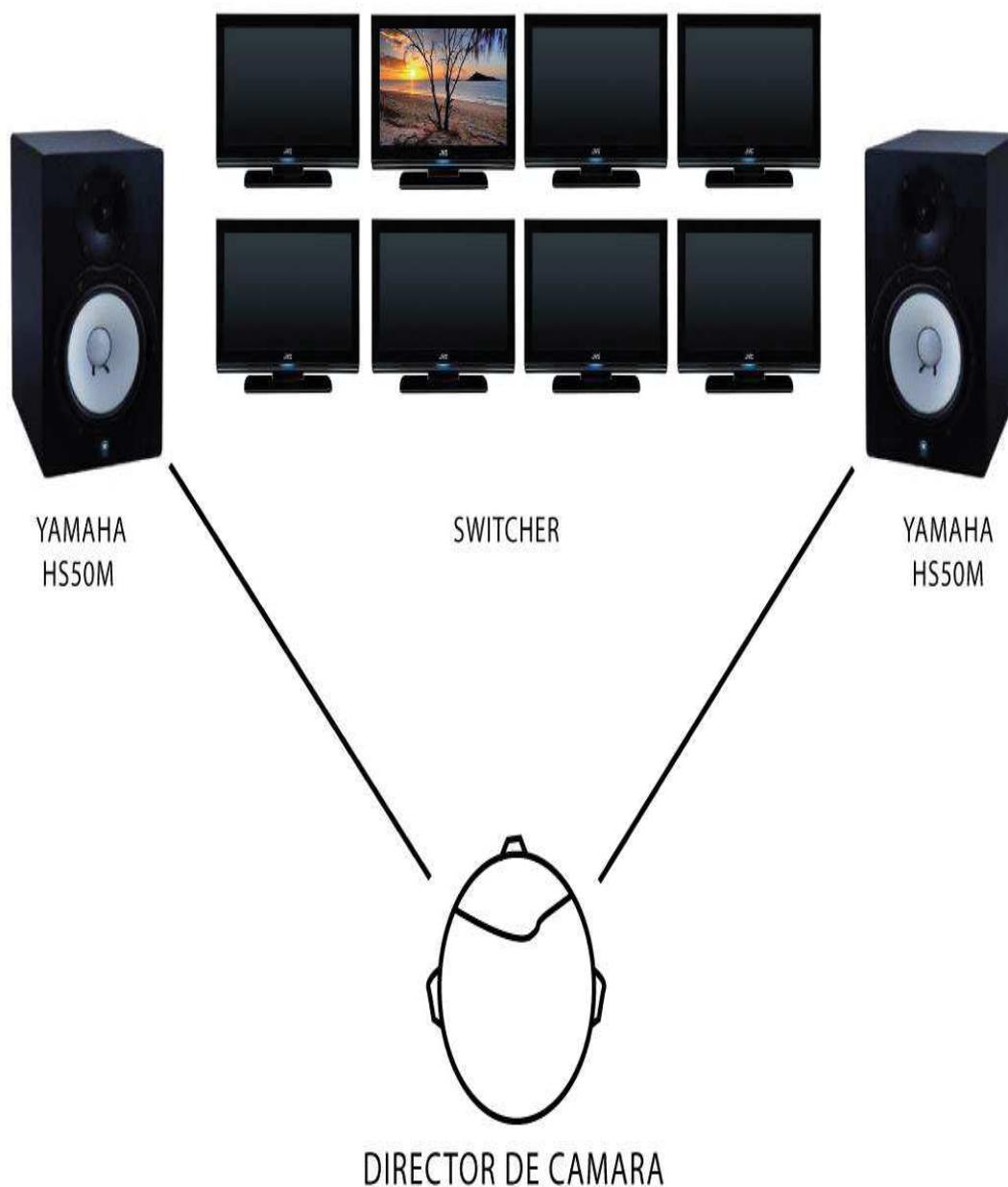


Fuente: El Autor

MONITOREO SWITCHER

Gráfico 5.29 Monitoreo Switcher

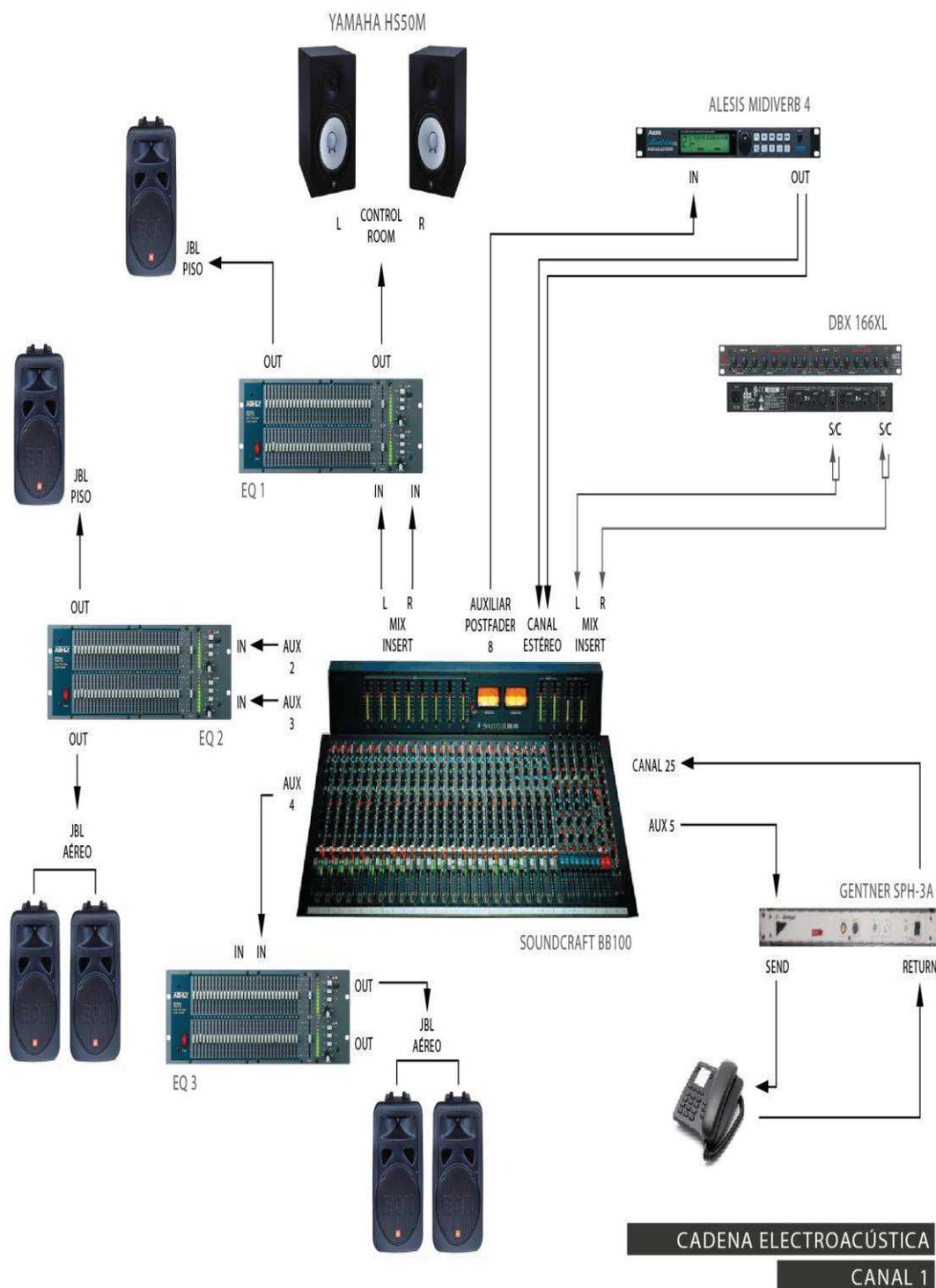
MONITOREO SWITCHER



Fuente: El Autor

5.5 DISEÑO DE CADENA ELECTROACÚSTICA

Gráfico 5.30 Diseño Cadena Electroacústica



Fuente: El Autor

5.6 PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL TRATAMIENTO ACÚSTICO Y ELECTRACÚSTICO DE UN SET DE TELEVISIÓN

PRESUPUESTO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO - CANAL UNO

Fuente de Investigación: Lambda Acoustics.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SET DE TELEVISIÓN			\$	\$
Aislamiento cubierta tipo sándwich	m ²	259	70	18130
Techo falso	m ²	233	20	4660
Mejoramiento de pared actual a pared doble de ladrillo macizo	m ²	366.5	22	8063
Montaje antivibratorio del piso	m ²	233	8	1864
Puerta exterior metálica	U	1	1400	1400
Puerta interior tipo ventana	U	1	780	780
CONTROL ROOM				
Cambio de ventanales simples por ventanales tipo pecera	m ²	6.80	370	2516
Cambio de ventanales simples por ventanales tipo cámara con vidrio laminado	m ²	3.6	360	1296
Puerta interior tipo ventana con cámara con vidrio laminado	U	1	750	750
Cambio de techo falso por Cielo raso	U	4	13	52

Relleno de techo falso actual con lana de vidrio rígida 1" + lana de vidrio normal 2"	m ²	7.50	18	135
Mejoramiento de pared actual a doble pared	m ²	7.80	55	429
			SUBTOTAL	40075
			DESCUENTO	1202.25
			SUBTOTAL	38872.7
				5
			IVA (12%)	4664.73
			TOTAL	43537.4
				8

La variabilidad irá de acuerdo a este valor.

PRESUPUESTO DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO - CANAL UNO
--

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SET DE TELEVISIÓN				
Resonadores cilíndricos suspendidos	U	16	160	2560
Paneles reflectantes suspendidos	U	26	120	3120
Barreras acústicas móviles	m ²	74	80	5920
CONTROL ROOM				
Panel inclinado de gypsum relleno de lana de vidrio recubierto con fonac 50mm	m ²	2.3	60	138
Franjas Absorbentes con fonac 50mm empotradas en pared	U	15	30	450

Difusor de madera (f=800); empotrado en mampara de vidrio recubierto con acrílico lechoso	U	3	130	390	
Piso recubierto de alfombra	m ²	7.5	25	187.5	
				SUBTOTAL	12765.50
				DESCUENTO	382.97
				SUBTOTAL	12382.54
				IVA (12%)	1485.90
				TOTAL	13868.44

PRESUPUESTO ELECTROACUSTICO - CANAL UNO
--

Fuente: www.amazon.com

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	40% TAX	VALOR TOTAL
Micrófono Lavalier Sennheiser ew 122 G3	6	559	3354	1341,6	4695,6
Micrófono de mano inalámbrico Sennheiser ew 345 G3	4	900	3600	1440	5040
Micrófono Shure SM 58	10	100	1000	400	1400
Consola de broadcasting Soundcraft BB100	1	20000	20000	8000	28000
Compresor dBx 166 XL	1	190	190	76	266
ORBAN optimod TV 8382	1	1650	1650	660	2310
Ashley GQX-3102	2	800	1600	640	2240
Alesis Midiverb 4	1	200	200	80	280
Hibrido Telefónico Gentner SPH-3 ^a	1	150	150	60	210

Caja Activa JBL 15 G2	5	650	3250	1300	4550
Yamaha HS50M	4	180	720	288	1008
Cableado	200	12	2400	960	3360
Conectores	160	4	640	256	896
				TOTAL	54255,6

5.7 PRESUPUESTO TOTAL:

PRESUPUESTO ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO	13868,44
PRESUPUESTO ELECTROACUSTICO	54255,6

PRESUPUESTO TOTAL	68124,04
PRESUPUESTO ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO	13868,44
PRESUPUESTO AISLAMIENTO ACUSTICO	43537,48
PRESUPUESTO ELECTROACUSTICO	54255,6
PRESUPUESTO TOTAL	111661,52

CAPÍTULO VI

6.1 CONCLUSIONES

- Como se puede apreciar en los gráficos de atenuación sonora antes y después del sistema de aislamiento sonoro, se esperaría un aumento en el STC de cada partición, así por ejemplo en la techo se esperaría una mejora de 17 dB sin contar la atenuación de ruido de impacto que se reduciría por el tipo de sistema, en las paredes se realizará un aumento de alrededor de 29 dB en STC, si además de esto se considera la reducción sonora por el material absorbente que aportaría de 5 a 15 dB y el uso de barrearas acústicas internas para separar los sets de grabación se obtendría un valor de NPS dentro de la sala muy controlado y así mismo fuera de la misma.
- En un canal de televisión, el único interesado es el sonidista y en ocasiones alguien del departamento técnico, y al ser el sonidista el único interesado, es poco probable que los dueños apoyen comprando equipos de última tecnología.
- El T_{60} inicial obtenido mediante medición fue de 0,98 que se encuentra dentro de los rangos establecidos, en el caso del set de televisión de Canal UNO, se logro bajar a un T_{60} de 0,8 mediante absorción del techo, mejorando la claridad y la inteligibilidad de la palabra, en las paredes y piso se deja el material absorbente como alfombras, cortinas y panelería ya que esto nos produjo un T_{60} inicial de 0,98 segundos que se encuentra dentro del rango.

En este tipo de recintos no es necesario colocar demasiado material que ayude absorber frecuencias, primeramente por el T_{60} obtenido inicialmente y segundo porque perdemos claridad en el mensaje y la pérdida de la inteligibilidad de la palabra, si la sala es muy seca podemos perder componentes que harán que el confort y calidez en la palabra se deterioren.

En nuestro caso el T_{60} por debajo de los 200 Hz. es alto llegando a tiempos de 1,5 segundos en 125 Hz, sobrepasando el límite para estudios de televisión, entonces se hace necesario el uso de resonadores para equiparar la sala, donde todas las frecuencias tengan un tiempo de reverberación no mayor a 1 segundo.

En conclusión, se debe mezclar zonas reflectantes con zonas altamente absorbentes para no elevar demasiado el tiempo de reverberación en situaciones como esta donde el tiempo de reverberación estaba dentro de los estándares establecidos.

- El ruido de fondo inicial obtenido en medición en el estudio de televisión de Canal UNO es de 55 dB, en el caso de estudios de televisión el ruido de fondo debe estar comprendido con valores de la curva NC-20 a 25, que corresponde a un nivel equivalente de 25 a 35 dBA.

Se atacó a bajas y altas frecuencias que es donde existe el mayor problema, colocando material absorbente para reducir el ruido de fondo y revisando el sistema de ventilación, que en Canal UNO no existe, logrando llegar a una reducción de 15 dB, no obtuvimos los 20 dB planteados por no existir en el canal un sistema de ventilación adecuado. Algunas frecuencias cumplen para la curva NC-25 que es el límite para este tipo de recintos.

Según lo expresado por el Ingeniero Paúl Lozada, es recomendable que las curvas NC estén entre 20 y 30 para este tipo de recintos que es lo que el Ingeniero ha podido apreciar en la práctica, pero la teoría nos dice que este tipo de recintos la curva NC debe ser de 20-25, para poder reducir los 15 dB que se consiguió, se planteó un acondicionamiento acústico adecuado y de esa manera podemos cumplir con los criterios de ruido establecidos.

- En el canal existen focalizaciones de sonido en el centro del set por su geometría que serán controladas mediante instalación de paneles reflectores convexos, con esto logramos un amplio ángulo de cobertura y

utilizando corto espacio, estos paneles harán que el sonido llegue a todos los lugares del lugar de manera uniforme, de manera que se mejoraría la inteligibilidad de la palabra, se evita los desniveles de Nivel de Presión Sonora en frecuencias medias , y además que se logra una respuesta más equilibrada.

- Los modos normales de vibración se originan dentro de una sala y dependen de la geometría del recinto, como las dimensiones del set son grandes no se puede aplicar el criterio de Bolt, si se pudo distribuir bien los modos normales de vibración, los primeros 25 modos quedan por debajo de los 45 Hz. y con espaciamiento mínimos y regulares, es decir con una buena distribución modal. Se buscó un sistema que responda bien a bajas frecuencias, por eso se aplicó resonadores.

La sala naturalmente refuerza en bajas frecuencias, esto conlleva a una excitación de las bajas frecuencias lo que produce los modos normales de vibración, este hecho incrementa los niveles de presión sonora en el rango de 50 – 150 Hz. con dos frecuencias críticas, 60 y 90 Hz; lo que afecta directamente a la inteligibilidad de la palabra en la sala.

- En las frecuencias medias y las frecuencias medias bajas existen caídas de nivel de presión sonora por lo que es necesario nivelarlas con difusores y reflectores; a partir de los 1500 Hz, los niveles de presión sonora se mantienen estables por lo que no es conveniente ninguna modificación.
- Los niveles de ruido de piso van a mejorar, porque las señales de audio serán balanceadas y además los cables de audio no irán junto a los cables de video ni tampoco a los cables de electricidad.

6.2 RECOMENDACIONES

- El adhesivo para pegar el fonac a las paredes, debe ser pega blanca, ya que el cemento de contacto no sirve por el tipo de material.
- Los elementos absorbentes como la lana mineral deben contar con un recubrimiento de manera que no se desprendan partículas que son perjudiciales para la salud. Asimismo, este recubrimiento cumple con la función de proteger el material y alargar su vida útil. El recubrimiento consiste en una tela que sea acústicamente transparente, es decir, que no obstruya el paso del sonido a través de ella para que el material absorbente pueda actuar en forma óptima.
- Se sugiere no dejar cavidades de aire de ningún tipo entre los paneles reflectantes y/o difusores y los muros, el piso, puertas dobles (si se usan), etc. Ya que ellas pueden entrar en resonancia con cualquier tipo de fuente dentro o fuera del local, causando realces de NPS no controlados, que pueden ser perjudiciales para la calidad acústica de la sala.
- Para estudios futuros se recomienda un análisis a fondo de la parte electroacústica en unidades móviles, la unidades móviles son estaciones de televisión rodantes, de donde se realizan transmisiones de todo tipo, microondas, satélites, partidos de fútbol, elección de presidente, y dependiendo de la magnitud de la transmisión, se lleva la unidad móvil que se necesite, en el caso de Canal UNO tiene varias unidades móviles, la cadena electroacústica de estas no es lo suficientemente óptima para realizar un trabajo de transmisión, por lo que sus equipos han sido mucho tiempo usados y no han sido renovados, entonces se pierde calidad al momento de la transmisión, el cableado de estas unidades es sumamente deteriorado, esto se produce porque los cables son lanzados por el suelo en ocasiones que no existe la facilidad de lanzar los cables por aire, de igual manera los conectores son sumamente desgastados y no han sido

cambiados, ya sea cuando hay una transmisión en medio de una lluvia, cuando a los conectores ingresa tierra debido a que la transmisión es realizada en un estadio, y así existen infinidad de motivos porque los cables y conectores se desgastan, en las unidades móviles no existe una distribución de patchera que sería sumamente útil en el momento de una transmisión, porque en ocasiones la distancia es muy grande del punto de transmisión a donde está la móvil, y se debe hacer un cambio entonces es cuando necesitaríamos una patchera, el tema de unidades móviles es realmente extenso es por eso que mi recomendación es que haya un trabajo de tesis futura dedicado específicamente al análisis electroacústico de unidades móviles.

- En ocasiones, en un canal de televisión se hace música en vivo, que en este momento no es el caso de Canal UNO, porque su programación es básicamente solo noticieros y programas de entrevistas, pero habrá en algún momento música en vivo, se recomienda usar un compresor por separado para canales independientes, utilizando para señales como por ejemplo un bombo, o señales que requieran estrictamente usar un compresor, además que sería importante recomendar a futuro unos 2 compresores mas aparte del que se esté usando, ya que podría ocurrir un daño o desperfecto en el compresor y tendrá que ser cambiado.
- Es recomendable que con el equipo electroacústico propuesto en esta tesis de grado se disponga un aplanamiento de la sala, este proceso es sumamente importante en un estudio de televisión ya que si no existe una respuesta real en el cuarto de control, la mezcla final que se hace no será la misma en cada uno de los televisores cuando la señal salga al aire.
- Los principales de cada canal, deben tener un presupuesto designado específicamente para audio. El audio es importantísimo en un canal de televisión, se puede poner un ejemplo, si una persona se encuentra tomando su desayuno, esta persona escucha las noticias pero no las ve, mientras toma su desayuno, es algo que pasa comúnmente.

Es necesario contar con personas capacitadas para el efecto y que no se caiga en el empirismo común en los canales de televisión locales como Canal UNO.

- Establecer multas para las personas que sabiendo las consecuencias no acatan las disposiciones generales en un set de grabación.
- Una recomendación importante para nuestro medio es la importancia de la calidad del material que sale al aire.
Debería haber un departamento o por lo menos una persona que se encargue del control de calidad, que ponga cláusulas específicas de calidad, para que todo el material que salga al aire tenga márgenes de calidad, existe un desinterés por la búsqueda de calidad.
- Es recomendable tener una cámara de Faraday, para un correcto aislamiento de señales inalámbricas, es común escuchar interferencias en micrófonos de presentadores o entrevistados, audio de radios locales, interferencias de otros micrófonos sintonizados en la misma frecuencia; todo este tipo de señales las deberían evitar usando una cámara de Faraday.
- Otra recomendación importante debería ser el uso específico de canaletas por separado para todos los cables, cables de audio por una canaleta, cables de video por otra, y cables de electricidad por otra, para evitar el ruido que puede producir al cruzarse un cable de audio con uno de video o con un cable de audio que se cruce con un cable de electricidad que es el caso de Canal UNO, en este canal la recomendación es urgente separar por donde circulan los cables, ya que los cables en Canal UNO todos se cruzan con todos, cables de audio con cables de video, cables de audio con cables de electricidad, cables de video con cables de electricidad, entonces por ende nos va producir ruido, y la recomendación de poner canaletas es de manera urgente, para evitar ruido.

- Es recomendable tener un diseño eléctrico de una puesta a tierra o una toma a tierra de calidad por la gran cantidad de cable y equipo, todos los equipos deberían ser aterrizados para que no existan daño o se quemara el equipo por las variaciones de voltaje que por lo general siempre existen. Para evitar ruidos de tierra que se encuentra en las bajas frecuencias se debe tener un buen sistema de toma a tierra, esta frecuencia se encuentra en los 60 Hz.
- Se recomienda que en Canal UNO se diseñe un sistema de ventilación adecuado, ya que en el canal no existe sistema de ventilación; la única forma de ventilación son ventiladores normales y corrientes que además de no abastecer por la magnitud de calor en el set, producen ruido que afecta a las grabaciones o transmisiones en vivo.

BIBLIOGRAFÍA

- **BERRAL MONTERO**, Isidoro, Instalación de antenas de televisión, International Thomson Editores, 2000, España, pp. 1-14
- **GILL**, Gualter, Todo sobre antenas de Televisión, Depósito Legal, 1977, Brasil, p.1
- La historia de la televisión en el Ecuador, http://www.elnuevoempresario.com/noticia_1194_la-historia-de-la-television-en-el-ecuador.php, 2008, 26 de abril 2010, p.1
- **FERRANDO**, Miguel, Antenas, http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Tema_1.PDF,2005, 07-06-2010, p.1
- **SOMMERHOFF**, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 4.1 – 4.7.
- Conceptos sobre antenas parabólicas, <http://antena.iespana.es/teoriaweb/conceptos%20de%20parabolica%201.html>, 09-06-2010, p.1
- Antenas parabólicas, <http://html.rincondelvago.com/antenas-parabolicas.html>, 1998, 09-06-2010, p.1
- **WHITTAKER** Ron, Sonido en T.V. principios básicos, <http://www.cybercollege.com/span/tvp037.htm>, 2004, 21 de junio 2010, p.37
- **GONZALEZ**, José, La Televisión, <http://www.auladeletras.net/material/tv.pdf>, 21 de junio de 2010, p.10, p.11
- **SOMMERHOFF**, Jorge, Acústica de Locales, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 113
- **SOMMERHOFF**, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p 10.8
- **CARRION**, Antonio Isbert, Diseño acústico de espacios arquitectónicos, Editorial UPC, 1998, Barcelona, 63-69
- Transporte de señal de audio: balanceado y no balanceado, <http://www.doctorproaudio.com/doctor/temas/balanceado.htm>
- Curso Intesivo de sonido, <http://emsia.com.ar/downloads/sonido2.pdf>
- Efecto de proximidad, <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/efecto-proximidad.htm>

- Mesa de mezcla para TV, <http://www.hispasonic.com/comunidad/mesa-mezcla-para-t253386.html>
- Audio, http://www.cybercollege.com/span/tvp_sind.htm, 2003, o 37-44
- Conector SPDIF, <http://www.psicofxp.com/forums/hardware.58/172815-conector-spdif.html>
- **LAZZATI**, Marcelo, Entrevista Electroacústica, 2010, Quito, p.106
- **LOZADA**, Paúl, Entrevista Acústica, 2010, Quito, p.102
- **LÓPEZ**, Rommel, Entrevista Situacion Canal UNO, 2010, Quito, p.100

GLOSARIO

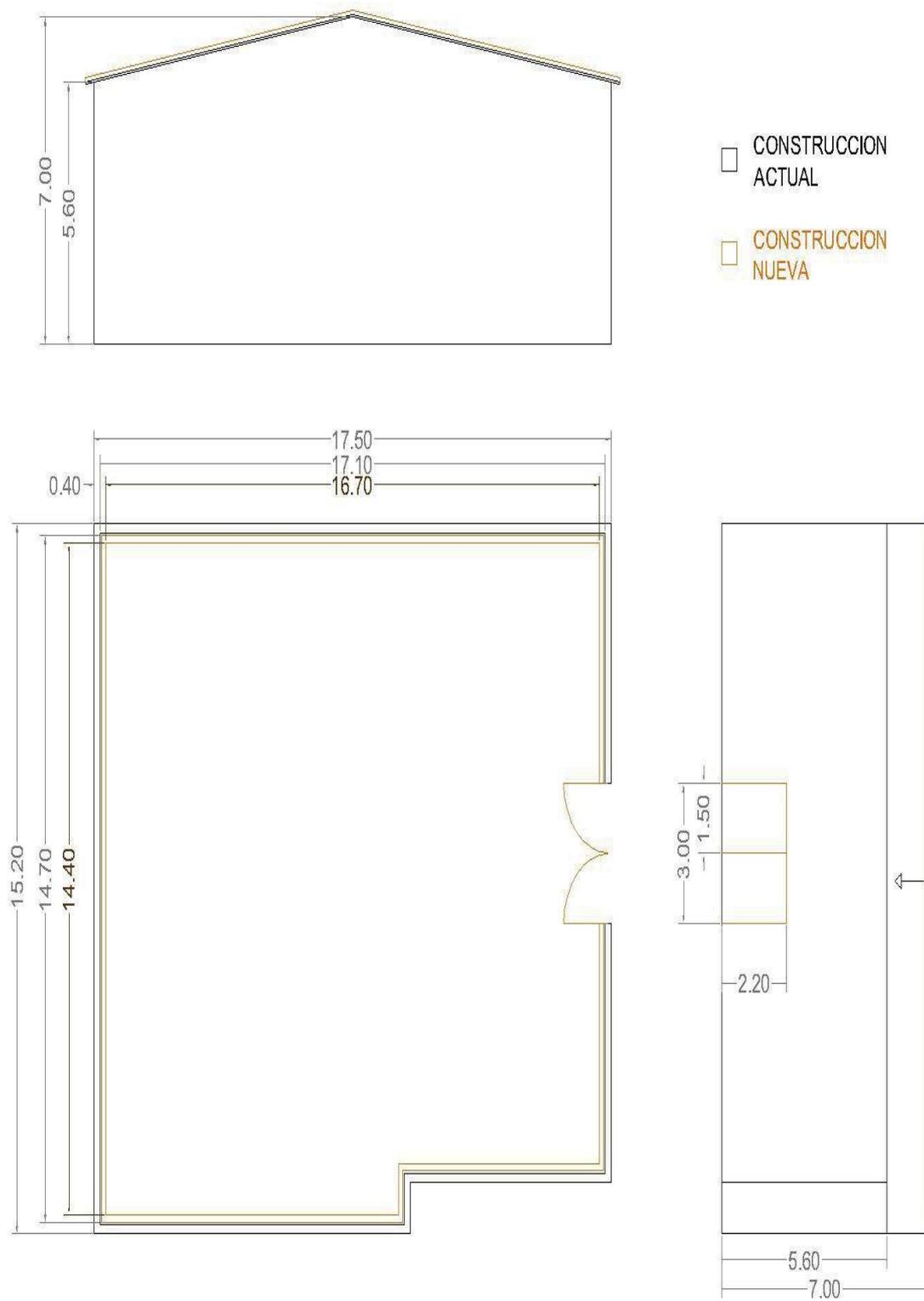
- **Acanaladuras:** Canal
- **ADAT:** Grabador de Audio Digital
- **Amplitud de onda:** Desviación máxima de una onda con relación a su valor medio.
- **Amplitud Modulada:** Tipo de modulación que hace variar la amplitud.
- **Angulo de Directividad:** Indica la dirección del sonido a la salida de los altavoces, es decir, el modo en el que el sonido se propaga en el entorno.
- **Audímetro:** aparato que mide la audiencia de manera permanente y automática.
- **Cóncavo:** una curva que se hunde hacia dentro
- **Convexo:** una curva que sobresale
- **DAT:** Cinta de audio digital, medio de grabación y reproducción.
- **Decibel:** Unidad de medida de intensidad sonora
- **Demodulador:** Dispositivo que permite transformar una señal analógica en digital.
- **Densidad Superficial:** Cantidad de kilos por metro cuadrado que posee un material.
- **Descriptor:** Es una caracterización de parámetros acústicos entre estos están las STC, TL, como su nombre lo indica nos permite describir, como el caso del TL, cuanto una partición atenúa el paso del ruido.
- **Difracción:** Es cuando el sonido en lugar de seguir en la dirección normal, se dispersa en una continua dirección.
- **Difusión:** Orientación del campo reverberante.
- **Dipolo:** Antena empleada para transmitir o recibir ondas de radiofrecuencia.
- **Disipar:** Desaparecer, esparcir gradualmente.
- **Electromagnetismo:** Describe los fenómenos físicos en los cuales intervienen cargas eléctricas usando para ello campos eléctricos y magnéticos.

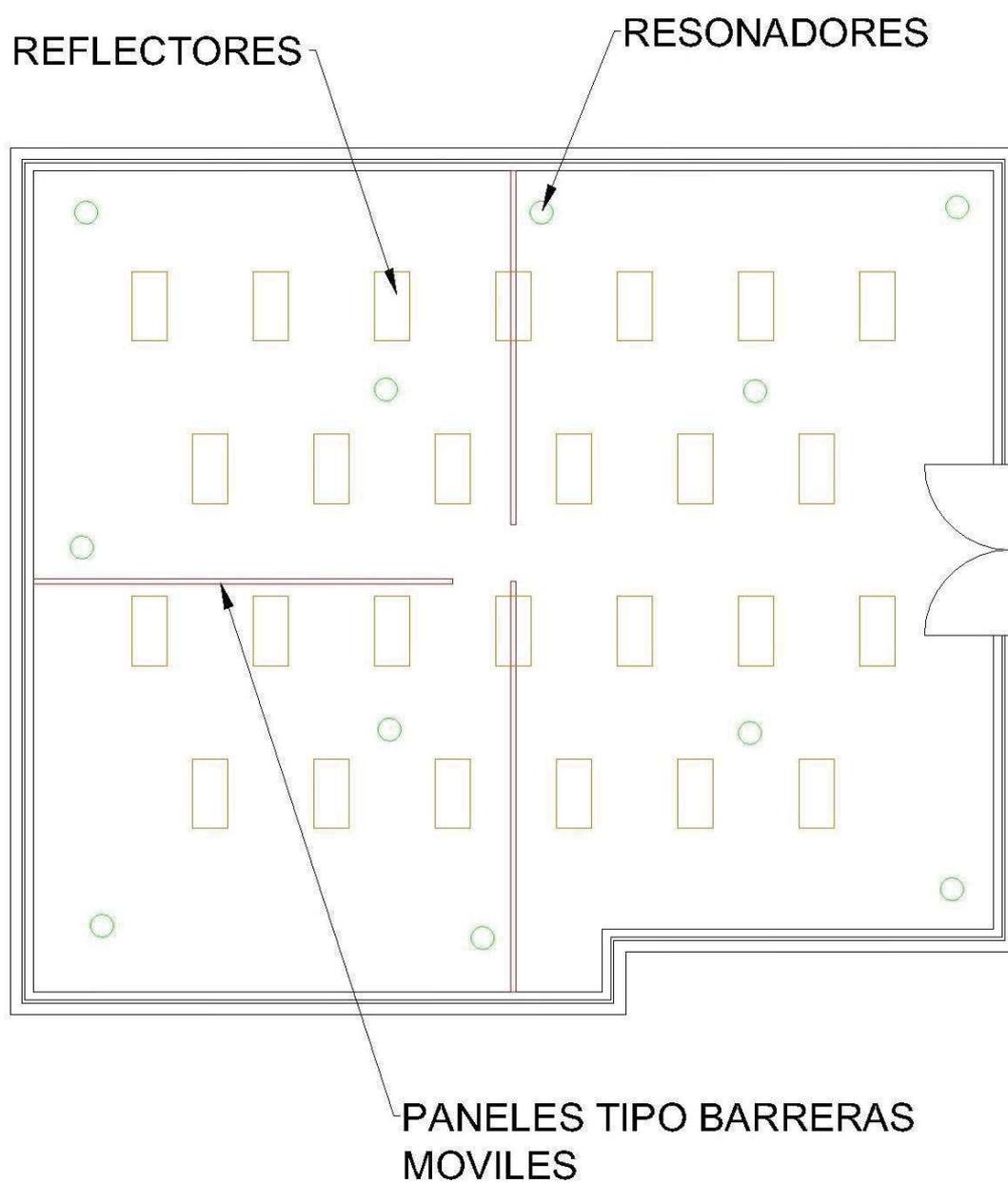
- **Energía Absorbida:** Es la relación entre la energía sonora incidente y la energía sonora reflejada.
- **Energía Acústica:** Forma de energía que se manifiesta en la materia como una perturbación, es decir una modificación de las condiciones físicas existentes en una cierta región (foco o fuente).
- **Energía Calórica:** Forma de energía que se manifiesta en la materia como una perturbación, es decir una modificación de las condiciones termodinámicas existentes en una cierta región (foco o fuente).
- **Energía Incidente:** Flujo de partículas que tiene la capacidad para realizar un trabajo que puede incidir sobre cualquier objeto.
- **Espectro:** Resultado de fenómenos ondulatorios.
- **Estereofónico:** Cuando el sonido se encuentra en dos o más canales y se lo escucha en dos o más altavoces diferenciadamente.
- **Filtro Peine:** Se produce al sumarle a la señal original una versión retrasada en el tiempo de sí misma.
- **Foil:** Hojas delgadas de aluminio que se usan solas o en combinación con otros materiales.
- **Frecuencia de Resonancia:** Frecuencia de auto vibración propia de los aparatos reproductores de sonido.
- **Frecuencia Incidente:** Frecuencia asociada a un frente de onda que incide sobre un objeto.
- **Frecuencia Modulada:** Modulación angular que transmite información a través de una onda portadora
- **Galvalume:** Aleación de aluminio, zinc y silicio, con la que se recubre la superficie de los paneles que tiene propiedad como resistencia a la corrosión.
- **Generador de caracteres:** herramienta televisiva que consta de mostrar sobre una grabación de video, un texto, dibujos o leyendas, para apoyar la grabación con información adicional.
- **Gypsum:** Que su traducción es yeso, es un material utilizado principalmente como un acabado para paredes y techo, conocido como paneles de yeso.

- **Impedancia:** Resistencia al paso de corriente.
- **Ley de Murphy:** Si algo puede salir mal, saldrá mal.
- **Listones:** pieza de madera larga y estrecha.
- **Longitud de onda:** Distancia que se mide en la dirección de propagación de la onda.
- **Mampostería:** Construcción de muros, mediante la colocación de elementos como; ladrillo, piedras.
- **Minidisco:** Disco magneto-óptico, de menor tamaño que los CD convencionales y mayor capacidad.
- **Monofónica:** Reproducción de sonido por medio de un solo canal.
- **Neopreno:** Usado en vez del caucho, resistente a la luz del sol, grasas, aceite.
- **News Edit:** Editor no lineal.
- **NRC (Coeficiente de reducción de ruido):** Medida de los coeficientes de absorción de un material.
- **Oscilación:** Variación en el tiempo de un medio o sistema.
- **Pad:** Superficie semi-rígida elástica con propiedades impermeables.
- **Pin:** Parte de un conector.
- **Plato Microonda:** Envía y recibe señales desde un punto específico.
- **Platos Satelitales:** Permite enviar y recibir señal desde y hacia el satélite.
- **Presión sonora incidente:** Presión acústica que llega a un objeto.
- **Presión Acústica o sobrepresión:** Es la diferencia entre la presión instantánea y la presión estática o atmosférica medida en cualquier punto.
- **Presión Instantánea:** Es la variación de presión medida en el medio en cada instante de tiempo debido a una perturbación acústica.
- **Presión Estática:** Es aquella que existe en ausencia de perturbaciones acústicas.
- **Radiación:** Propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas.
- **Radioelectricidad:** Permite la producción, transmisión y recepción de sonidos e imágenes por medio de ondas electromagnéticas.

- **Realimentación:** conocido como acople, y se escucha como un pitido, produce cuando la ganancia de los micrófonos y altavoces es alta.
- **Reflexión:** Cambio de dirección de una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios.
- **Reflexiones Acústicas:** Cuando el sonido choca contra una pared las ondas sonoras se esparcen por esa pared, es decir que, cuando choca el sonido contra algo, todos los demás lo escuchan y las ondas se esparcen.
- **Resonancia:** Fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a la acción de una fuerza periódica.
- **Ruido blanco:** Ruido que posee la misma densidad espectral de potencia a lo largo de toda la banda de frecuencias.
- **Ruido rosa:** Señal que su contenido de energía por frecuencia disminuye 3 dB por octava.
- **Saturación:** Distorsión de la señal sonora.
- **Silica:** Oxido de silicio, usado en la producción de cristal de ventanas, vasos.
- **Stud:** Sistema de contacto.
- **Superficie sólida:** superficie dura, rígida.
- **Telepronter:** Aparato electrónico que refleja el texto de la noticia previamente cargado en una computadora, en un cristal transparente, a través del cual se sitúa en la parte frontal de una cámara.
- **Tresbolillo:** formas de colocar elementos, de manera que estando repartidos en al menos dos filas paralelas, formen triángulos equiláteros entre ellos.
- **Uniones Mecánicas:** Unión de elementos mecánicos.

ANEXOS





ENTREVISTA

ROMMEL LÓPEZ

DIRECTOR REGIONAL DE NOTICIAS – CANAL UNO

1) *¿Qué parámetro implica para usted un buen tratamiento de audio en producciones audiovisuales?*

Bueno en producciones audiovisuales creo que el tratamiento esencial va en dos direcciones, la una, el tratamiento del audio en sí de las entrevistas y el otro el ambiental, yo veo mucha deficiencia en los videos que tenemos aquí en canal uno en lo que es ambientales, reporteros y editores, será equipos, será creatividad, o tratamiento de sonido, es muy deficiente en lo que es ambientales, y los ambientales en lo que es el video son muy necesarios para poder dar vida a las notas, a más de la imagen un audio ambiental puede hacer muchas cosas, la base es tener buenos equipos, actualizar nuestro sistema de audio, desde las consolas hasta las editoras para poder tener un estándar de calidad dado en canal en uno, hay corresponsales de canal uno y por lo general los audios están saturados.

2) *¿En base a su experiencia en Canal UNO que parámetros son necesarios para el tratamiento sonoro del canal?*

Yo creo que los parámetros los ponen los especialistas en sonido, puedo hablar de consolas, puedo hablar que a veces fallan todo eso de consolas, entonces es un parámetro a considerar, no se cual sea el nombre técnico, que no hace contacto, hace contacto, otras veces ponen *play* y un video ya muy bien hecho, muy bien tratado, en el sentido de video no de audio, ratifico, y no sale el audio, es decir son cosas que pasan al aire, a lo que tenemos programas al aire, el audio y el video tienen que estar sumamente bien mantenidos todos los equipos que producen y tienen el mantenimiento de estos niveles decibeles de lo que es el audio manejado y video en televisión.

3) ¿Qué es para usted acondicionamiento acústico y que sería necesario implementar en el canal?

Yo creo que al canal falta implementar muchas cosas, el acondicionamiento acústico viene a ser muy necesario para evitar reverberancias que salen al aire, un buen cierre de los micrófonos por parte del sonidista, a veces la coordinación entre Quito y Guayaquil falla, el audio de Quito lo lanzan, Guayaquil no lo abre, entonces sale el locutor solo hablando más o menos así (Gesticula sin hablar) no audio, eso es pésimo en televisión, la imagen es pésima, no se ve profesionalismo, entonces ese tipo de detalles hay que cuidarlos muy bien, hay otra cosa, el acondicionamiento, nos toca crear una cabina de audio, una sola cabina que este con su esponja, no sé cómo le llamen, esponja para evitar reverberancia, con eso tener un mismo nivel de audio, y que sea manejado por un sonidista profesional, para que no exista un audio desnivelado, entonces se mantiene una cierta regularidad y uniformidad que son importantes especialmente en el manejo de audio de un noticiero.

4) ¿Qué equipos de producción se necesitan para un tratamiento óptimo del audio en el canal?

Que equipos necesitamos, yo creo que todos los posibles, uno para poder tomar audios de buena calidad, hay editoras que no están muy actualizadas, software que deberíamos actualizarlos, dos lo que mencione antes la cabina de audio, micrófonos de excelente calidad, tanto corbateros, como los otros, en los cuales salimos a tomar el audio en entrevistas en la calle, deberían ser unidireccionales, en mucho de los casos, otros omnidireccionales o booms, y algo más que podríamos necesitar es técnicos de primera, en el departamento en el VTR, que puedan determinar, puedan hacer un estudio con aparatos, midan decibeles, midan donde es, si está bien ubicado el locutor en el set, para que el audio sea lo más puro posible y además los transmisores de canal uno, porque así podamos transmitir buen audio y buen video si los transmisores no están a punto, no están bien afinaditos, no se va reflejar

eso en los televisores de los miles de ecuatorianos que siguen la señal de canal uno.

5) *¿Qué es lo que se tiene y qué se quiere obtener?*

Se tiene bastantes ganas, toca mejorar, toca implementar más cosas, en el ámbito tecnológico, yo creo que ya la era digital esta al aire y ya viene *High Definition*, y viene todo eso, entonces nos toca dar el gran salto de lo analógico a lo digital completamente, hay una mezcla de las dos cosas en canal uno, entonces deberíamos ya saltarnos el paso y pasar a todo lo digital completamente y ahí tendríamos yo creo mucha pureza de audio y es a lo que queremos llegar, porque los demás canales ya están haciendo pruebas de señales ya se da la nueva legislación para la tv japonesa-brasileña, que va a estar vigente en los televisores de cada uno de los hogares, entonces ahí depende mucho la señal para poder mantener rating de sintonía y poder llegar con mucha claridad y un buen audio y video a los hogares ecuatorianos.

ENTREVISTA

Paul Lozada

Ingeniero en Sonido y Acústica

1) *¿Cuál es el T60 óptimo para un set y Por qué?*

Bueno el T60 recomendado para un set de televisión, se encuentra entre 0,7 y 1 segundo, teniendo en cuenta que un tiempo de reverberación de un 1 segundo es un tiempo en el que nos permite tener una mayor cantidad de inteligibilidad de la palabra, los 0,7 a 1 segundo, es algo subjetivo, depende de si el estudio o el set de tv se encuentra con personas o sin personas.

Si nosotros tenemos gran cantidad de personas, digamos si es que el ambiente es abierto, y nosotros tenemos personas dentro del set, necesitamos una sala que tenga un T60 muy cercano a 0 o 0,5 o su límite que es 0,7, para que estas personas como cada elemento tiene su

absorción o su coeficiente de absorción, nos permitan obtener los niveles deseados.

En un set de televisión, en el que no exista mayor cantidad de personas, es recomendable que tenga una mayor claridad, un mayor espacio, por eso un tiempo de reverberación cercano a 1 segundo nos puede dar este tipo de características, del espacio y más que nada tratando de manejar con la claridad y la inteligibilidad que es lo más importante dentro de un set de televisión.

El tiempo de reverberación de una sala se mide por frecuencia, es importante saber que para un set de tv un tiempo de reverberación debe estar entre 0,7 y 1 segundo, debido a esto y siempre es recomendable, obtener parámetros como los volúmenes y las superficies de un recinto con sus diferentes coeficientes de absorción.

El T60 nos permite tener buenos niveles de comprensión de la palabra, es importante saber que para un estudio de televisión, este puede tener varios tipos de T60, dependiendo si tenemos mayor cantidad de gente o menor cantidad de gente, cuando tenemos o sabemos que vamos a tener la presencia de mayor cantidad de gente dentro de un set, es recomendable tener T60 elevados, que nos permita tener un poquito de reverberación para que como ser humano, como manos o como cuerpo, podamos absorber, este excesivo T60 y de esta manera poder equilibrar dentro de la sala, pero si tenemos, digamos estamos con una persona, un periodista únicamente frente a la cámara, es recomendable, que los tiempos de reverberación no sean muy altos, debido a que, por la direccionalidad y por el trabajo que hace que es directamente hablar al micrófono, no nos dé una sensación de espacialidad, más bien nos dé una sensación de confort y de riqueza sonora cuando uno está dialogando.

2) ¿Cuál sería el NC óptima para un estudio de televisión y Por qué?

Las curvas de valoración NC o *noise criteria*, fueron unas curvas creadas por Leo Beranek en 1957, y mediante las cuales nosotros queremos caracterizar o relacionar el espectro de un ruido con relación al sonido que se está emitiendo dentro de un recinto, para el caso de estudios de televisión, es recomendable que las curvas NC estén entre 20 y 30, pues esto nos permite tener una buena inteligibilidad sin que el sonido exterior interfiera con lo que se está haciendo al interior, es recomendable es decir los valores NC, bueno tenemos que tener en cuenta el ruido de fondo que tiene dentro del set y al exterior, porque si es que el ruido de fondo generado tanto al interior como al exterior, es superior o enmascara a lo que se está diciendo dentro del set de televisión, va ser algo inentendible y nos va generar molestias.

3) ¿Cómo se logra bajar el NC?

Las NC son curvas de criterio, curvas de diseño, curvas que nos permiten realizar diseños de lugares específicos, en este caso las *noise criteria* son curvas o parámetros, que permiten establecer el ruido interior que va tener nuestra construcción, para nosotros reducir una NC, tenemos que tener un ruido de fondo muy bajo, tenemos que primeramente antes de construir emplazarnos en lugares que sean no muy ruidosos porque es poco probable que una vez que nosotros construyamos o adecuemos nuestros recinto los niveles de ruido disminuyan siempre tienden a aumentar, pero es importante realizar un buen aislamiento acústico para que los niveles de ruido dentro de nuestro set de televisión sean los más bajos y poder cumplir con criterios establecidos como los criterios de las curvas NC.

4) ¿Qué puntos abarca el acondicionamiento acústico de un lugar?

Para acondicionar acústicamente un lugar, es importante primeramente ver sus dimensiones, su volumen interno, el material del cual se halla configurado, digamos mampostería, ventanales, puertas, ver si primeramente nos están dando unos buenos índices de aislamiento

acústico, una vez nosotros corroborado que la construcción civil está bien realizada, nosotros tenemos que hacer un análisis mediante frecuencias en cuanto a la parte de resonancias si existe resonancias y por ende modos normales de vibración, para frecuencias bajas, ver que problemas tenemos en frecuencias medias y en frecuencias altas, mediante estas mediciones nos podemos dar cuenta si tenemos resonancias en bajas frecuencias, si nosotros podemos darnos cuenta de que existe el problema en este tipo de frecuencia lo importante sería diseñar soluciones, elementos que nos ayuden a absorber la gran cantidad de energía que nos puede dar una resonancia, en este caso para bajas frecuencias, tenemos elementos como resonadores específicos para absorber cierto tipo de frecuencias y elementos que también nos pueden ayudar a equiparar la cantidad de energía sonora que tenemos en frecuencias medias y en frecuencias altas, que regularmente es bueno tratar de manejarnos en todo el espectro audible en niveles apreciables, si nosotros podemos disminuir el nivel en bajas frecuencias, tenemos que ver que las altas frecuencias tampoco decaigan, es importante que este tipo de frecuencias también tengan una alta incidencia dentro de nuestro recinto mediante la utilización de difusión, de elementos que nos ayuden a difundir el sonido de manera homogénea dentro de nuestro espacio, y de esta manera mediante la ayuda de material fono absorbente, cualquier tipo de elementos que nos ayuden a absorber sonidos en frecuencias medias equiparar el rango audible dentro de una sala.

5) *¿Qué parámetros de absorción son los óptimos para un set de televisión y cómo se controla?*

El T60 tiene mucho que ver en este tipo de espacios, es importante no sobrecargar de material fonoabsorbente o cualquier tipo de elemento que nos ayude absorber frecuencias debido a que nosotros podemos perder claridad en nuestro mensaje, la inteligibilidad de la palabra puede llegar a tener un poco de inconvenientes también, pero lo que nosotros debemos de tener en cuenta es siempre que dentro de un set de televisión vamos a

tener sonido directo captado directamente desde nuestra cámara, desde nuestro equipo grabador de sonido, más que nada el material fonoabsorbente debería estar acoplado a la estructura mas no debería ser complementado con algún tipo de material dentro de cada set, pero no es muy recomendable llenar de material fonoabsorbente por la perdida en frecuencia que tiene, debido a que no sería un sonido real más bien sería un sonido que podría llamarse artificial, nos quitaría componentes que nos pueden dar un mayor confort y una mayor calidez en la palabra.

6) *¿Qué parámetros de aislamiento son los óptimos para un set de televisión y cómo se controla?*

Bueno, los materiales óptimos para aislamiento, más que nada para el aislamiento nosotros nos basamos en la parte obra gruesa, digamos si tenemos una pared de ladrillo, una pared de bloque, tenemos que mejorar esta condición mediante la utilización de panelería específica, dependiendo de la cantidad de ruido que se quiera atenuar, si nosotros tenemos una gran cantidad de ruido del exterior y que nos está ingresando y está siendo perjudicial, tenemos que implementar panelería que nos permita tener índices de reducción internos bastante eficientes, podemos en este caso utilizar *gypsum* con diferentes configuraciones, fibra o cemento con diferentes configuraciones, si el caso ya es muy grave, hacer un sistema de particiones dobles, paredes dobles, con algún relleno elástico, esto sería para paredes, para puertas tendríamos que ver puertas que nos den unos parámetros NR bastante recomendables o bastante importantes, digamos por sobre los 35-40 dB con relación a puertas o ventanas normales; lo importante aquí es que este tipo de construcción no es normal, igual que tenemos que mencionar el montaje es un montaje distinto, no es como los arquitectos u otros ingenieros lo hacen, construyen dos paredes dobles por construir, sino que nosotros tenemos que ver métodos que nos permitan desacoplar mecánicamente varias estructuras para que no haya resonancia y de esta manera generar un ambiente sonoro interior bastante confortable con relación al

exterior debido a que en el exterior siempre hay mayor cantidad de ruido de fondo que al interior, regularmente en el caso de los estudios de TV de Canal UNO, uno de los principales problemas es la cubierta, esta no es tratada acústicamente, no posee un mayor aislamiento, en cierto tipo de frecuencias nos ayuda pero cuando hay granizo, cuando llueve dentro del estudio puede generar problemas, es por eso que aplicar bien los criterios de aislamiento acústico poniendo configuraciones tipo sándwich de elementos dentro o fuera de la cubierta nos puede ayudar a la reducción de ruido, son parámetros que vienen concatenados digamos puertas, si hacemos tratamiento a puertas, si hacemos tratamiento a paredes, si hacemos tratamiento al techo, todo esto tiene que tener parámetros de aislamiento acústico, igual sus juntas, completamente selladas, no debe haber espacios de aire, espacios visto tenemos que rellenar todo, si es posible con material elástico.

7) ¿Qué es la resonancia y que es un MNV?

Un modo normal de vibración o también llamadas resonancias se producen cuando un sistema, cuando una fuente emite una frecuencia, esta frecuencia al coincidir con la frecuencia natural dentro de un recinto produce un incremento en su nivel hay veces que produce atenuación.

Resonancia o más bien llamado modo normal de vibración es un fenómeno que se produce cuando una onda sonora coincide con otra onda sonora dentro de un recinto produciendo un incremento en su nivel, esto lo podemos palpar mediante una oscilación mediante un tiempo determinado, esto quiere decir que una pared que está constituida por una frecuencia natural, todos los cuerpos dentro del planeta tenemos una frecuencia natural, cuando una fuente emite un sonido y este sonido componen varios tipos de frecuencias y una de estas coincide con la frecuencia natural de un cuerpo, lo hace resonar lo hace vibrar, esto la coincidencia o el modo normal de vibración.

8) ¿Cómo se logra distribuir uniformemente los Modos Normales de Vibración?

Es importante saber que los modos normales de vibración aparecen dentro de todo un espectro de frecuencias pero donde se genera mayor problema son las frecuencias bajas, desde lo más bajo hasta los 300 Hz son las más problemáticas, para nosotros poder generar una ayuda para que este tipo de problemas no aparezca podemos darnos cuenta con la geometría de la sala, tratando de evitar que las paredes no sea paralelas y las dimensiones en altura, tratar de que cada pared tenga alturas diferentes, cada elemento tenga angulación diferente dentro de una sala para que las frecuencias naturales o frecuencias de resonancia interna no coincidan y no sea de fácil manera el efecto de resonancia cuando se emite un tipo de sonido, además a esto hay que agregarle que con elementos como resonadores, difusores, distribuidos uniformemente dentro de una sala nos pueden ayudar a distribuir de mejor manera los modos normales de vibración, no son perjudiciales los modos normales de vibración, más bien si nosotros podemos dar una distribución homogénea dentro de un local, nos pueden ayudar mucho dentro de la parte de confort acústico.

ENTREVISTA

Marcelo Lazzati

Ingeniero en Ejecución de Sonido

1) Qué es NPS y cuáles son los NPS típicos para un canal de TV?

El NPS es una relación en una escala logarítmica que se toma de una presión sonora en relación a una referencia, la referencia es 2×10^{-5} pascales que coinciden con el umbral de la audición del ser humano promedio para un tono de 1 KHz., el NPS se expresa como $20 \log$ de una presión medida dividida sobre esta presión de referencia de 2×10^{-5} pascales; se vuelven típicos NPS dentro del rango de la audición humana de 0 a 130 dB NPS, en un canal de televisión los niveles de presión

sonora a los cuales un ser humano puede encontrarse expuesto son básicamente divididos en dos áreas, la etapa de captación de sonido y la etapa de reproducción o monitoreo de este, en la etapa de captación los NPS son dependientes del tipo de aplicación, en un noticiero por ejemplo, los locutores leen las noticias con un nivel de presión típico para la conversación humana, no se les pide elevar o reducir el nivel de su locución en función de motivos de captación técnicos, óptimos; es así que la sensibilidad de los micrófonos es en ese caso elegida para los distintos niveles de locución de las personas, en la captación de un programa con público presente en el cual se encuentre el público haciendo ovaciones o aplaudiendo, es posible alcanzar unos 85 a 90 dB de NPS cerca de las fuentes, por otro lado en la etapa de monitoreo las salas destinadas para el audio son principalmente de postproducción de audio para video las cuales suelen ser niveladas en su relación de 0 dB o nominal a 94 dB NPS, o en algunos lugares al encontrarse estoy muy fuerte o al encontrarse que esto es un nivel muy elevado se nivela a 85 dB de NPS, ese es el nivel al que se vería expuesto un sonidista de edición, principalmente de mezcla, en una sala de post-producción de audio, la gente de edición por lo general puede realizar monitoreo a bajos niveles.

2) ¿En qué frecuencia predomina el ruido de tierra?

Dentro del rango de bajas frecuencias, cuando se producen *loops* de tierra la frecuencia suele coincidir con la frecuencia de red eléctrica que posea el país, a lo largo del mundo varía entre 50 y 60 Hz, nuestro país corre con una de red eléctrica en todo tomacorriente de 60 Hz o de 60 ciclos por segundo, esa sería la frecuencia en la cual encontramos al ruido de tierra en nuestro país.

3) ¿Qué elementos son necesarios en la cadena electroacústica para un set de televisión?

Los elementos suelen dividirse por categorías, en una primera etapa las unidades de entrada debería considerar micrófonos de calidad en función de la aplicación, por ejemplo micrófonos de solapa con buena

sensibilidad, características direccionales para locutores en noticieros o en programas animados, buenos micrófonos de condensador para captación ambiental o *overhead*, cosa típica sobre escenarios o captación televisiva y cinematográfica, dispositivos de entrada como híbridos para convertir las señales principalmente telefónicas a señales de línea que puedan ser operadas en consolas de audio donde se realiza la mezcla y el control del material del programa con el que se trabajen enlaces, así como los híbridos adaptan señales telefónicas, enlaces satelitales, microondas, lo que resulte necesario en función del tipo de programación muchos de los cuales hoy por hoy son reemplazados principalmente por enlaces por telefonía celular por lo cual se abarata mucho el costo de las transmisiones.

Como dispositivos de entrada deberíamos también contar con reproductores de los distintos formatos con los que se pretende trabajar, por ejemplo reproductores CD, minidisco, ipod's, archivos mp3, pueden llegar a ser requeridos como unidades de entrada para un canal de televisión, en otra etapa la etapa de procesamiento y de edición no difiere lo que suele ser una instalación típica de producción musical, se requiere básicamente de un computador, algún sistema de edición, si es posible Pro Tools, es el mejor de los sistemas hoy por hoy, así como unidades de procesamiento típicas, procesadores multi-efectos, ecualizadores periféricos, compresores, procesadores dinámicos, en la etapa de procesamiento buenos pre-amplificadores para aquellos micrófonos, considerar que los híbridos y los enlaces podrían ser considerados como una etapa de procesamiento como tal mas que como unidades de entrada, si el canal de televisión tiene la aplicación de generación de *jingles*, comerciales, música promocional para sus programas, para su programación, puede venir bien la inversión, dentro de la cadena electroacústica, de un controlador MIDI, de sintetizadores en *hardware* o en *software* que permitan acceder a una gran colección de sonidos para esa producción musical, los *samples* también a nivel de *software* son excelentes herramientas para este tipo de aplicaciones, en cuanto a

procesamiento podría ser también apetecible algún tipo de sistema de automatización, por decir pensado en consola o pensado a nivel de mezcla con un sistema Pro Tools, por otro lado las unidades de salida deberían considerar a monitores de buena calidad, salas niveladas, ecualizadas, la presencia o el uso de audífonos con los cuales se pueden generar comparaciones con respecto a la respuesta entregada por el monitoreo, la posibilidad de hacer una comparación en las salas de edición o de procesamiento de mezcla de la compatibilidad mono-estéreo de las señales que van a salir al aire, las unidades de salida también deben poseer grabadores en función de los formatos en los cuales se piense trabajar, es decir grabación de audio *master* en CD, minidisco, empastado, en cintas miniDV o el formato de video que utilice el canal de TV, en cuanto a conexiones no debe escatimarse en cuanto a los conectores utilizados, la calidad de los cables utilizados y de las patcheras de conexiones, las distintas salas deberían contar con su patchera de interconexión entre sets, sala de control, salas de edición, para poder hacer traspaso de comunicación de audio en directo sea analógica o digital; suelen ser utilizadas también en etapas de captación o de transmisión conexiones o enlaces inalámbricos por los cuales en términos de conexiones inalámbricas debería considerarse que el set de televisión debería contar con una cámara de Faraday, básicamente es una trampa para inducciones, para señales electromagnéticas, el objetivo es que no se induzcan señales o telecomunicaciones que no corresponden al set dentro de las transmisiones que se van a emitir desde este.

Otro elemento necesario es un televisor estándar para poder comparar la calidad de la respuesta que se recibe en un aparato tipo promedio.

4) ¿Cuál es la cadena electroacústica óptima para un set de televisión?

Toda cadena electroacústica de calidad parte por una buena puesta a tierra, cosa que en términos de fabricación, de construcción, de diseño suele partir desde antes de levantar la edificación o la construcción en la

cual se va a desarrollar el set, con una buena puesta a tierra es posible eliminar ruidos indeseables en conexiones por presencia eléctrica.

Las cadenas electroacústicas pueden verse afectadas también por la presencia de inducción de señales electromagnéticas, de ondas electromagnéticas por lo cual suelen construirse grandes rejillas o mallas para armar las denominadas cámaras de Faraday, que son cámaras que permiten aislar las inducciones electromagnéticas dentro de esta cámara, todo el set se ubica dentro de ésta; de modo de permitir dentro del set no puedan establecerse comunicaciones de teléfonos celulares que arruinan tomas de filmación, inducciones de señales policiales, servicios de emergencia como ambulancias, partidos de fútbol, mientras que se está haciendo captación o transmisión de señales. La cadena electroacústica optima debería considerar una consola de *broadcasting*, mas que una consola de PA (*public Address*) o una consola de grabación sonora para la operación, todos los elementos mencionados anteriormente vas a ser operados desde una consola de este tipo, pueden existir varias en el set, la de *broadcasting* va a ser necesaria para la transmisión en directo mientras que pueden ser utilizadas otras consolas, pequeños mezcladores en cabinas de edición y granas consolas de mezcla incluso 5.1 para las salas de post producción de audio para video.

Un elemento optimo de toda cadena electroacústica dentro de la sala de transmisión al aire es el denominado procesador también conocido así en el mundo radial, de la producción radial, se ha posicionado el nombre de la marca ORBAN como sinónimo de procesadores, si bien no es la única marca que realiza este tipo de procesadores en el mundo; entre las funciones de un procesador ORBAN se incluye el control de la respuesta de frecuencia y el control del rango dinámico de las señales que se transmiten al aire, es así que cuenta con gran cantidad de *presets* de ecualización, de compresión o de limitación de la señal así como con opciones de automatización de este tipo de respuesta en horarios específicos o para material de programa específico, la distinta respuesta

entregada por canales de televisión o por estaciones de radio es debido al uso que se hace del procesador ORBAN, es así que, distintas estaciones por decir, de radio juveniles FM con el mismo público objetivo pueden diferir en su calidad de respuesta de sonido haciendo un buen uso de este tipo de procesadores; en televisión la política no es tan marcada como en el mundo de la radio pero se utiliza de igual forma.

Otro elemento importante necesario para la cadena electroacústica en un set de televisión es el exceso de las estaciones de trabajo a internet, este no se recomienda en las estaciones de trabajo de audio digital, de audio específico, sino en estaciones de edición; todo computador dedicado al trabajo de audio no debería contar con conexión de internet más que para actualización de licencias de software, esto sobre todo en PC donde la presencia de virus genera serios problemas, demoras en la producción cosa que no se siente tanto en la tecnología de plataforma Macintosh. El acceso a internet resulta necesario básicamente para la recepción o transmisión de archivos de audio, información de notas periodísticas, que hagan por ejemplo referencia a videos encontrados en *youtube*, en *myspace*, conexiones o enlaces realizados por *skype* entre otros.

5) ¿En qué se diferencia la cadena de un set de televisión y la de un estudio de grabación?

Los estudios de grabación suelen invertir principalmente su presupuesto en micrófonos de alta calidad sean estos de condensador o sean micrófonos de cinta alcanzándose costos de \$1500 a \$11000 por este tipo de dispositivos, muchos micrófonos de buena calidad cuestan entre \$4000 y \$5000; una cadena en un set de televisión no requiere de microfonía de tan alto costo en función de la aplicación, un canal debería invertir en micrófonos de condensador principalmente tipo *Shotgun* y en micrófonos de solapa en suficiente cantidad, la calidad suele preferirse sobre la relación del costo, en nuestro país el caso típico es que se prefiere el no gasto a la buena calidad del sonido, en todos los aspectos de edición, procesamiento o grabación pueden haber diferencias sobre el

formato de producción. En un estudio de producción musical pueden contarse con grabadores multi-pistas las cuales pueden prescindirse en muchos sets de televisión que no tengan propósitos de múltiple respaldo o de mezcla fuerte previa a la transmisión en vivo es decir, una etapa de post producción de audio intermedia entre la captación y la transmisión, y existirán grabadoras en un estudio de grabación principalmente en formatos DAT, CD y archivos MP3.

En un set de televisión los formatos podrían ser relacionados con los formatos de video por decir, para sumar audio a una cinta miniDV, pueden existir diferencias en la etapa de monitoreo, un estudio de grabación sonora considerará monitoreo de campo cercano para hacer monitoreo o reproducción del sonido sin la percepción de reflexiones en la sala de control, monitoreo de campo lejano para poder realizar monitoreo o percepción del sonido con las múltiples reflexiones típicas que se producen dentro de los recintos y audífonos para comparación de la respuesta entre monitores en comparación mono-estéreo compatible, en un set de televisión puede tenerse asociada una sala de control que considera todos estos sistemas de monitoreo sin que estos sean obligatoriamente necesarios. Las salas de edición podrían considerar solamente monitoreo de campo cercano y audífonos; y si existen salas de mezcla por lo general la mezcla actual de audio para material audiovisual en televisión y en cine corre a nivel de 5.1 canales de audio, en un estudio de grabación por lo general la producción se realiza en 2.0 canales es decir en formato estéreo.

6) ¿Cuál sería para usted la distribución óptima de la patchera en un set de televisión?

Debería disponer de cantidad de envíos de micrófonos suficientes así como de retornos para monitoreo por audífonos suficientes en función de la aplicación, en sets de televisión que no poseen comunicación visual o directa con la cabina de control suele a partir de la patchera conectarse transmisores de señal inalámbrica para audífonos de modo de facilitar el

movimiento de la gente que opere, director del set, camarógrafos, asistentes y que puedan por este medio recibir indicaciones, en aquellos sets de televisión en los cuales existe comunicación visual, por lo general suele colocarse los transmisores en la cabina de control y las señales electromagnéticas son transmitidas a través del vidrio hacia el set de televisión.

Las patcheras necesarias en la o las salas de control y en las unidades móviles, estas no difieren en cuanto al diseño de conexiones típicos encontrados en aplicaciones de PA o aplicaciones de producción musical, grabación, mezcla y masterización sonora

7) ¿Cuál sería la ecualización óptima para aplanamiento de monitores tanto en el set como en el control room?

En el set de televisión en caso de existir monitores presente junto a micrófonos en la misma sala la ecualización es similar a la utilizada en monitores de piso en escenarios para conciertos en vivo, es esta la situación en la cual se posee la menor distancia entre el micrófono y el altavoz, y es donde se produce la mayor posibilidad de realimentación o acople de la cadena electroacústica; la gente si bien identifica esto como pitidos son situaciones que pueden dañar rápidamente a elementos electrónicos o electroacústicos vinculados a la cadena.

Básicamente para poder obtener un buen nivel de monitoreo o de nivel de presión sonora para los locutores, los animadores o los músicos presentes en el set, en los ecualizadores se empieza a subir el nivel de ganancia hasta verificar que el sistema pita, se identifica la frecuencia en la cual pita el sistema y se realiza un corte de hasta unos 3 decibeles en un ecualizador de 1/3 asociado justo antes a la salida del monitor y su amplificación de potencia, una vez cortada la ganancia en la banda específica, se vuelve a subir el nivel de ganancia *master* y se identifica en que nueva frecuencia pita el sistema y se repite el proceso, este proceso

se realiza hasta tener un nivel de presión sonora suficiente de salida para el monitoreo sin la presencia de acoples o de pitidos.

La ecualización de las fuentes sonoras captadas por este medio está pensada para que el corte de acoples por lo cual suele ser utilizada después en la etapa de mezcla en consolas o en ecualizadores periféricos una ecualización de compensación agradable de carácter estético para la transmisión de la señal al aire en vivo, por otro lado la ecualización optima en la sala de control sería aquella que compense la geometría del recinto en cuanto a sus énfasis o atenuaciones de frecuencias específicas y que compense a la respuesta de frecuencia de los monitores de sala. El objetivo del ecualizador utilizado en la sala de control es la de entregar en la posición de la cabeza del sonidista de mezcla una respuesta de frecuencia completamente plana en todo el ancho de banda audible redundando el ecualizador compensa las deficiencias de respuesta de frecuencia de la sala sumada a las deficiencias de respuesta de frecuencia de los monitores.

8) ¿Qué características debería tener un híbrido telefónico para un trabajo de calidad en un estudio de televisión?

Una buena adaptación de impedancias de la impedancia de la señal telefónica a la impedancia de línea con la que opera las consolas de audio, considerando que estas pueden ser de +4 dBU o -10 dBV, debería elegirse un híbrido adecuado para el nivel operacional de la consola y de la cadena de producción del estudio, debería contar con varias líneas o varios canales de transmisión de ser posible, en caso de que se requiera muchos canales de comunicación o comunicaciones telefónicas que puedan salir al aire, se utilizara varios híbridos en lugar a uno solo, una buena relación S/R para la retransmisión de señales de monitoreo para las personas que se encuentran al otro lado de la línea telefónica los cuales suelen ser señales provistas desde auxiliares en consola.

9) ¿De acuerdo a mi diagnóstico que es lo que usted recomienda para tener una cadena electroacústica óptima?

Una cadena electroacústica ideal para aplicaciones de captación y transmisión televisiva en vivo o pre-grabada debería contar con una buena política de diseño eléctrico de tierra o de toma a tierra, una buena política de aislación de señales inalámbricas sea esta por medio de una cámara de Faraday o por una política de orden social para toda la gente que opere dentro de esta, por ejemplo, mecánica de multa para aquellas personas que hayan olvidado después de haber sido avisadas apagar sus teléfonos celulares, y de ser multadas en caso de que estos suenen arruinando o afectando una transmisión en vivo o programa pre-grabado.

La principal recomendación para nuestro medio es la de una preocupación por la calidad del material que sale al aire, si bien no se considera como tal la calidad del audio que empata la imagen al televidente si afecta en la respuesta o en la percepción de este. Hay estudios realizados en la década del 60 para el mundo de la radio que demuestran esto, pero que hoy por hoy se siguen ignorando a nivel televisivo en nuestro país, hay una falta de búsqueda en la calidad, mi primera recomendación sería en ese sentido, para una cadena electroacústica óptima es la de poder contar con un presupuesto suficiente para la inversión en todos aquellos aspectos funcionales, técnicos, acústicos, electrónicos o electroacústicos, aquellos aspectos estéticos vinculados a la producción de material de programa, con presupuesto suficiente es posible adquirir cantidad de micrófonos suficientes para la transmisión considerando una política de respaldo, si se necesita un solo micrófono para una captación en locución, viene bien contar con dos, si uno está en operación y resulta dañado éste otro guardado salta a operación apenas se produzca el daño, esta es una política de aplicación de la denominada Ley de Murphy, si algo puede salir mal debe considerarse que en la práctica necesariamente va salir mal. La implementación de una consola de *broadcasting* puede ser un elemento

que optimice la operación y la calidad del audio resultante en este trabajo considerando que esta consola debería contar con aquellos elementos que el canal necesite, entre estos puede ser canales de entrada mono, buena cantidad de canales de entrada estereofónicos, gran cantidad (más de 6) de envíos auxiliares con opción a conmutación pre o post-*fader*, cantidad de sub-grupos suficientes en caso de políticas de respaldo multi-pista, grupos de VCA o sistema de automatización en caso de querer contar con una fuerte mezcla de transmisión en vivo o en etapas de post-producción como puede ser la mezcla de un concierto o una presentación musical multi-pista, de necesitarse hay consolas que poseen híbridos incorporados o entradas incorporadas, grandes visualizadores de la hora o del tiempo muy importante de ser controlada en programas de transmisión en vivo; la ampliación de ecualizadores suficientes y de mayor cantidad de dispositivos dinámicos como compresores o limitadores en este caso resulta evidente una mayor cantidad de híbridos telefónicos es necesaria, si bien se considera que lo mínimo necesario deberían ser 2 híbridos, no estaría mal en pensar en 4 por la política de aplicación de la Ley de Murphy, en este momento parece imposible que se pueda realizar en buenos términos, la transmisión o la grabación con buen monitoreo de un programa de debate, en cuanto a los monitores de piso utilizados en el set de televisión podría considerarse una política de ampliación de la cantidad de estos considerando muy bien su ubicación en función de su propósito y de un ajuste de ganancia y una ecualización de estos monitores, cada monitor adicional, extra, va requerir de un ecualizador de 1/3 extra idealmente y de un amplificador de potencia dedicado, la sala de control debería considerar un estudio geométrico, un acondicionamiento acústico que permita una zona de monitoreo auditivo libre de reflexiones del sonido conocido como *Sweet Spot* o punto dulce, tanto para monitoreo de campo cercano como lejano, deberían existir mayor cantidad de envíos de señales hacia el control *master*, no existe problemas con el apuntador, no debería justificarse el uso de cables en mal estado o con mallas de aislamiento electromagnéticas desgastadas, uno de los errores más típicos

en las cadenas electroacústicas es que considera los cables como un burdo accesorio, estos elementos no son tales, un cable desgastado se convierte en una fuente de ruido, es decir, de la adición de una señal indeseada en nuestras señales de audio si deseadas o nuestras señales útiles, deberían reemplazarse todos los cables de audio, no debería existir presencia de conectores desgastados, rotos o trisados existiendo una política de reparación o reemplazo de todos estos elementos apenas se identifican los problemas con estos, la falta de existencia de patcheras de conexiones es un elemento que evidentemente va generar un mayor desgaste de forma continua en todos los elementos que se utilicen, una patchera bien diseñada y bien instalada permitirá que los cables que se reemplacen sean 1 o 2 de micrófono cada cierto tiempo y no prácticamente todos los cables vinculados a la cadena como tal.

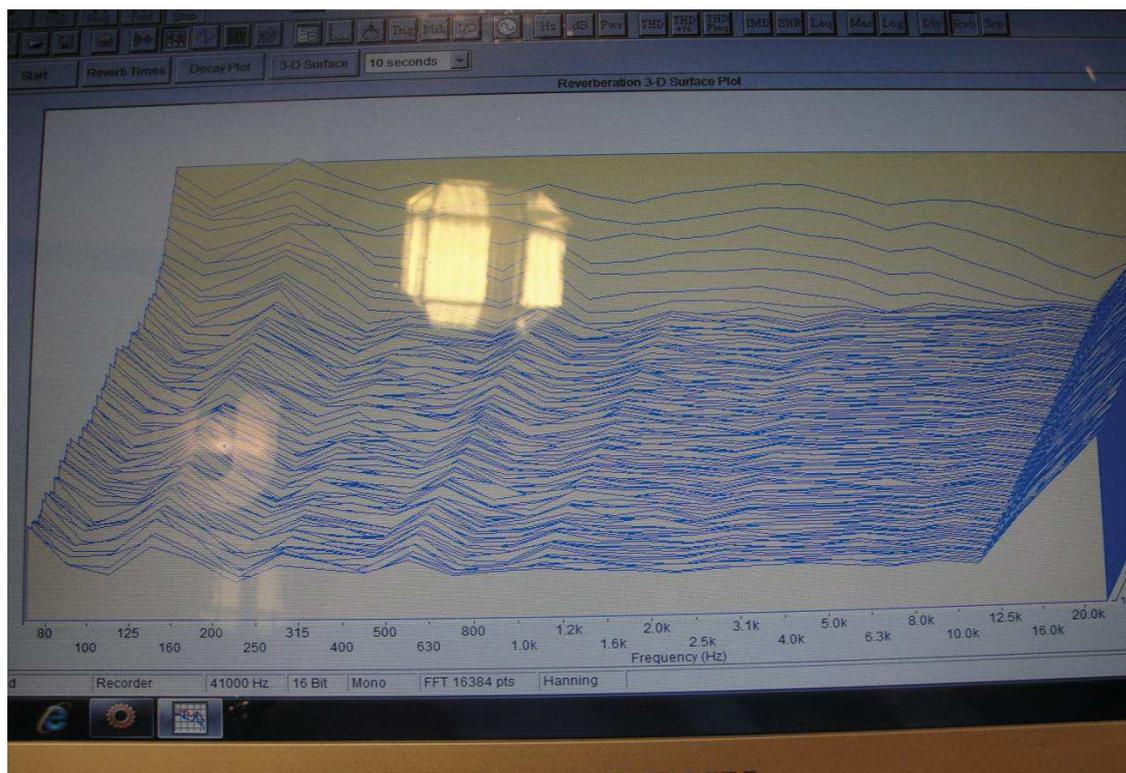
FOTOS



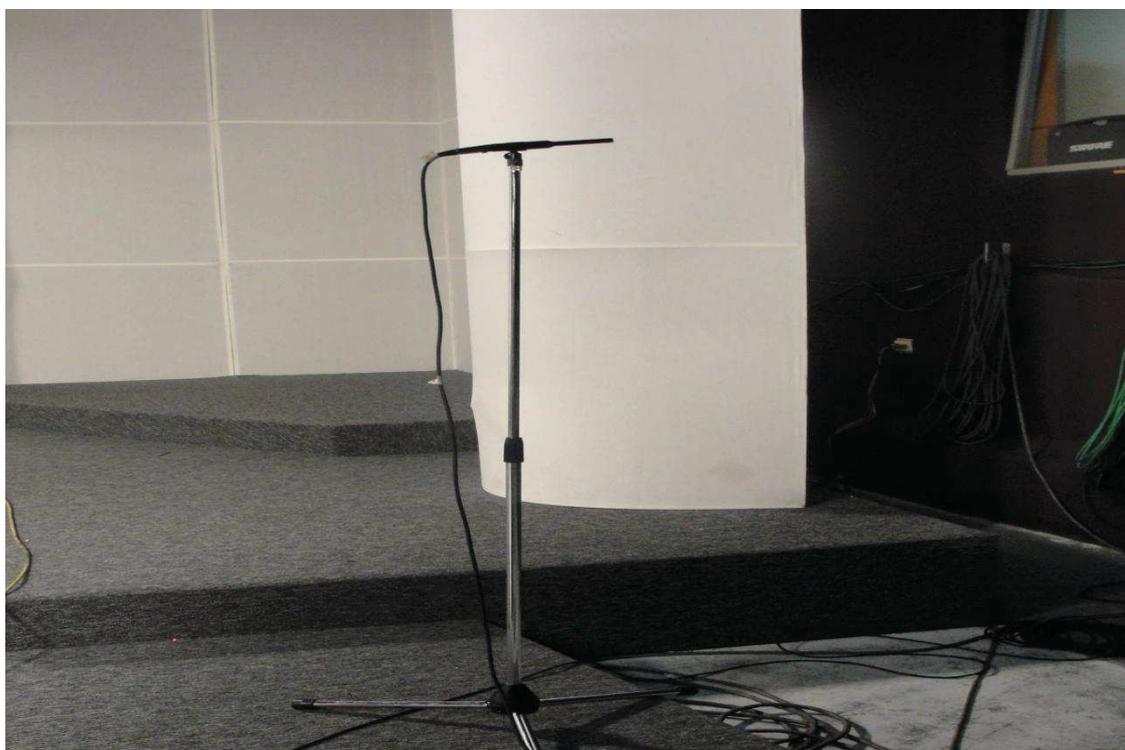
EXPLICACIÓN: Interfaz de audio TONE PORTE UX2 usada para la medición



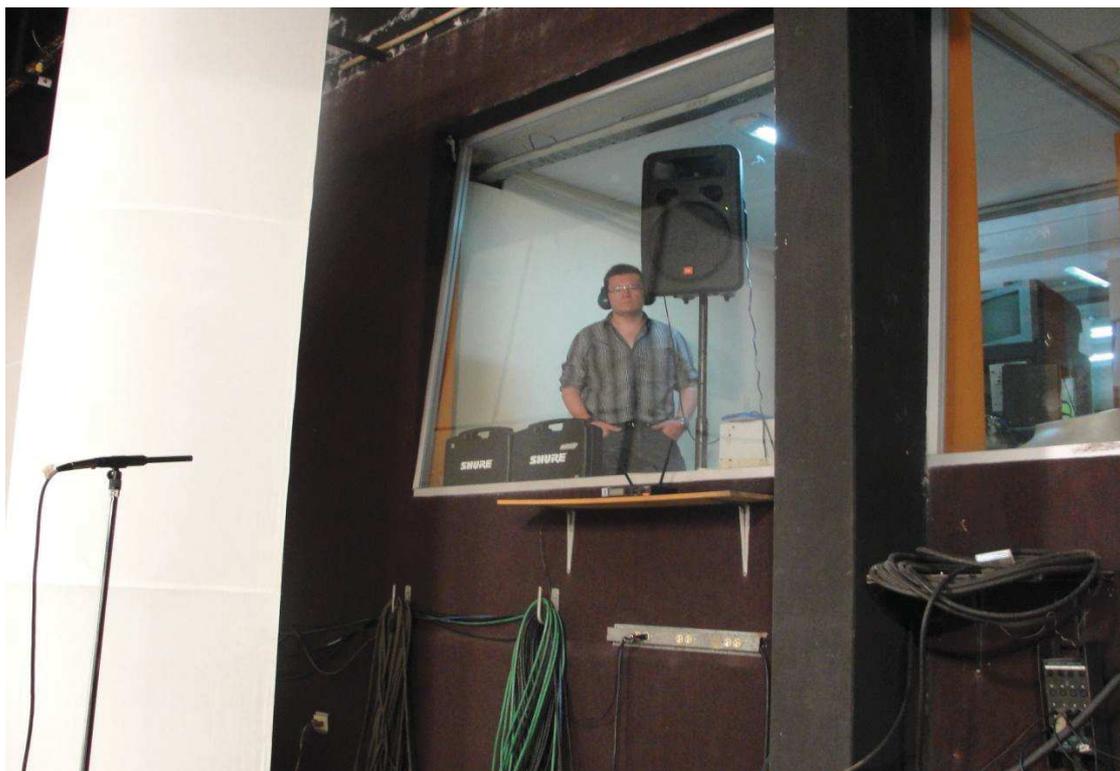
EXPLICACIÓN: Proceso de medición en Canal UNO



EXPLICACIÓN: Gráfico en 3D de los Modos Normales de Vibración



EXPLICACIÓN: Micrófono de medición ubicado en uno de los puntos para determinar el acondicionamiento acústico del *Control Room*



EXPLICACIÓN: Vista desde el estudio hacia el Control *Room* en un punto de medición



EXPLICACIÓN: Medusa.



EXPLICACIÓN: Paneles de madera fijos



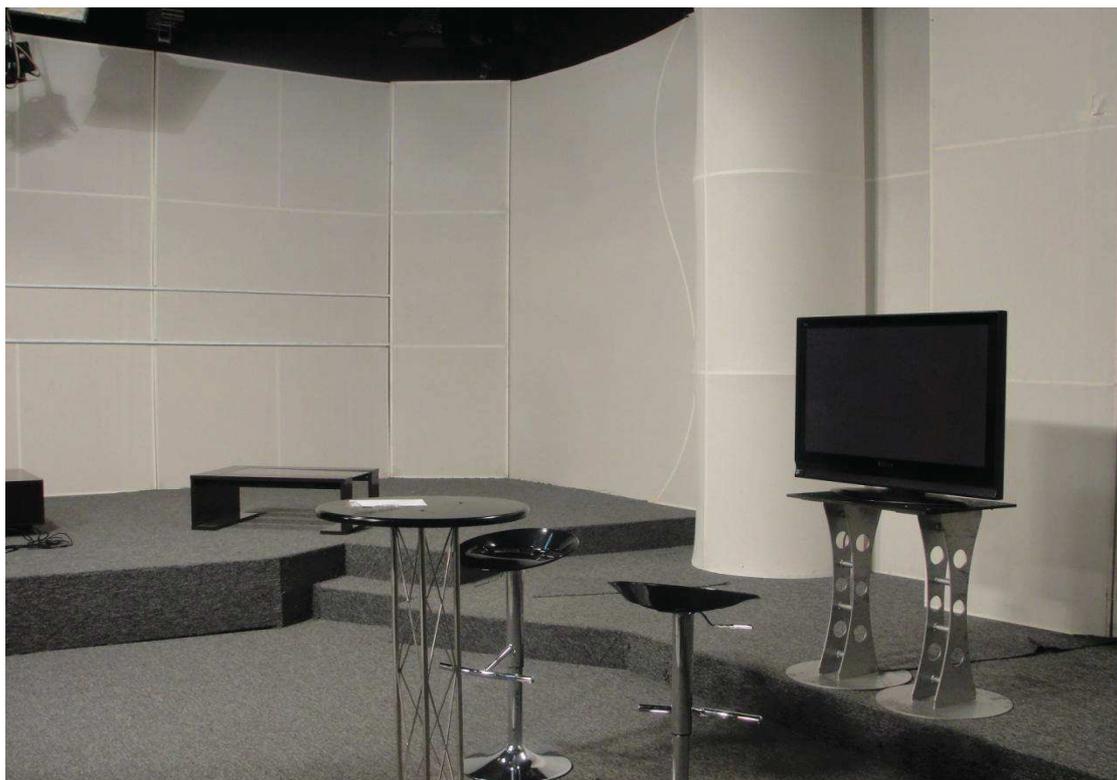
EXPLICACIÓN: Set de televisión



EXPLICACIÓN: Set de televisión y el televisor que es usado como retorno de video



EXPLICACIÓN: Set de televisión y escenografía



EXPLICACIÓN: Parte posterior del set, al otro lado del set del noticiero



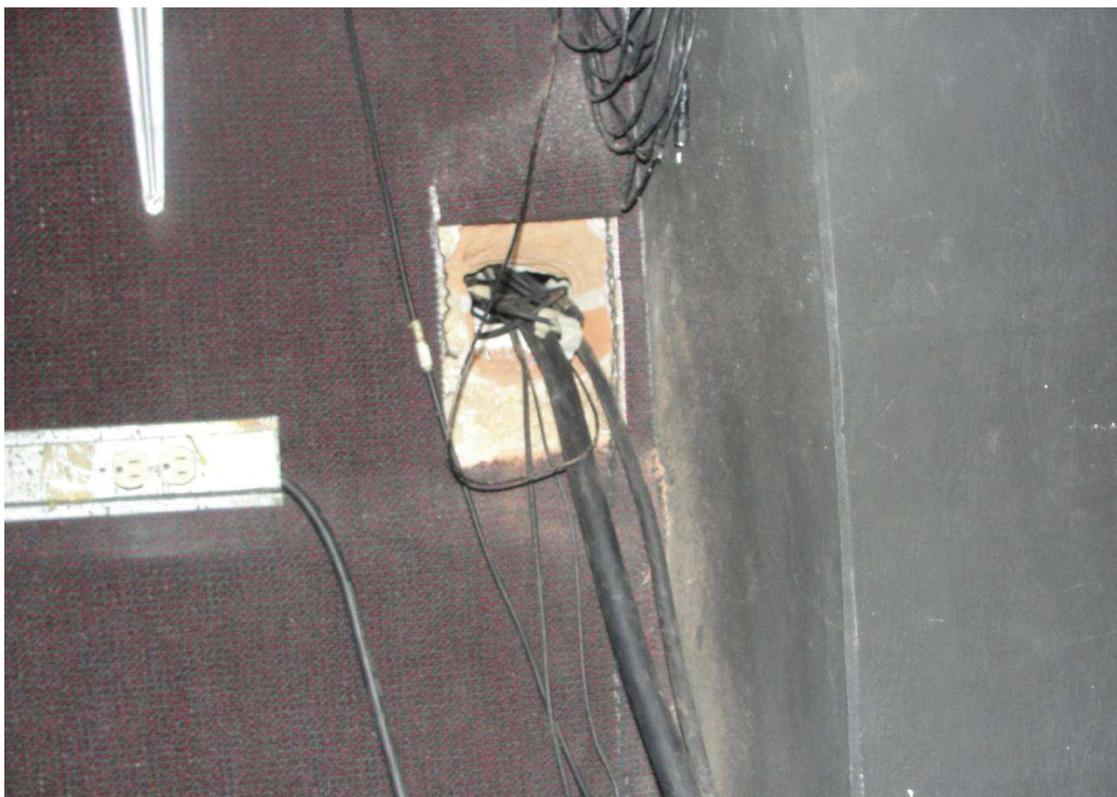
EXPLICACIÓN: Parte del estudio usado como bodega



EXPLICACIÓN: Set de televisión



EXPLICACIÓN: Iluminación



EXPLICACIÓN: Huevo ubicado en el Control *Room* por el cual pasan todos los cables de audio y de corriente eléctrica



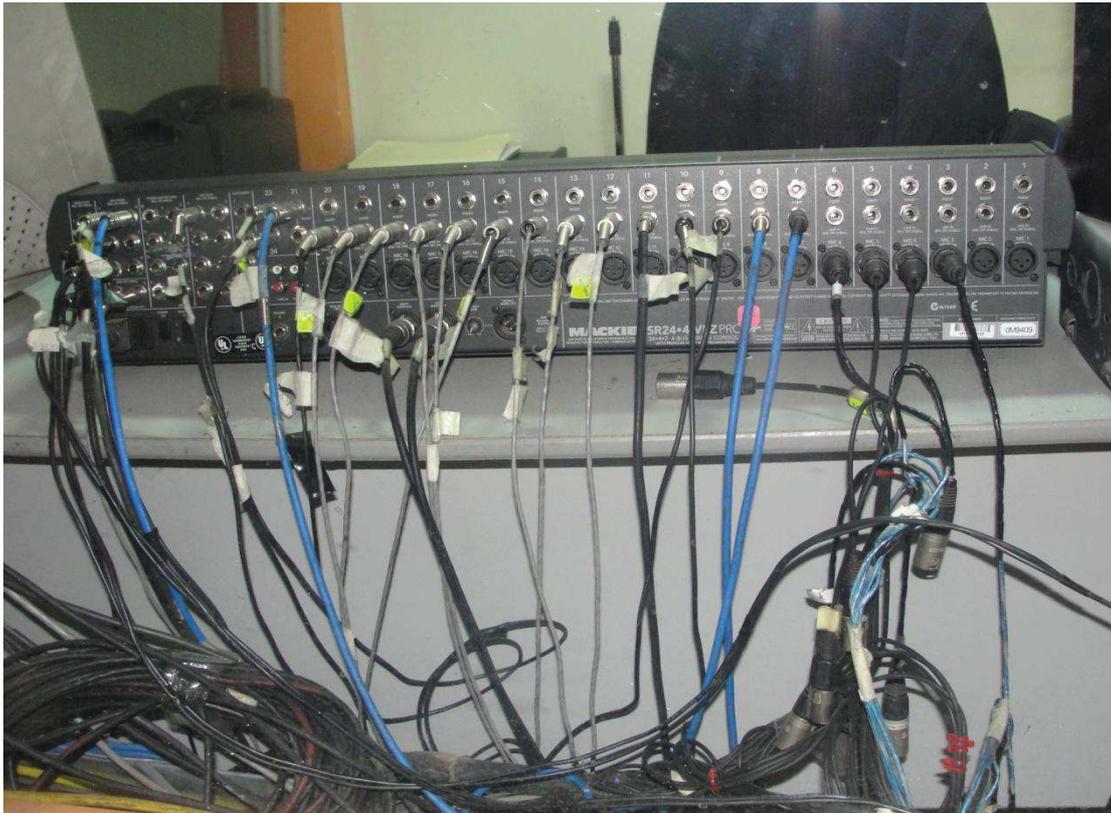
EXPLICACIÓN: Cableado tendido, por ahí circulan cables de audio, video, corriente eléctrica, y viene desde control *room*, *switcher*, cámaras



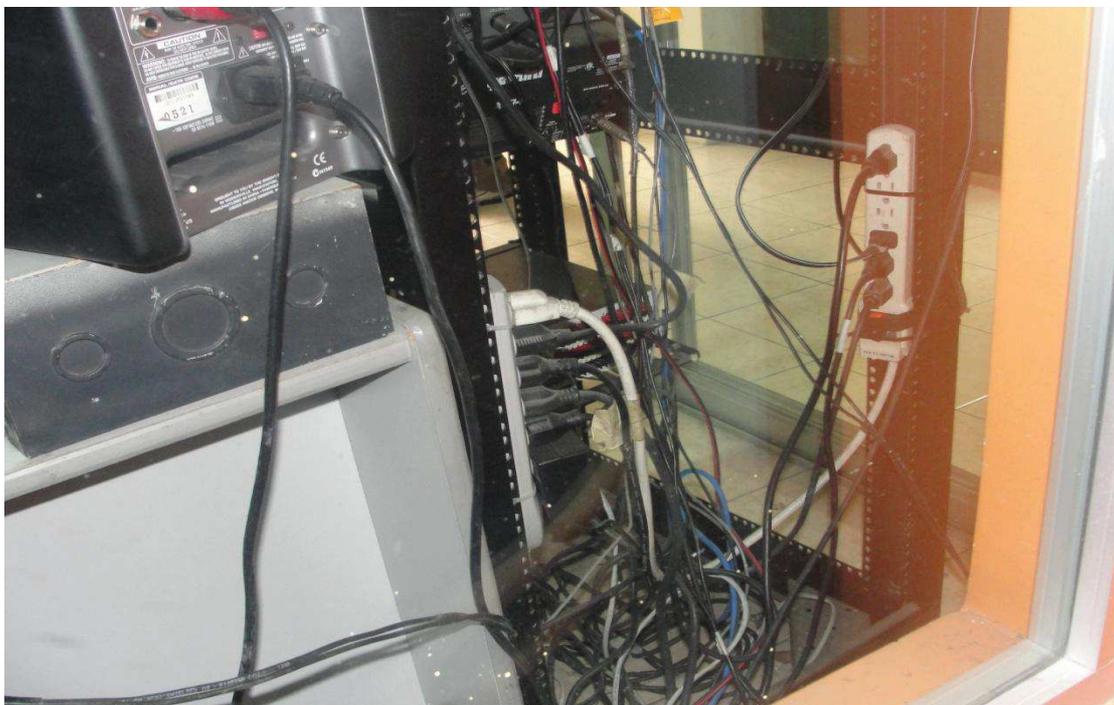
EXPLICACIÓN: *Rack de Audio*



EXPLICACIÓN: *Consola de audio*



EXPLICACIÓN: Conexiones traseras en consola de audio



EXPLICACIÓN: Conexiones eléctricas de Control Room, como se puede ver todos las conexiones de audio se cruzan con las conexiones eléctricas



EXPLICACIÓN: *Switcher*



EXPLICACIÓN: Corte del techo de set de televisión



EXPLICACIÓN: Puerta Exterior