



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**PROPUESTA DE DISEÑO ACUSTICO Y ELECTROACÚSTICO PARA EL
CANAL BRISA TV**

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

Profesor Guía
Ing. Felipe Mardones

Autor
Jaime Gonzalo Cáceres Maldonado

Año
2011

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.”

Felipe Mardones
Ingeniero en Acústica U.A.Ch.
CI. 172068234-1

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”

Cáceres Maldonado Jaime Gonzalo
CI. 171681327-2

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado el don de la sabiduría,

A mis padres por su constante apoyo en este proyecto de vida,

A mis hermanas por sus invaluable consejos,

A mis profesores por la enseñanza impartida durante mis estudios universitarios,

Al Ing. Felipe Mardones e Ing. Luis Bravo por su guía incondicional en este proyecto de titulación.

A la Universidad de las Américas, noble institución que me abrió las puertas impartiendo el conocimiento necesario para lograr esta gran meta.

DEDICATORIA

A la Licenciada Gladys Yolanda Maldonado Rivadeneira, ejemplo de madre y amiga, quien ha sabido ser una muestra de perseverancia, honestidad y nobleza en todos sus actos, además de demostrar siempre su amor incondicional ante sus hijos.

RESUMEN

El diseño acústico y eletroacustico de Brisa TV, un canal regional ubicado en la Península de Santa Elena, es de suma importancia porque ayudará a mejorar la calidad audiovisual de sus producciones. Se revisaron conceptos impartidos durante las asignaturas de Acústica Arquitectónica, Electroacústica y electricidad. Tras la obtención de mediciones realizadas en el estudio de televisión y la sala de edición se procedió a plantear soluciones acústicas y electroacústicas viables que permitan mejorar las condiciones actuales. Además, se rediseñaron las conexiones eléctricas mediante una distribución de corriente y puesta a tierra de todas las conexiones.

ABSTRACT

The acoustic and electric acoustic design of Brisa's TV, a regional channel located in Santa Elena Peninsula has this importance because of the necessity to improve the audiovisual quality of its productions. After obtaining measurements in the television studio and the editing room we proceeded to propose viable acoustics and electro-acoustics solutions to improve the current conditions. In addition, electrical connections were redesigned by a distribution of power and grounding of all connections. We reviewed concepts through the courses of Architectural Acoustics, Electroacoustics and electricity.

CAPITULO 1	1
Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Hipótesis.....	2
1.5 Justificación	3
CAPITULO 2	4
2. Marco teórico.....	4
2.1 Conceptos básicos de acústica	4
2.1.1 Sonido.....	4
2.1.2 Características y propiedades de las ondas sonoras.....	4
2.1.2.1 Frecuencia del sonido.....	4
2.1.2.2 Espectro frecuencial	5
2.1.2.3 Banda de frecuencia.....	5
2.1.2.4 Velocidad de propagación del sonido.....	5
2.1.2.5 Longitud de onda del sonido λ	5
2.1.3 Reflexión de ondas sonoras	5
2.1.4 Eco.....	6
2.1.5 Coeficiente de transmisión	7
2.1.6 Reverberación.....	8
2.1.7 Tiempo de reverberación T60	9
2.1.8 Inteligibilidad de la palabra.....	10
2.2 Absorción de las ondas sonoras.....	10
2.2.1 Coeficiente de Absorción	11
2.3 Aislamiento acústico	13
2.3.1 Transmisión aérea	14
2.3.2 Transmisión estructural.....	14

2.3.3 Particiones	15
2.3.3.1 Partición simple	15
2.3.3.1.1 Particiones simples homogéneas.....	16
2.3.3.1.2 Particiones simples no homogéneas.....	16
2.3.3.2 Partición doble	16
2.3.3.2.1 Tamaño de la cámara y frecuencia de resonancia (Masa Aire Masa).....	16
2.3.3.2.2 Uso de material absorbente en la cámara de aire.....	17
2.3.3.3 Diseño de particiones	17
2.3.3.3.1 Particiones de cartón, yeso y tirantes	18
2.3.3.3.2 Particiones de bloques de hormigón	18
2.3.3.3.3 Particiones de mampostería.....	19
2.3.3.3.4 Paredes de hormigón en masa	19
2.3.3.4 Aislamiento acústico de puertas	19
2.3.3.4.1 Puertas simples.....	19
2.3.3.4.2 Puertas dobles	20
2.3.3.4.3 Cierres de juntas inferiores de puertas	20
2.3.3.4.4 Puertas exteriores	20
2.3.3.4.5 Optimización de puertas existentes	20
2.3.3.5 Aislamiento acústico de ventana	21
2.3.3.5.1 Ventanas de cristal simple	21
2.3.3.5.2 Ventanas Cristal Doble o Triple.....	21
2.3.3.5.3 Ventanas de cristal inclinado.....	22
2.3.3.6 Aislamiento de suelo.....	22
2.4 Absortores	22
2.4.1 Absoritor poroso o material absorbente	22
2.4.2 Absortores resonadores	23
2.4.2.1 Resonador diafragmático, oscilante o de membrana.....	23
2.4.2.2 Resonador unitario o de Helmholtz.....	27
2.4.2.3 Resonador a base de paneles perforados o múltiple de Helmholtz.....	29
2.4.2.4 Resonador a base de listones	32

2.5.1 Difusor policilíndrico	33
2.5.1 Difusor geométrico	34
2.5.3 Difusores de Schröder.....	35
2.5.3.1 Difusores MLS	36
2.5.3.2 Difusores QRD.....	37
2.5.3.2.1 Difusor QRD unidimensional	37
2.5.3.2.2 Difusor QRD bidimensional	40
2.5.3.2.3. Difusores PRD	41
2.6 Modos normales de vibración	42
2.7 Índices y valoración de ruido	45
2.7.1 Nivel de presión sonora NPS	45
2.7.2 Curvas NC.....	45
2.7.3 Descriptores de aislamiento	46
2.7.3.1 Pérdida por transmisión TL.....	46
2.7.3.2 Reducción de ruido.....	47
2.7.3.3 Clase de transmisión sonora STC	48
2.7.3.4 Clase de aislamiento de ruido.....	48
2.8 Conceptos de electricidad	49
2.8.1 Conductores y aislantes eléctricos	49
2.8.1.1 Cable AWG.....	50
2.8.1.2 Cables THHN.....	50
2.8.2 Magnitudes eléctricas.....	50
2.8.3 Tensión o voltaje	50
2.8.4 Intensidad, corriente o amperaje	51
2.8.5 Impedancia.....	51
2.8.6 Resistencia.....	51
2.8.7 Energía.....	51
2.8.8 Potencia	51
2.8.9 Ley de Ohm.....	52
2.9 Conceptos de electroacústica.....	53
2.9.1 Características generales de equipos electroacústicos.....	53
2.9.1.1 Ganancia	53

2.9.1.2	Rango dinámico.....	53
2.9.1.3	Relación señal ruido S/R	53
2.9.1.4	Factor de cresta.....	53
2.9.1.5	Distorsión armónica	54
2.9.1.6	Distorsión total armónica	54
2.9.1.7	Sensibilidad	54
2.9.1.8	Respuesta de frecuencia	55
2.9.1.9	Direccionalidad	55
2.9.1.10	Impedancia nominal.....	55
2.9.1.11	Niveles de señal	55
2.9.2	Micrófonos.....	56
2.9.2.1	Micrófonos dinámicos (Bobina móvil)	56
2.9.2.2	Micrófono de condensador	57
2.9.2.3	Características de los micrófonos.....	58
2.9.2.3.1	Rango dinámico	59
2.9.2.3.2	Sensibilidad.....	59
2.9.2.3.3	Respuesta de frecuencia	59
2.9.2.3.4	Impedancia de salida	59
2.9.2.3.5	Ruido de fondo o nivel de ruido.....	60
2.9.2.4	Directividad de los micrófonos	60
2.9.2.5	Otros tipos de micrófono utilizados en cine y televisión.....	61
2.9.2.5.1	Micrófono con concentrador de haz	61
2.9.2.5.2	Micrófono de cañón o Shotgun	62
2.9.2.5.3	Lavalier.....	62
2.9.2.5.4	PZM	62
2.9.2.6	Sistemas inalámbricos.....	62
2.9.3	Consolas de audio	63
2.9.3.1	Fidelidad	64
2.9.3.2	Prestaciones.....	64
2.9.3.3	Controles de una mezcladora de audio	64
2.9.3.3.1	Sección de entrada	64
2.9.3.3.2	Control de ganancia de entrada	64

2.9.3.3.3 Alimentación fantasma	64
2.9.3.3.4 Inversor de fase	65
2.9.3.3.5 Atenuador.....	65
2.9.3.4 Sección de dinámica.....	65
2.9.3.4.1 Insert	65
2.9.3.4.2 Filtros	65
2.9.3.4.3 Ecuilizador	66
2.9.3.5 Sección de mezcla.....	66
2.9.3.5.1 Led peak	66
2.9.3.5.2 Fader.....	66
2.9.3.5.3 Paneo.....	66
2.9.3.5.4 Asignación.....	67
2.9.3.5.5 PFL – AFL	67
2.9.3.5.6 Salida directa	67
2.9.3.5.7 Mute	67
2.9.3.5.8 Solo.....	67
2.9.3.6 Sección de envíos auxiliares	67
2.9.3.6.1 Pre fader	68
2.9.3.6.2 Post fader.....	68
2.9.3.7 Sección de grupos	68
2.9.3.7.1 Fader.....	68
2.9.3.7.2 Paneo.....	68
2.9.3.7.3 Asignación de salida del canal	68
2.9.3.8 Sección máster	68
2.9.3.8.1 Fader.....	68
2.9.3.8.2 Talkback.....	69
2.9.3.8.3 Medidores	69
2.9.3.8.4 VU meters	69
2.9.3.8.5 Peak meter.....	69
2.9.4 Equipos periféricos.....	69
2.9.4.1 Ecuilizadores	69
2.9.4.1.1 Ecuilizador gráfico.....	70

2.9.4.1.2	Ecualizador paramétrico.....	70
2.9.4.1.3	Ecualizador paragráfico	71
2.9.4.2	Compresor.....	71
2.9.5	Monitoreo y retornos	72
2.9.6	Sistemas de comunicación en la producción	73
2.9.7	Sistemas de intercom IFB (<i>Interruptible Foldback</i> – Retroalimentación Interrumpible)	73
2.9.8	Conectores y Señales	74
2.9.8.1	Señal Desbalanceada.....	74
2.9.8.2	Señal Balanceada.....	74
2.9.8.3	Loops de tierra.....	75
2.9.9	Tipos de conectores	75
2.9.9.1	Conector RCA.....	75
2.9.9.2	Conector TRS	76
2.9.9.3	Conector SPEAKON.....	76
2.9.9.4	Conector XLR o canon	77
2.9.9.5	S/P-DIF y AES/EBU.....	78
2.9.9.6	Conector de fibra óptica.....	79
2.10	Equipos de video y televisión.....	79
2.10.1	Antenas	81
2.10.1.1	Tipos de Antenas para televisión.....	82
2.10.1.1.1	Antena Yagi.....	82
2.10.1.1.2	Antena transmisora	84
2.10.1.1.3	Antenas parabólicas.....	84
2.10.2	Tipos de transmisión de audio para televisión	85
2.10.3	Consolas de video y bradcasting	86
2.10.3.1	Switcher de video	86
2.10.3.2	Generador de caracteres.....	86
2.10.3.3	Efectos digitales de video	87
2.10.3.4	Consolas de broadcasting	87

3.3.1.7 Conexión telefónica	119
3.3.1.8 Conexiones de audio	120
3.3.1.9 Diagrama de conexiones electroacústicas actuales.	120
Capitulo 4	121
4 Análisis de resultados y planteamiento de	
 soluciones	121
4.1 Estudio de televisión.....	121
4.1.1 Piso	121
4.1.2 Paredes.....	124
4.1.3 Techo y cubierta.....	127
4.1.4 Puertas.....	129
4.1.5 Ventanas	132
4.2 Sala de Edición.....	132
4.2.1 Piso	132
4.2.2 Paredes.....	133
4.2.3 Techo	134
4.2.4 Puertas.....	135
4.2.5 Ventanas	136
4.3 Diseño de soluciones acústicas.....	138
4.3.1 Estudio de televisión	138
4.3.1.1 Desarrollo matemático de diseño para un resonador	
Helmholtz de 75Hz.	139
4.3.2 Sala de edición.....	141
4.3.2.1 Resonador para 75Hz.....	142
4.3.2.2 Resonador para 105Hz.....	142
4.3.2.1 Desarrollo matemático de diseño para un resonador	
Helmholtz de 105Hz	142
4.3.2.3 Resonador para 250 Hz.....	144
4.3.2.3.1 Desarrollo matemático de diseño para un resonador	
Helmholtz de 250Hz.....	144

4.4 Conexiones eléctricas.....	147
4.4.1 Puesta a Tierra.....	155
4.4.2 Sistema para rayos	158
4.5 Electroacústica	158
4.5.1 Microfonía	158
4.5.1.1 Micrófonos lavalier.....	159
4.5.1.2 Micrófonos de mano inalámbricos	159
4.5.1.3 Micrófonos de cable para aplicaciones varias	160
4.5.2 Consola de audio	161
4.5.3 Etapa de ecualización	163
4.5.4 Etapa de compresión	164
4.5.5 Monitoreo de sala en el estudio de televisión.....	165
4.5.6 Monitoreo en la sala de edición.....	166
4.5.7 Conexión telefónica.....	168
4.5.8 Conexiones de audio.....	169
Capítulo 5	171
5 Análisis económico	171
5.1 Presupuesto de aislamiento y acondicionamiento acústico	171
5.2 Presupuesto para conexiones eléctricas y gastos varios....	174
5.3 Presupuesto para electroacústica.....	177
5.4 Presupuesto total.....	179
Capitulo 6	180
6 Conclusiones y recomendaciones	180
Capitulo 7	187
7 Bibliografía	187

Capitulo 8	188
8 Anexos	188
8.1 Mediciones tomadas en Brisa TV	188
8.1.1 Medición de ruido de fondo del estudio de televisión con las luces encendidas	188
8.2 Medición de ruido de fondo del estudio de televisión con las luces apagadas	190
8.1.3 Medición del espectro de frecuencia del estudio de televisión.....	192
8.1.4 Medición de ruido de fondo de la sala de edición	194
8.1.5 Medición del espectro de sala de la sala de edición	196
8.2 Glosario	198
8.3 Registro fotográfico.	202

CAPITULO 1

Introducción

Desde siempre la comunicación ha formado parte de una sociedad vanguardista y más ahora que se vive en un mundo globalizado. Es por esto que, la necesidad de poseer medios de comunicación con tecnología de punta y diseños especializados dentro de la rama acústica y electroacústica forma parte fundamental del desarrollo de este sector.

Con el fin de poder llevar a la práctica los conocimientos aprendidos durante los años de estudio, se presenta este proyecto de reacondicionamiento acústico y electro acústico del Canal de Televisión Brisa TV (Canal 23) en la cual se plantea hacer soluciones de bajo costo y con un alto impacto dentro de la ingeniería acústica y sus ramas afines como la electroacústica y la ingeniería eléctrica.

Por tal razón es necesaria la obtención de medidas reales tales como Tiempo de Reverberación (T60), ruido de fondo y con barrido de frecuencias, los MNV¹. Además, debido al avance exponencial de la tecnología se recomiendan las mejores opciones electroacústicas para poder obtener como resultado un estudio de calidad.

1.2 Antecedentes

Brisa TV (Canal 23) es un canal con cobertura local sobre todo la península de Santa Elena y sus alrededores incluyendo el Sur de la provincia del Guayas y norte de Manabí. Este produce sus programas en un estudio especializado y a su vez poseen un camión de microonda con el cual realizan coberturas fuera del estudio. Las ediciones son realizadas en su sala de edición.

Brisa TV esta catalogado como un canal comercial. El contenido de su programación es variado con programas de diferentes estilos, juveniles, investigativos, noticiero nacional e internacional pero sobre todo se enfocan en la península de Santa Elena. El funcionamiento del canal ha sido continuo

¹ Modos Normales de Vibración se lo puede revisar en el enunciado 2.6 de este trabajo de titulación.

desde el 2005 adquiriendo a través de este tiempo ranking y credibilidad entre los habitantes de la zona.

En las instalaciones del canal de televisión cuentan con un estudio poli funcional de producción y camión de transmisión vía microonda que se enlaza directamente a la caseta de transmisión ubicada sobre el cerro Capaes. Algunos equipos con los que cuenta el canal son nuevos. Sin embargo, no cuentan con una distribución eléctrica diseñada específicamente para la utilización dedicada de audio, video e iluminación. Por otro lado, el cuarto de edición es el único que cuenta con un aislamiento acústico óptimo. La sala de control así como el estudio no cuentan con ningún tipo de aislamiento acústico. El sistema de iluminación que utiliza el canal de televisión es básico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar un diseño acústico y electroacústico que permita mejorar la calidad sonora de las producciones realizadas en Brisa TV implementando un aislamiento acústico tanto en la sala de control como en el estudio del canal.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un esquema eléctrico de las instalaciones tanto de audio, video e iluminación.
- Proponer el diseño de aislamiento acústico de la sala de control.
- Realizar el diseño acústico del estudio de televisión y de la sala de edición de Brisa TV.
- Proponer un diseño de las conexiones de audio de Brisa TV.

1.4 Hipótesis

La optimización de espacios, estructuras, equipos y recursos instalados en Brisa TV Canal 23 lograrían mejorar la respuesta acústica, electroacústica y diseño eléctrico del canal por medio de un rediseño.

1.5 Justificación

La utilización de equipos e instalaciones no idóneas para un canal de televisión pueden ocasionar pérdidas significativas para Brisa TV, tanto en calidad como en competitividad. Se ha visto la necesidad de un rediseño acústico y electroacústico del canal para mejorar los servicios tanto para el personal técnico que opera en el canal como para sus usuarios.

Además se considera importante ofrecer un lugar idóneo de trabajo para los empleados del canal, con calidad auditiva y visual que permita que este canal sea competitivo a nivel regional y nacional con el fin de elevar los niveles de calidad de las producciones de televisión ecuatorianas.

Finalmente, la motivación para realizar este trabajo de titulación es la necesidad de poseer medios de comunicación con tecnología de punta y diseños especializados dentro de la rama acústica y electroacústica.

CAPITULO 2

2. Marco teórico

El problema acerca de diseñar un set de un canal de televisión es que al contrario de un estudio de radio o de grabación, este usualmente es de uso múltiple. Un estudio de televisión grande pueda que tenga que acomodar dentro de él cualquier cosa, desde un concierto de una banda sinfónica (que sonaría mejor con un tiempo de reverberación de 2 seg.) hasta una obra de drama en vivo en donde no se debería tener reverberación para nada. Es posible añadir reverberación artificial pero no substraerla por lo que un estudio de televisión es generalmente seco acústicamente. A más de eso, esta condición acústica permite mantener bajo los niveles de ruido generado por el movimiento de las personas y la maquinaria utilizada para las operaciones del canal.

2.1 Conceptos básicos de acústica

2.1.1 Sonido

Es una sensación auditiva producida por una vibración mecánica que se propaga a través de un medio elástico. El elemento que genera el sonido se llama fuente sonora tal como un instrumento musical, la voz, etc. La generación tiene lugar cuando la fuente sonora entra en vibración, perturba las partículas de aire adyacentes, continuas, contiguas, etc.

La perturbación de las partículas es una oscilación alrededor de su posición de equilibrio. Si la oscilación tiene lugar en la misma dirección de la propagación, se habla de ondas longitudinales (sonido).

2.1.2 Características y propiedades de las ondas sonoras

2.1.2.1 Frecuencia del sonido

La frecuencia del sonido consiste en el número de oscilaciones o ciclos que el sonido realiza en un segundo, su unidad es el Hertz (Hz). La frecuencia del sonido coincide con la frecuencia de la vibración mecánica que lo ha generado.

2.1.2.2 Espectro frecuencial

O también conocido como espectro de frecuencia, está constituido por múltiples frecuencias superpuestas. Incluso cada sonido generado por un instrumento musical está formado por más de una frecuencia (armónico). Esta es la representación gráfica de las frecuencias y la amplitud de un sonido.

2.1.2.3 Banda de frecuencia

Es un conjunto de frecuencias situado entre los extremos sonoros de cualquier timbre por ejemplo:

- Piano (88 teclas): 27.5Hz y 4400Hz,
- Xilófono: 750Hz y 4250Hz,
- Guitarra: 80Hz y 600Hz,
- Soprano: 280Hz y 1250Hz.

2.1.2.4 Velocidad de propagación del sonido

La velocidad del sonido relaciona la distancia que recorre el sonido y el tiempo que tarda en llegar. Se mide en m/s. La velocidad está en función de la elasticidad y la densidad del medio. En el caso del aire depende de la temperatura y la presión atmosférica. A una temperatura de 0°C. la velocidad del sonido es de 331,6 m/s. Mientras más denso y menos elástico es el sonido mayor será su velocidad de propagación.

2.1.2.5 Longitud de onda del sonido λ

La longitud de onda es la distancia entre dos puntos consecutivos del campo sonoro que se hallan en el mismo estado de vibración en cualquier instante de tiempo. Su unidad es el metro. La longitud de onda resulta de la división entre la velocidad de sonido y la frecuencia.

2.1.3 Reflexión de ondas sonoras

Consiste en que una reflexión queda retrasada excesivamente después de la onda directa, con una intensidad suficiente para que pueda percibirse por el

oído. Una reflexión es escuchada normalmente como un eco cuando está retrasada con respecto al sonido directo alrededor de 70 milisegundos y con la suficiente intensidad como para poder escucharla con claridad.

Las superficies rugosas reflejan en muchas direcciones, y en este caso se habla de reflexión difusa. Para reflejar un tren de ondas, la superficie reflectante debe ser más ancha que media longitud de onda de las ondas incidentes. La reflexión regular se da cuando la dirección de la onda reflejada está claramente determinada y cumple dos condiciones:

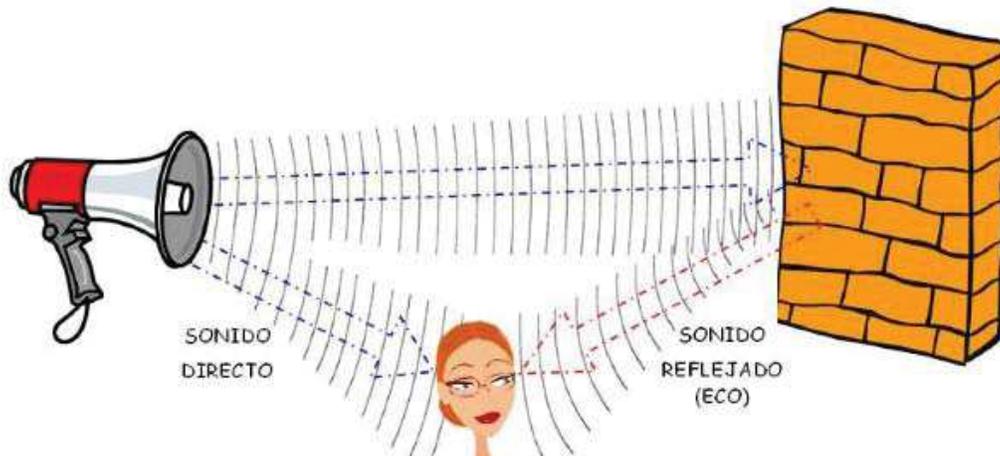
1. El rayo incidente y el rayo reflejado forman el mismo ángulo con la normal, esto es una línea perpendicular a la superficie reflectante en el punto de incidencia.
2. El rayo reflejado está en el mismo plano que el rayo incidente y la normal.

Los ángulos que forman los rayos incidente y reflejado con la normal se denominan respectivamente ángulo de incidencia y ángulo de reflexión.

2.1.4 Eco

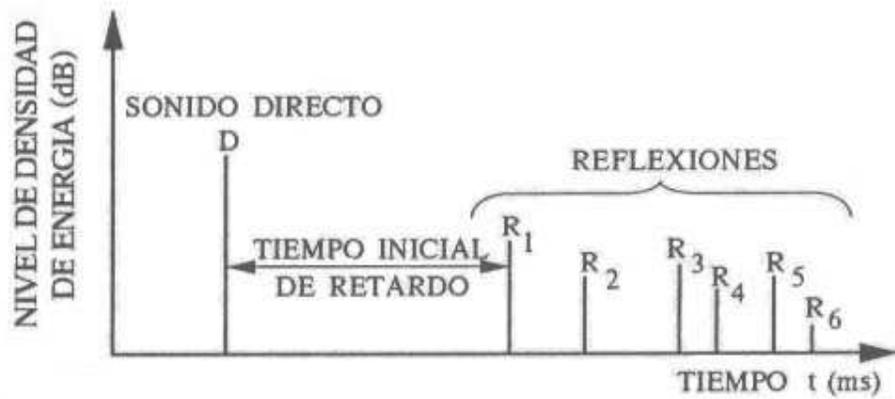
Es una repetición del sonido, producido por la reflexión del sonido en un objeto, por lo tanto un eco es una onda sonora reflejada. El intervalo de tiempo entre la emisión y la repetición del sonido corresponde al tiempo que tardan las ondas en llegar al obstáculo y volver. Generalmente el eco es de representación débil porque no todas las ondas del sonido original se reflejan.

Gráfico 2.1 Representación del eco con ondas sonoras directas y reflejadas.



Fuente: <http://elprofedeciencia.wordpress.com/2009/10/01/ciencia-y-mitologia/>

Gráfico 2.2 Relación del sonido directo y reflejado. Energía en función del tiempo.



Fuente: http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_04_05/io6/public_html/Acondicionamiento.html

2.1.5 Coeficiente de transmisión

El coeficiente de transmisión es una característica del material, es muy difícil de medir debido a que está sujeto a condiciones variables por lo que no es

utilizado; depende de dos variables, 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.*²

$$\tau = \frac{I_T}{I_I} \quad \text{Ec 2.1}$$

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

$$\tau = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{\rho_s c w}{2 \rho_0 c} \right\}^2 \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde:

τ = Coeficiente de transmisión [Kg/m²]

ρ_s = densidad superficial de la partición

C = Velocidad del Sonido en la partición [m/s]

W = Frecuencia angular del frente incidente [rad/s]

ρ_{0c} = Impedancia acústica específica del aire [Rayls]

2.1.6 Reverberación

Conceptualmente, reverberación es la persistencia del sonido después de que la fuente se apaga, está formada por las múltiples reflexiones dentro del recinto y por la absorción del recinto. De esta dependen 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. Se debe saber que el tiempo de

² SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales. Acondicionamiento acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia.

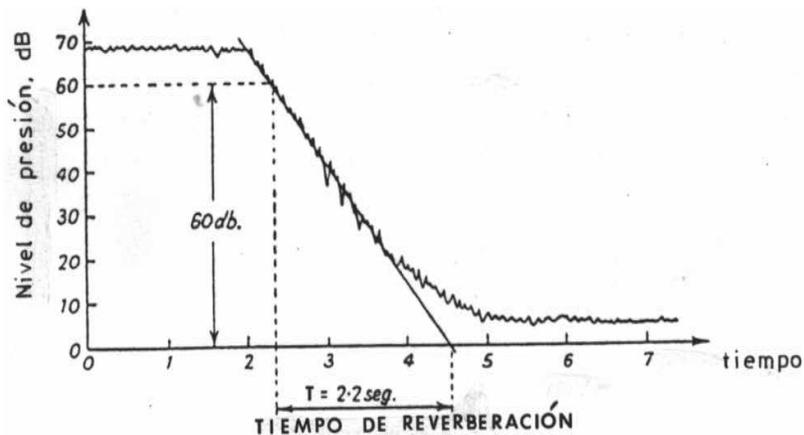
reverberación para estudios de televisión óptimo se encuentra en el rango de 0,7 y 1 segundo.

2.1.7 Tiempo de reverberación T60

El tiempo de reverberación es el factor más importante de un recinto cerrado. Se define como el sonido que persiste en el interior de la sala después de que la fuente haya dejado de emitir; y está formada por el conjunto de reflexiones que se fusionan unas a otras, y que se extinguen con mayor o menor rapidez dependiendo de la absorción y el volumen de la sala. Se denomina sala viva si la persistencia del sonido decae en forma lenta. Se denomina sala seca si el decaimiento es muy rápido.

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).³

Gráfico 2.3. Decaimiento del T60.



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

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

$$T_{60} = 0,161 * \left(\frac{V}{A} \right) \text{ [s]} \text{ Ec 2.3}$$

³ SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de locales. Editorial Limusa, 1989, Valdivia, p.113

Donde:

V: Volumen de la sala [m^3].

A: Absorción sonora equivalente de la sala [m^2Sab2].

2.1.8 Inteligibilidad de la palabra

Este es uno de los factores 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. 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. Que exista eco en una sala es perjudicial para el entendimiento de las frases debido a sus consonantes. Un exceso de reverberación produce pérdida en la inteligibilidad de la palabra.

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.

Existen dos parámetros que permite cuantificar el grado de inteligibilidad de la palabra: la pérdida de articulación de consonantes, y el STI / RASTI; STI (*Speech Transmission Index* – índice de transmisión del habla), RASTI (*Rapid Speech Transmission Index* – índice de transmisión rápido del habla).

2.2 Absorción de las ondas sonoras

Cuando una onda sonora llega a una pared rígida (ideal) se refleja totalmente ya que la pared no se mueve y no absorbe energía de la onda. Las paredes reales no son nunca completamente rígidas, por lo que pueden absorber parte

de la energía de las ondas incidentes. Es decir, se define como la capacidad de absorber energía sonora de una superficie y está definida por:

$$A = S \times \alpha \text{ (m}^2\text{/Sab) Ec. 2.4}$$

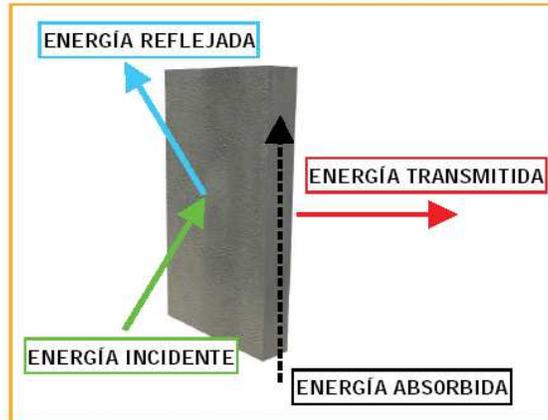
Donde:

A = Absorción Sonora [m²/Sab]

S = Área total de la Superficie [m²]

α = Coeficiente de Absorción [Sabine]

Gráfico 2.4 Absorción de las ondas sonoras.



2.2.1 Coeficiente de Absorción

Las pérdidas de energía acústica en los materiales se pueden caracterizar mediante el *coeficiente de absorción acústica alpha* (α), entendiendo por tal a la relación entre la energía acústica absorbida y la energía acústica incidente, por unidad de superficie. Puede variar desde un 1% o un 2% (reflexión total) a un 100% (absorción total).

El coeficiente que se calcula se considera como un valor medio para todos los ángulos de incidencia, y se llama de *Sabine*. Para materiales muy absorbentes, el valor de α puede sobrepasar el valor 1, teóricamente el máximo de absorción, debido a diversos efectos, por ejemplo de difracción.

$$\alpha = \frac{I_A}{I_i} \quad \text{Ec. 2.5}$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Donde:

I_A = energía acústica absorbida. [W/m²]

I_i = energía acústica incidente. [W/m²]

El coeficiente absorción (α) representa un valor promedio para todos los ángulos de incidencia, sin embargo no se puede hacer lo mismo con la frecuencia, razón por la cual la especificación completa de α requiere de la banda de octava para lo cual se midió, de esta forma α está definido para las bandas de octava comprendidas entre los 125Hz y 4 kHz. (norma UNE 74041-80 Medida de coeficientes de absorción en Cámara Reverberante, equivalente a la ISO 354- 1963).

En un recinto donde existen distintos materiales con distintos coeficientes de absorción, cuantificar la absorción se transforma en algo más complejo. Se debe considerar un promedio de la absorción que produce cada superficie dentro del recinto.

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_i^{\infty} S_i \alpha_i}{\sum_i^{\infty} S_i} \approx \frac{\sum A_i}{S_T} \approx \bar{\alpha} = \frac{A_T}{S_T} \quad \text{Ec. 2.6}$$

Donde:

Absorción Total: $A_T = \sum A_i$ [m²/Sab].

Superficie Total: $S_T = 2(XY + XZ + YZ)$ (alto, largo, ancho) [m²].

En síntesis, el coeficiente de absorción de un material depende de la frecuencia, el ángulo de incidencia del sonido y el montaje del material. El valor del coeficiente de absorción de un material depende de sus características

físicas. En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de absorción en varias frecuencias para distintos materiales.

Tabla 2.1 Coeficientes de absorción de algunos materiales.

Material	Frecuencia en Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Ventana abierta	1	1	1	1	1	1
Espuma acústica (25mm de espesor)	0.1	0.25	0.5	0.7	.8	.9
Espuma sonex (1.5" de espesor)	0.08	0.29	0.73	.94	.97	.89
lana mineral del 10cm de espesor	0.42	0.66	0.73	.74	.74	.79
Madera de 0.3 cm con 5 cm de cámara	0.25	0.34	0.18	.1	.1	.06
Fieltro de 2.5 cm.	0.13	0.41	0.56	.69	.65	.49
Alfombra de lana acolchada 1.5 cm	0.2	0.25	0.35	.4	.5	.75
Vidrio	0.04	0.04	0.03	.03	.02	.02
Pared de ladrillo pintada	0.01	0.01	0.02	.02	.02	.02
Hormigón pintado	0.01	0.01	0.01	.02	.02	.02
Mármol	0.01	0.01	0.01	.02	.02	.01

Fuente: RECUERO, Jorge, Ingeniería acústica, Editorial Paraninfo, 1999, España, p.615.

2.3 Aislamiento acústico

El objetivo del aislamiento acústico es impedir que los ruidos generados en un recinto no se transmitan a los adyacentes. Del mismo modo, se pretende evitar que los ruidos procedentes del exterior se transmitan al interior de un recinto.

La aislación se encarga de eliminar o atenuar cualquier tipo de vibración que se propague por una estructura sólida y que pueda generar molestias desde el

punto de vista auditivo o problemas vibratorios desde el punto de vista mecánico. La aislación está dividida en 2 partes.

2.3.1 Transmisión aérea

En este tipo de transmisión, el sonido se propaga transversalmente a la partición (pared o fachada) sin que exista propagación longitudinal a través de la estructura, es decir, el paso directo a través de la partición. El medio aéreo en el que se origina el ruido pone en vibración al elemento separador y éste a su vez radia la energía acústica adquirida al medio aéreo receptor. Incluye las transmisiones por grietas o poros en las paredes, conductos de ventilación o por medio de vibraciones elásticas de la pared de separación entre los recintos emisor y receptor.

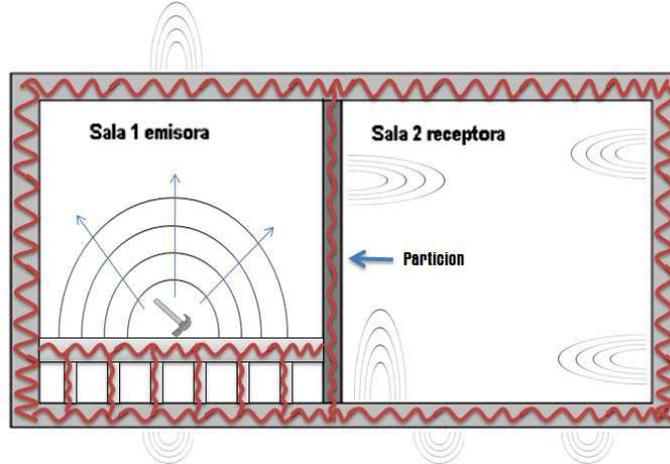
2.3.2 Transmisión estructural

La transmisión estructural se produce cuando una onda sonora choca con una superficie (partición) y la presión variable hace que esta vibre. Parte de la energía hace que la partición ponga en movimiento las partículas de aire que se encuentran justo al otro lado de ella, y parte de la energía pone en movimiento a las partículas en la estructura.

El ruido de impacto es un caso particular de ruido estructural que comienza con una vibración mecánica de alta intensidad que se repite en intervalos de tiempo muy cortos que se transmite por una estructura sólida y que se manifiesta como una onda acústica generalmente de baja frecuencia.

En particiones más complicadas, donde existen cámaras de aire entre las estructuras sólidas, la energía que se transmite de una estructura a otra se verá enormemente afectada por el paso a través de la cámara de aire. Generalmente aquí se aprecia una alteración bastante grande de energía. Si la partición es porosa, el sonido viajará a través de los poros produciéndose absorción para cierto rango de frecuencias.

Gráfico 2.5 Transmision Estructural.



Donde:



= Transmisión aérea.



= Transmisión estructural.

2.3.3 Particiones

Partición es una división que separa dos ambientes. Lo ideal es que sea acústicamente diseñada para que exista una independencia entre dos salas.

2.3.3.1 Partición simple

Se define como una partición simple cuando las dos caras externas están rígidamente conectadas de manera que se mueven como una sola estructura. Dentro de esta definición se consideran cristales, puertas, paneles sólidos homogéneos de hormigón, madera, ladrillo, etc. Si se tiene una construcción tipo sandwich se puede considerar como partición simple si su interior está rígidamente conectado. La pérdida por transmisión del sonido de un panel simple depende sobre todo de su masa, por unidad de área, su rigidez y el Amortiguamiento en el material o en los bordes del panel.

2.3.3.1.1 Particiones simples homogéneas

Este caso lo constituyen paredes macizas como, por ejemplo, paredes de ladrillo macizo, paredes de hormigón de grano fino, paredes de yeso, etc.

2.3.3.1.2 Particiones simples no homogéneas

Son aquellas que presentan discontinuidades en el reparto interior del material.

Dentro de este grupo, se puede clasificar los siguientes materiales: Bloques de hormigón, forjados de cerámica o de hormigón, ladrillos perforados, etc.

2.3.3.2 Partición doble

Un sistema de partición doble esta constituido por dos paredes simples homogéneas separadas por una cavidad de aire que puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente.

Es este sistema doble de pared, la cavidad de aire actúa como un muelle entre ambas masas de aire. Las particiones pueden ofrecer un aislamiento bastante alto al principio debido a que consta de dos particiones pesadas e independientes separadas por una cámara. Si se la compara con una pared simple con el mismo peso total, la diferencia de pérdida por transmisión (TL) es bastante considerable especialmente en altas frecuencias.

2.3.3.2.1 Tamaño de la cámara y frecuencia de resonancia (Masa Aire Masa)

Mientras mayor sea el espacio entre las dos particiones 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 a la cual se la 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}). A mas de eso se recomienda que para maximizar su rendimiento

$$f_{mam} = k \sqrt{\frac{\rho_1 + \rho_2}{d \times \rho_1 \times \rho_2}} \text{ Ec. 2.7}$$

Donde:

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

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

k = constante (60 = cámara de aire; 43 = cámara rellena con material absorbente del sonido).

2.3.3.2.2 Uso de material absorbente en la cámara de aire

La mejor forma de mejorar el aislamiento de particiones dobles, cielos falsos y suelos es añadiendo material absorbente en la cámara de aire. Los materiales recomendados pueden ser: fibra de vidrio, lana mineral, esponja, arena o caucho aunque estos dos últimos no generan una mayor absorción. Los aislantes como la espuma flex aunque sean buenos aislantes térmicos no absorben sonido.

Para que exista una reducción en la frecuencia de resonancia y un aumento en la pérdida por transmisión se debería llenar completamente la cámara, si se la llena 2/3 del volumen total de la cámara, no se producirá una variación significativa en la pérdida por transmisión con respecto a la cámara vacía.

2.3.3.3 Diseño de particiones

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 se detallará a continuación:

2.3.3.3.1 Particiones de cartón, yeso y tirantes

El aislamiento de una partición 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 existen algunos 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 se puede obtener 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.

2.3.3.3.2 Particiones de bloques de hormigón

Las particiones 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 poder lograr un rendimiento máximo, se deben sellar los poros de los bloques de hormigón y sellar las juntas entre bloques así como tener un buen acabado, es decir con masilla, sellador de bloque, pintura, yeso, etc. Mientras más poroso sea un bloque mayor absorción producirá, esto solo ocurre en un rango reducido de frecuencias que van de 1000 a 1500Hz.

A más de una partición de hormigón en bloque, también existe una partición de hormigón en masa, 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.

2.3.3.3.3 Particiones de mampostería

Pueden ofrecer un aislamiento bastante amplio en rango de frecuencias debido a que consta de dos particiones pesadas e independientes, separadas por una cámara de aire rellena o no. Existen dificultades al momento de su construcción ya que no están rígidamente conectadas, es necesario instalar tirantes en este tipo de particiones 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.

Es la opción más práctica y simple para obtener buenos resultados en aislamiento, las particiones 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.

2.3.3.3.4 Paredes de hormigón en masa

Una pared de hormigón en masa es muy parecida 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.

2.3.3.4 Aislamiento acústico de puertas

El aislamiento acústico de una puerta no depende únicamente del material con la que esta sea fabricada, sino también del montaje en el que se incluye las juntas y el marco de la puerta.

2.3.3.4.1 Puertas simples

Estos tipo de puertas pueden lograr valores de STC^4 mayores a 35 siempre y cuando tengan sellos acústicos instalados en sus juntas, los marcos de las puertas estén bien instalados y evitando cualquier tipo de grieta. Los valores de STC son dados generalmente por los fabricantes.

⁴ Clase de Transmisión Sonora la cual describe como la valoración de un número único utilizado para comparar propiedades de aislamiento del sonido en paredes, entrepisos cubiertas, ventanas o puertas.

2.3.3.4.2 Puertas dobles

Una opción efectiva y barata de lograr un aislamiento mayor y valores más altos de STC es mediante el uso de una segunda puerta permitiendo una cámara de aire entre puerta y puerta. Su uso es indispensable en estudios de grabación o en salas de mezcla. Si se coloca material absorbente en el interior de la cámara entre puerta y puerta, los valores de STC aumentan considerablemente.

2.3.3.4.3 Cierres de juntas inferiores de puertas

Este es un mecanismo diseñado para evitar y controlar escapes de sonidos por la parte inferior de las puertas. Existen dos tipos de cierres: unos que tienen un mecanismo en el interior de la puerta y otras en pueden conectarse en el exterior de las puertas. En el caso que no se pueda usar el mismo tipo de cierre en la puerta, se recomienda usar uno de cada tipo. Para que estos cierres sean efectivos, se debe procurar tener un suelo duro y plano, a mas de eso estar bien presionados hacia el piso y hacia la puerta. Hay que tomar en cuenta que se debe cumplir con las normativas de seguridad para este tipo de dispositivos.

2.3.3.4.4 Puertas exteriores

En este tipo de puertas el marco tiene tiras de caucho o sellos de resortes metálicos, aunque la tira de caucho no está diseñada como sello acústico, se reduce la transmisión de sonido alrededor de la puerta. Se pueden usar también sellos de caucho magnéticos como los de las refrigeradoras.

2.3.3.4.5 Optimización de puertas existentes

A una puerta se le puede optimizar su aislamiento acústico aumentando su peso, revisando siempre y cuando estén instalados sellos o cierres. Se la puede optimizar instalando planchas de cartón, yeso, laminas de madera, laminas de metal o material absorbente en una de las caras, además de eso, se puede colocar sellos de caucho o material absorbente alrededor de la puerta. Rellenar con arena las puertas, también nos puede dar un buen resultado.

2.3.3.5 Aislamiento acústico de ventana

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

2.3.3.5.1 Ventanas de cristal simple

El aislamiento acústico de una ventana de cristal simple depende únicamente del grosor de la ventana. Existe una mayor pérdida de transmisión en ventanas con cristal laminado debido a que son vidrios con láminas de plástico. Esta mejora en pérdidas por transmisión se debe a la disipación de energía por el plástico, el mejor rendimiento de este tipo de cristales se obtiene para temperaturas desde 15 a 20 grados centígrados. A más temperatura, existe mas elasticidad en el plástico y cuando baja se hace rígida.

2.3.3.5.2 Ventanas Cristal Doble o Triple

El uso de este tipo de ventanas aumenta la pérdida por transmisión especialmente en frecuencias altas, su mejoramiento dependerá de la separación entre los vidrios. 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.

Hay que tomar en cuenta que se debe usar cristales anti humedad las cuales se deben colocar dentro de las cámaras de aire ya que con el uso de este material se evita en empañamiento interno de los vidrios.

2.3.3.5.3 Ventanas de cristal inclinado

Realmente no hay ninguna variación con respecto a las ventanas dobles en paralelo incluso su pérdida por transmisión es la misma. El motivo para inclinar los vidrios es para orientar las reflexiones y evitar el filtro peine en la respuesta de la sala. Su uso está más dedicado a estudios de grabación, radiodifusión y en menor grado a estudios televisivos.

2.3.3.6 Aislamiento de suelo

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.

2.4 Absortores

Para realizar cualquier trabajo en acústica es necesario conocer las características de absorción de los materiales presentes en un recinto. Como muchas veces esta información no se encuentra disponible en tablas, es necesario conocer la forma en que se absorbe la energía. Los absortores se dividen en: absortor poroso y absortor resonador.

2.4.1 Absortor poroso o material absorbente

Está constituido por un material cuya superficie es de textura porosa. Cuando el sonido incide en este material, la presión hace vibrar al aire que está en el interior de los poros, generándose roce con las superficies interiores de los poros, transformándose la energía acústica en calor.

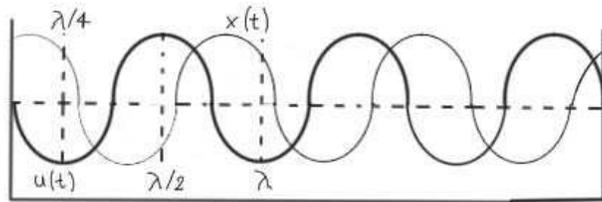
Hay varios factores que influyen en la cantidad de absorción que presenta el material; la porosidad efectiva de él (el volumen de aire dentro del material), comparado con el volumen total, el factor de estructura y el espesor.

La porosidad efectiva determina la cantidad de energía sonora que entra en los poros y que es susceptible de ser absorbida. El factor de estructura determina

las características de absorción del material ya que los laberintos cerrados y los poros paralelos a la superficie dificultan el paso del aire a través de ellos. El espesor esta estrechamente ligado al rango de frecuencias para el cual la absorción del material es efectiva.

Lo anterior se debe a que la velocidad máxima de las partículas, $u(t)$ de un sonido que incide sobre una pared rígida, se encuentra a una distancia $\lambda / 4$ (m) de ella, por lo tanto la mayor eficacia del absortor poroso se alcanza para aquellas frecuencias cuyo $\lambda / 4$ es menor o igual al espesor del material.

Gráfico 2.6 Longitud de onda.



$$X(t) = A \cos(\omega_0 t) \text{ Ec.2.8}$$

$$U(t) = -A \text{ sen}(\omega_0 t) \text{ Ec.2.9}$$

Este tipo de material se usa para controlar altas frecuencias no porque no absorba energía en frecuencias bajas sino porque desde el punto de vista práctico, se necesita de un espesor demasiado grande para el material, que no solo disminuye considerablemente el espacio disponible dentro del recinto sino que además aumenta enormemente los costos del material.

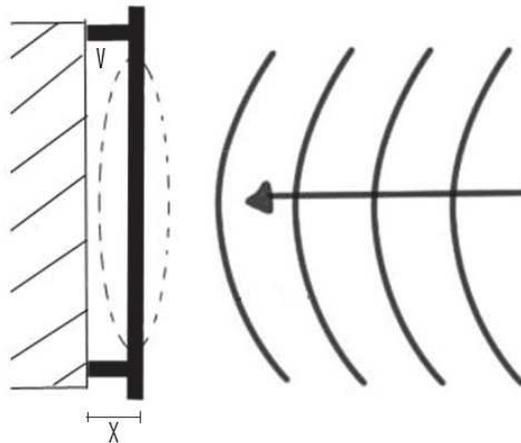
Una forma de solucionar uno de estos problemas para las bajas frecuencias, es ubicar dicho material a cierta distancia de la pared.

2.4.2 Absortores resonadores

2.4.2.1 Resonador diafragmático, oscilante o de membrana

Esta construido con una superficie dispuesta a cierta distancia de un muro, sellado de manera hermética y de una rigidez tal, que sea capaz de vibrar cuando el frente de ondas incide sobre el.

Gráfico 2.7 Resonador Diafragmático.



Detalles del gráfico:

V: volumen del aire [m³].

X: distancia del panel al muro [m].

El conjunto representa el típico sistema resorte-masa, donde la absorción se produce debido a la transformación de energía acústica en calor. Cuando el frente de ondas que incide sobre el panel tiene una frecuencia igual o parecida a la frecuencia natural del panel, este comienza a vibrar por efecto de la resonancia. Al vibrar, el panel se desplaza entre dos posiciones máximas comprimiendo el aire dentro del volumen V, cuando esto sucede, todas las partículas que se encuentran cercanas a las superficies límite del volumen, generan roce, transformando su movimiento en calor. A su vez, como el aire es un elemento elástico, aplica una fuerza restauradora que mueve el panel hacia afuera. La mayor absorción sonora se produce cuando el panel alcanza su máxima deformación y eso sucede en la frecuencia natural del panel (f_0) o frecuencia de resonancia, que viene dada por:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Pero:

$$k = \frac{1}{C_M}$$

Entonces:

$$f_0 = \sqrt{\frac{1}{mC_M}} \left(\frac{1}{2\pi} \right)$$

En Acústica: $m \rightarrow M_A \rightarrow$ Masas

$C_M \rightarrow C_A \rightarrow$ Compliancias

$$\therefore f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M_A C_A}} \text{ [HZ] Ec. 2.1'}$$

Donde:

$$M_A = \frac{m}{S^2} = \frac{\rho_S [Kg]}{S [m^4]}$$

$$C_A = \frac{V}{\rho_0 C^2} \left[\frac{m^5}{N} \right] = \frac{S \cdot Z}{\rho_0 C^2} \left[\frac{m^5}{N} \right],$$

$m \rightarrow$ masa mecánica del panel [Kg],

$S \rightarrow$ superficie del panel [m^2],

$\rho_S \rightarrow$ Densidad superficial del panel generalmente entre 30 y 70 kg/m² y nunca pasar los 100 kg/m²,

$V \rightarrow$ volumen del aire encerrado entre el muro y el panel [m^3].

Este tipo de resonador es bastante selectivo con el rango de frecuencias a absorber, sin embargo dicho rango se puede expandir si se agrega material absorbente al volumen de aire. Esto sin embargo, hace que el valor de máxima absorción baje.

Gráfico 2.8 Aumento de frecuencia absorbido por aumento de material absorbente.

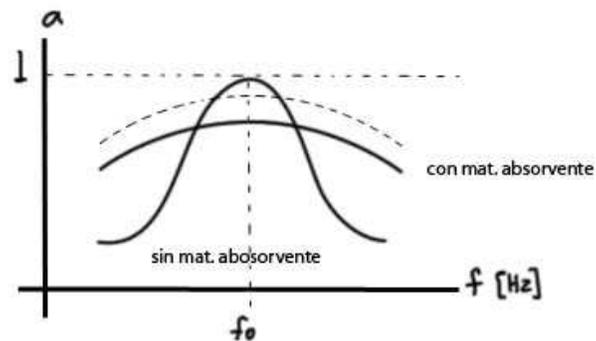
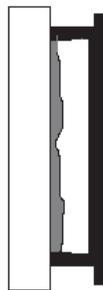


Gráfico 2.9 Aumento de medio centímetro a media pulgada. Material puesto sobre el panel.



Gráfico 2.10 Material puesto sobre el muro.



Observaciones:

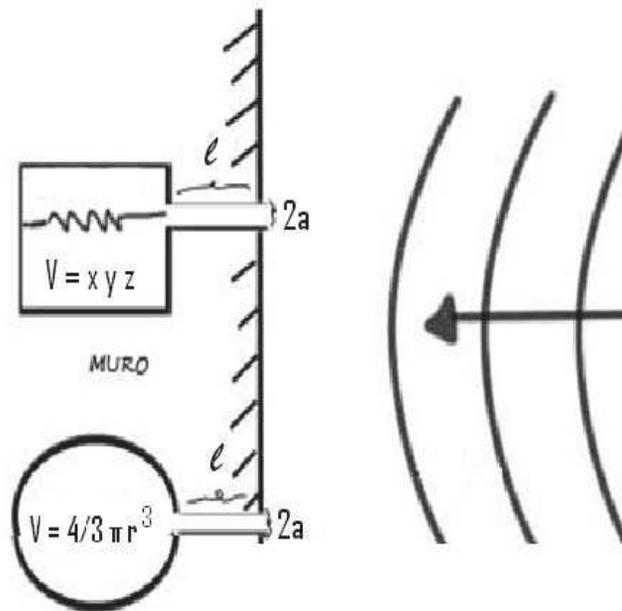
1. Si el material se pone en el panel, aumenta la masa acústica de este con lo que se necesita mayor energía para que vibre. Esto supone una baja en la absorción máxima que este ofrece, sin embargo aumenta el rango de frecuencias a absorber.

2. Si el material va puesto contra el muro y no interfiere con la excursión máxima del panel, la absorción es máxima y además, para un rango de frecuencias más amplio.
3. Si el material interfiere con la excursión máxima no se tiene absorción máximo pero de todas formas aumenta el rango de frecuencias a absorber.

2.4.2.2 Resonador unitario o de Helmholtz

Consta de una cavidad con volumen V que se comunica al exterior de la sala por medio de un tubo de longitud l y radio a .

Gráfico 2.11 Resonador unitario de Helmholtz.



$$\therefore f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M_A C_A}} \text{ [Hz] Ec. 2.12}$$

Donde:

$$M_A = \frac{\rho_o(l + 1.7a)}{a^2\pi}$$

$$C_A = \frac{V}{\rho_s C^2}$$

Restricciones:

$$l = 4a$$

$$x, y, z, r, l \leq \frac{\lambda}{16}$$

$$0,0027\sqrt{\lambda} \leq a \leq 0,029\lambda$$

Al rellenar los huecos, la absorción máxima disminuye y aumenta el rango de absorción. A diferencia del resonador diafragmático, el de Helmholtz es mucho más selectivo. Su absorción puede aumentar, aumentando la resistencia del cuello (poniendo una malla delgada o de género en la boca del cuello), sin embargo su valor debe ser cuidadosamente calculado ya que el exceso de amortiguación hará que el efecto de absorción desaparezca. Respecto a la selectividad del resonador, el rango de frecuencias de absorción se puede extender llenando total o parcialmente la cavidad de aire con material absorbente. En ambos casos se debe cuidar que el volumen no deje de comportarse como resorte. Para este resonador la absorción máxima viene dada por:

$$A_{max} = \frac{\lambda^2}{4\pi} \text{ Ec. 2.13}$$

Observaciones:

1. Como la absorción máxima depende de λ , mientras más baja sea la frecuencia de diseño, mayor será la absorción que aporta el resonador.
2. Si el T60 del resonador es mayor al T60 de la sala, el resonador se comporta como un dispositivo de reverberación artificial entregando energía al medio.

Para que lo anterior ocurra, se deben aplicar las siguientes restricciones a sus dimensiones:

1. Para que la cavidad de aire actúe como compliancia acústica (elemento elástico del sistema o resorte):

$$x, y, z, r, l \leq \frac{\lambda}{16}$$

2. Para que el cuello actúe como Masa Acústica:

$$1 \leq \frac{\lambda}{16}$$

$$0,0027\sqrt{\lambda} \leq a \leq 0,029\lambda$$

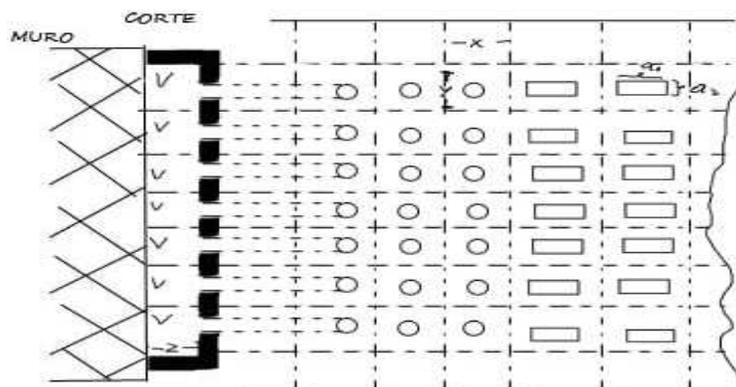
3. Se recomienda además que el diámetro del cuello siempre sea un valor igual o muy cercano a la mitad del valor de la longitud del cuello l , es decir:

$$l = 4a$$

2.4.2.3 Resonador a base de paneles perforados o múltiple de Helmholtz

Debido a que la absorción máxima de un resonador de Helmholtz es proporcional a λ^2 , es necesario usar una gran cantidad de ellos para tener una absorción aceptable cuando la frecuencia aumente y λ se hace más pequeño. La forma más fácil y económica es acoplarlos en un panel rígido de la siguiente forma:

Gráfico 2.12 Resonador a base de paneles perforados o múltiples de Helmholtz.



$$M_A = \frac{\rho_o(l+1.7a)}{a^2\pi} \text{ Ec. 2.14}$$

$$a_{eq} = \sqrt{\frac{a_1 a_2}{\pi}} [m] \text{ Ec. 2.15}$$

$$M_A = \frac{\rho_o(l+1.7a_{eq})}{a^2\pi} \text{ Ec. 2.16}$$

$$V_t = \sum V_i \text{ Ec. 2.17}$$

l = espesor del panel (condición del diseño)

$$C_A = \frac{V}{\rho_s C^2} \text{ Ec. 2.18}$$

$$V = xyz \text{ Ec. 2.19}$$

Donde:

V' = volumen de aire total detrás del panel [m³],

V = volumen de cada resonador [m³],

a_2 = diámetro de la perforación [m].

Este resonador está orientado para frecuencias desde 500Hz a 2kHz. Su funcionamiento es similar al unitario de Helmholtz pero con las siguientes consideraciones:

1. En el resonador de Helmholtz se desplaza una sola masa acústica, en cambio en este tipo de resonador se desplazan tantas masas como perforaciones tenga el panel.
2. En este caso el largo del cuello, l , viene dado por el espesor del panel que además debe ser completamente rígido para que no entre en vibración, razón por la cual l generalmente varía de 1cm. a 5 cm. La masa acústica [Ma] viene dada por:

$$M_A = \frac{\rho_o(l+1.7a)}{a^2\pi} = \frac{1.18(l+1.7a)}{a^2\pi} \left[\frac{kg}{m^4} \right] \text{ Ec. 2.20}$$

Donde:

l = espesor del panel [m],

ρ_o = densidad volumétrica del aire $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$.

3. Para calcular la Compliancia Acústica (C_A) se considera el volumen de cada resonador, por esta razón la distribución de orificios en el panel debe ser homogénea, entonces:

$$C_A = \frac{V}{\rho_o C^2} \left[\frac{m^5}{N} \right] \text{ Ec. 2.21}$$

$$V = \frac{V'}{q} \text{ Ec. 2.22}$$

Donde:

q = número total de perforaciones

$$q = q_h q_v$$

$$q_h = \frac{X}{x}$$

$$q_v = \frac{Y}{y}$$

El panel debe estar acoplado herméticamente al muro que ya de otra forma el aire escaparía y se perderían las propiedades de la compliancia acústica.

Se mantienen las mismas restricciones, que se usan para el resonador de Helmholtz a las dimensiones de ese panel.

La Frecuencia de Resonancia (f_o) y la Absorción máxima (A_{max}) vienen dadas por:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{M_A C_A}} \text{ [Hz] Ec. 2.23}$$

$$A_{max} = \frac{\lambda^2}{4\pi} q \text{ Ec. 2.24}$$

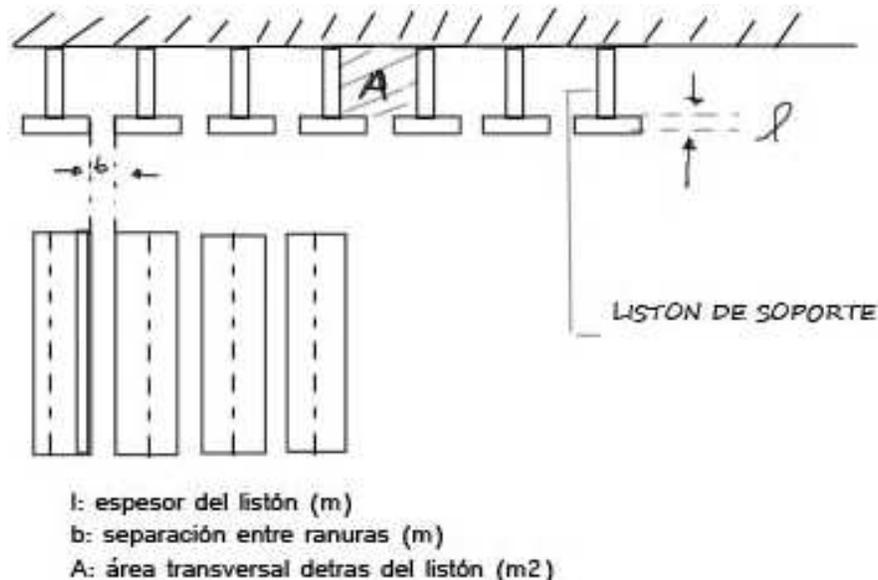
Observación:

1. El numero de perforaciones que siempre es un número entero.
2. El volumen de cada resonador en este tipo de panel siempre debe ser un paralelepipedo.

2.4.2.4 Resonador a base de listones

Este resonador está hecho con listones de madera sobre un soporte ubicado a cierta distancia del muro y separados por unas ranuras (razón por la cual también se llama Resonador Ranurado).

Gráfico 2.13 Resonador a base de listones.



Donde:

l = espesor del listón [m],

b = Separación entre ranuras [m],

A = Área transversal detrás del listón [m²],

Ancho máximo del listón = 10cm.

Una vez ajustada la frecuencia de resonancia se debe calcular $\frac{\lambda}{16}$ y comprobar que l y b sean menores que $\frac{\lambda}{16}$.

La base teórica para la deducción de la frecuencia de resonancia (f_0) es bastante compleja ya que la ranura constituye un tubo abierto para el flujo de aire donde se cumple que una de sus dimensiones es mucho mayor que el del frente de ondas incidentes. La ecuación deducida por Perderson para el cálculo de f_0 es:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{HA}} [Hz] \text{ Ec. 2.25}$$

$$H = \frac{1}{b} + \left(\frac{2}{\pi}\right) \ln\left(\frac{\lambda}{b\pi}\right) + 0.7 \text{ Ec. 2.26}$$

Como se aprecia, la ecuación para el cálculo de H y por consiguiente, de f_0 , depende de λ y por lo tanto de una frecuencia inicial, es decir, para realizar el cálculo de f_0 es necesario realizar un proceso iterativo de ajuste que consiste en suponer una frecuencia inicial y con ella volver a calcular la frecuencia de resonancia hasta que las diferencias obtenidas en dos cálculos consecutivos no superen los 2Hz.

2.5 Difusores acústicos

Si se desea obtener una gran absorción en bajas frecuencias con el objetivo de mejorar el tiempo de reverberación de cualquier sala se puede utilizar este tipo de difusor acústico.

2.5.1 Difusor policilíndrico

Los difusores poli cilíndricos consisten en un conjunto de superficies lisas de forma convexa dispuestas secuencialmente y con un radio de curvatura inferior, aproximadamente a 5m.

Habitualmente, el material empleado para su construcción suele ser madera. Se utilizan en recintos donde se requiere una gran cantidad de reflexiones útiles hacia el público, debido a que esto ayuda a aumentar la inteligibilidad de la palabra. Este difusor no rompe el frente de ondas, es decir, distribuye el sonido en forma de reflexiones regulares. Constituye un caso particular de difusor.

Gráfico 2.14 Difusor Policilíndrico.



2.5.1 Difusor geométrico

Consisten en secuencias homogéneas, similares al poli cilíndrico, se utilizan distintas figuras geométricas (Pirámides, paralelepípedos, etc.). Su rango de difusión óptima es de alrededor de un tercio de octava, por lo que su uso se recomienda principalmente para estudios de grabación.

Gráfico 2.15 Difusor geométrico.

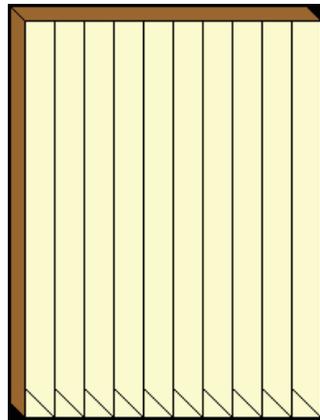


Fuente: <http://www.auralex.com/sustain/peakpyramid.asp>

2.5.3 Difusores de Schröder

A parte de las superficies irregulares y de los difusores policilíndricos, existen una serie de elementos que habitualmente se colocan por delante de las superficies límite de la sala (paredes y techo) y que están específicamente diseñados para actuar como superficies difusoras del sonido, en un margen de frecuencias determinado. Todos ellos tienen su origen en la denominada teoría de los números, desarrollada por el prestigioso investigador alemán Manfred R. Schröder se denominan genéricamente RPG (*“Reflection Phase Grating”*).

Gráfico 2.16 Difusores de Schröder.



Los tipos de difusores RPG más relevantes son los siguientes:

- Difusores MLS
- Difusores QRD
- Difusores PRD

A continuación se describe cada tipo de difusor por separado.

2.5.3.1 Difusores MLS

Los difusores MLS (*Maximum Length Sequence*) están basados en unas secuencias seudo aleatorias periódicas, denominadas de longitud máxima o de Galois, que sólo pueden adquirir dos valores diferentes: (-1) y (+1).

El elemento difusor consiste en una superficie dentada. Se crea partiendo de una superficie lisa y reflectante, subdividiéndola en tramos de igual anchura y creando la misma ranura de igual profundidad. A cada tramo se le asigna un valor de la secuencia seudo aleatoria de acuerdo con el siguiente procedimiento (el proceso inverso es igualmente correcto):

- Si el valor es -1, el correspondiente tramo de la superficie queda inalterado.
- Si el valor es + 1, se crea una ranura en el espacio ocupado por el correspondiente tramo.

La anchura W de cada tramo y la profundidad “d” de cada ranura vienen dadas por:

$$w = \frac{\lambda}{2} [m] \text{ Ec. 2.27}$$

$$d = \frac{\lambda}{4} [m] \text{ Ec. 2.28}$$

Donde λ es la longitud de onda correspondiente a la frecuencia de diseño del difusor. El rango de difusión para un difusor MLS es de una octava, por lo que la difusión para las frecuencias fuera de este rango será como el de una pared lisa y reflectante, es decir nulo. Este tipo de difusores presenta una menor absorción a bajas frecuencias que los difusores QRD y PRD. Ello significa que, en salas de conciertos se pueden utilizar en un porcentaje mayor de superficie sin que ello suponga una disminución excesiva en el tiempo de reverberación a dichas frecuencias.

En la práctica los difusores MLS son poco utilizados.

Gráfico 2.17 Difusor MLS.



Fuente: http://www.auralex.com/sound_diffusor_metrofusor/sound_diffusor_metrofusor.asp

2.5.3.2 Difusores QRD

Existen dos tipos de difusores de residuos cuadráticos QRD (“*Quadratic-Residue Diffusor*”): los unidimensionales y los bidimensionales. A continuación se expone cada uno de ellos por separado.

2.5.3.2.1 Difusor QRD unidimensional

Los difusores unidimensionales QRD son los más utilizados a nivel práctico, tanto en salas de conciertos como en estudios de grabación. Consisten en una serie de ranuras paralelas de forma irregular, de igual anchura y de diferente profundidad. Generalmente, dichas ranuras están separadas por unos divisores delgados y rígidos.

La profundidad de cada ranura se obtiene a partir de una secuencia matemática prefijada dando lugar a estructuras repetitivas (periódicas) que producen, en un determinado margen de frecuencias una dispersión o difusión del sonido incidente en planos perpendiculares a dichas ranuras.

Procedimiento de diseño:

1.- Secuencia Generadora:

$$S_n = n^2 \bmod p \text{ Ec. 2.29}$$

Donde:

p = Número primo (3,7,11,...)

n = Número entero que va desde 0 hasta $(p-1)$.

Mod = Operación matemática “módulo”, indicativa de que cada valor de S_n se obtiene como el resto o residuo del cociente entre n^2 y p (de ahí el nombre de difusor de residuos cuadráticos).

Gráfico 2.18 Difusor QRD unidimensional.



Fuente: Enrique Orduña Malea, *Sonido e Imagen en la intensificación de acústica*. Pág. 23.

La secuencia resultante es periódica, simétrica en el centro y de periodo p .

2.- Frecuencia máxima de difusión

El rango de difusión para este caso es de aproximadamente 3 octavas fuera de lo cual se comporta como una superficie plana.

$$f_{Max} = 2^3 f_0 [Hz] \text{ Ec 2.30}$$

3.- Ancho de la Ranura

$$W = \frac{c}{2f_{max}} - T [Hz] \text{ Ec 2.31}$$

Donde:

c = Velocidad del Sonido [m/s],

T = Ancho del divisor (entre el 10% y 15% de w) [m].

El valor de T debe ser lo mas pequeño posible para no alterar las características reflectantes del difusor. El objetivo del divisor es obligar al frente de onda a recorrer la totalidad de la profundidad de la ranura.

Los divisores se fabrican habitualmente de madera y aluminio. El rango de frecuencias de diseño óptimo para difusores QRD varía entre 700Hz y 3kHz.

4.- Profundidad de las ranuras:

$$d_{sn} = \frac{S_n C}{2p f_0} \text{ Ec. 2.32}$$

Donde:

P = Número primo (3, 7, 11, ...),

C = Velocidad del Sonido,

S_n = Elemento de la secuencia generadora (Número entero positivo),

F₀ = Frecuencia de diseño (Hz).

Observaciones:

1. Para lograr la asignación máxima de alturas, a S_n máximo le corresponde la mayor profundidad y al S_n mínimo le corresponde la altura máxima.
2. La secuencia generadora del QRD es simétrica respecto al centro.

3. Los números primos “óptimos para el diseño” varían entre 13 y 47.

5. Ancho total para la secuencia

Sin divisores:

$$W_t = w * p \text{ Ec 2.32}$$

Con Divisores

$$W_t = (w + T) * p \text{ Ec 2.33}$$

2.5.3.2.2 Difusor QRD bidimensional

Los difusores bidimensionales QRD aparecen como una generalización de los unidimensionales con el objetivo de obtener una óptima difusión del sonido incidente en todas las direcciones del espacio.

En este tipo de difusores, las ranuras son sustituidas por pozos dispuestos en paralelo de profundidad variable y su forma habitualmente es un paralelepípedo.

Las expresiones a utilizar en el diseño de los difusores bidimensionales son iguales que las correspondientes a los difusores unidimensionales, con la única diferencia que la secuencia adimensional de profundidades de los pozos se obtiene a partir de la siguiente expresión generadora:

$$S_m, n = (m^2 + n^2) \text{ mod } p \text{ Ec. 2.34}$$

Donde:

p = Número primo (3, 7, 11, ...),

m, n = Son números enteros que van desde 0 hasta $(p-1)$,

La profundidad real de las ranuras se obtiene multiplicando los valores de la secuencia adimensional por el mismo factor que en el caso de los difusores unidimensionales.

En la práctica los difusores QRD bidimensionales son relativamente poco utilizados.

Gráfico 2.19 Difusor QRD bidimensional.



Fuente: Enrique Orduña Malea, *Sonido e Imagen en la intensificación de acústica*, pág. 25

2.5.3.2.3. Difusores PRD

Los difusores de raíces primitivas PRD son análogos a los difusores unidimensionales QRD, con la única diferencia de que la profundidad de cada ranura se obtiene a partir de una secuencia generadora distinta. Dicha secuencia se obtiene a partir de la siguiente expresión generadora.

$$S_n = g^2 \bmod p \quad \text{Ec 2.35}$$

Donde:

p = número primo (3, 7, 11, ...),

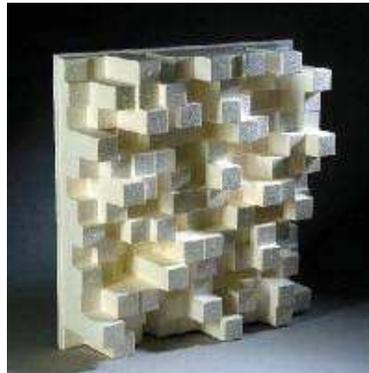
g = raíz primitiva de p ,

n = número entero que va desde 1 hasta $(p-1)$.

Para que g sea una raíz primitiva de p , es preciso que el número de residuos distintos generados a través de la operación matemática anterior sea igual a $(p-1)$.

Se los utiliza como canceladores de ecos debido a que no producen difusión especular.

Gráfico 2.20 Difusor PRF.



Fuente: <http://www.duiops.net/hifi/cine-en-casa-introduccionacondicionamiento.html>

2.6 Modos normales de vibración

Para explicar los modos normales de vibración es necesario primero definir las ondas estacionarias, las cuales se crean a partir de las ondas incidentes que, al chocar con una superficie crean las ondas reflejadas, la múltiple combinación de estas y el choque de ellas entre dos superficies paralelas crea las ondas estacionarias o modos propios de la sala, que se quedan en el recinto viajando perpendicularmente. Las ondas estacionarias generan puntos en los cuales en algunos momentos la amplitud será cero (nodos) y otros, en que la amplitud de la onda será máxima (antinodos). A dichas ondas se les asocian frecuencias, también denominadas frecuencias de resonancia o modos normales de vibración, en realidad existen un sin número de frecuencias para las cuales existe resonancia en el recinto, la ecuación a continuación expresa la frecuencia de corte, a partir de la cual se considera habrá resonancia en el recinto.

$$f = \frac{c}{2L} \text{ Ec 2.36}$$

Donde:

c = velocidad del sonido [344 m/s a 20grados],

L = distancia mas larga entre las dos paredes [m].

Si una fuente emite una onda cuya frecuencia es igual o parecida a uno o mas modos normales de vibración, el nivel de presión sonora (NPS) de dicha frecuencia aumentara entre 6 a 10dB. Las frecuencias propias de la sala dependerán de su estructura y forma. En realidad resulta complicado estimar estas frecuencias. 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.

Esta ecuación expresa la fórmula de Rayleigh para determinar los modos normales de vibración dentro de un recinto rectangular y con superficies reflectantes.

$$f(nx, ny, nz) = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{nx}{x}\right)^2 + \left(\frac{ny}{y}\right)^2 + \left(\frac{nz}{z}\right)^2} \text{ [Hz] Ec. 2.37}$$

Donde:

C = velocidad del sonido [m/s],

x,y,z = dimensiones de la sala,

Nx, ny, nz = coordenadas rectangulares del espacio,

$n_x = 0, 1, 2, 3, \dots, n$,

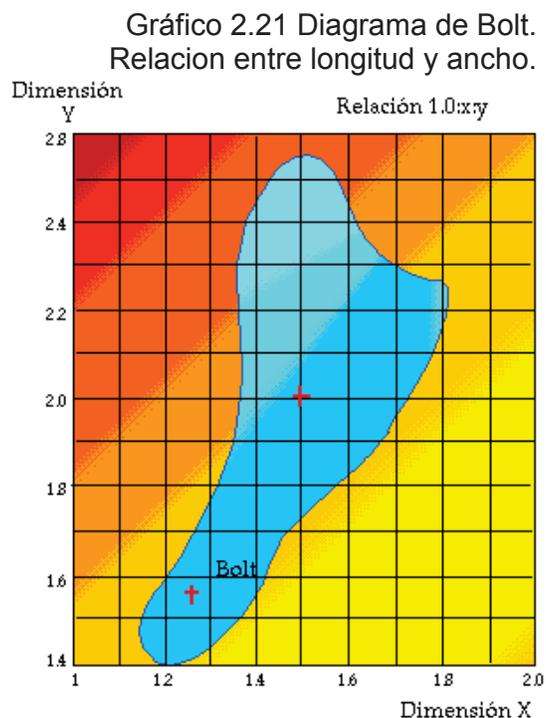
$$n_y = 0, 1, 2, 3, \dots, n,$$

$$n_z = 0, 1, 2, 3, \dots, n.$$

Cada combinación de los valores de las coordenadas da lugar a una frecuencia de resonancia encontrándose de tres tipos. Modo axial, modo tangencial y modo oblicuo.

El modo axial se produce cuando dos ondas se desplazan en dirección paralela a un eje del recinto, su combinación puede ser $(n_x, 0, 0)$, $(0, n_y, 0)$, $(0, 0, n_z)$. El modo tangencial se produce cuando los frentes de onda tienen una arista en común, su combinación puede ser: $(n_x, n_y, 0)$, $(n_x, 0, n_y)$, $(0, n_y, n_z)$.

El modo oblicuo cuyos frentes de onda se desplazan en forma oblicua a los tres pares de paredes, su combinación es (n_x, n_y, n_z) . Los modos normales de vibración se tornan molestos cuando dos o más de ellos coinciden en una frecuencia, y tienden a colorear dicha frecuencia.



Fuente: http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ingond_1/trabajos_02_03/Acustica_arquitectonica/practica/CAMPO.HTM

El diagrama de Bolt, Beranek & Newman indica la relación que debería existir entre la longitud, y el ancho de una sala rectangular para altura de un metro (1m.) para homogeneizar las frecuencias propias del recinto. Existe una relación matemática de la relación que debe existir entre los ejes x y y, con la altura del recinto. De este modo se asegura tener altura (z) igual a 1

$$prop x = \frac{x}{z} \text{ Ec.2.38}$$

$$prop y = \frac{y}{z} \text{ Ec. 2.39}$$

2.7 Índices y valoración de ruido

2.7.1 Nivel de presión sonora NPS

El nivel de presión sonora NPS o siglas en ingles SPL (Sound Pressure Level), esta definida como la relación logarítmica entre dos presiones, una es la presión efectiva debida a la onda sonora y la otra es la presión efectiva de referencia. La ecuación que define lo anterior es:

$$SPL = NPS = 20 * \log\left(\frac{P}{P_{ref}}\right) \text{ Ec. 2.40}$$

Donde:

P = es el nivel de presión sonora efectiva o RMS [N/m^2]

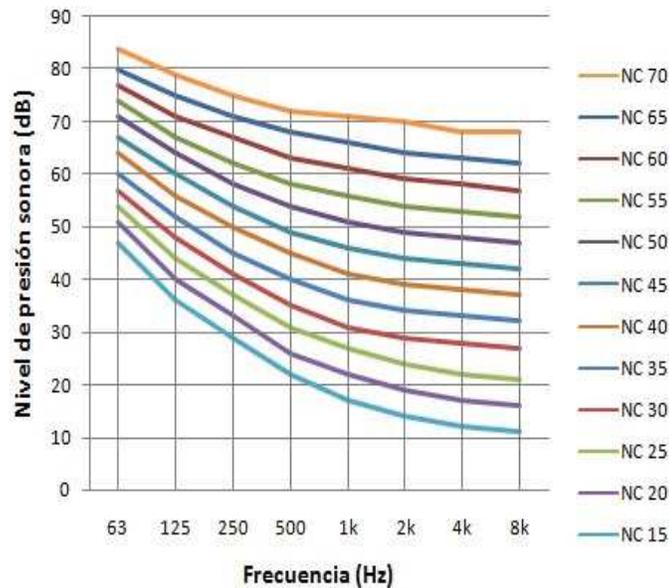
P_{ref} = es el nivel de referencia de presión sonora efectiva (2×10^{-5} [N/m^2])

2.7.2 Curvas NC

Para poder evaluar el grado de molestia de un ruido de fondo sobre un oyente se utiliza unas curvas de referencia conocidas como *Noise Criteria* o Criterio de Ruido, la cual se la realiza comparando con los niveles de ruido existentes en la sala, por banda de octava entre 63Hz. y 8kHz.; 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 correspondiente⁵.

Gráfico 2.23 Curvas NC.



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.

2.7.3 Descriptores de aislamiento

2.7.3.1 Pérdida por transmisión TL

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

⁵ BERANEK, Leo, Acoustics, Memorial Drive, 1993, Cambridge, p. 422

$$TL=10*\log\left(\frac{I_i}{I_T}\right) \text{ Ec. 2.41}$$

Donde:

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

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

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.

2.7.3.2 Reducción de ruido

Se define como reducción de ruido (NR) 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.

$$NR=10\log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) \text{ [dB] Ec.. 2.42}$$

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 se puede tener la siguiente fórmula:

$$NR= L_{p1}- L_{p2} \text{ Ec. 2.43}$$

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:

$$TL=NR+10\log\left(\frac{S}{A}\right) \text{ [dB] Ec. 2.44}$$

Donde:

S= superficie de la partición común [m²],

A= absorción Sabine de la sala receptora [m² Sab].

2.7.3.3 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 125Hz. hasta 4kHz, 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 125Hz a 400Hz, con una pendiente de 15dB.
- El segundo tramo va desde 400Hz a 1,25kHz con una pendiente de 5dB.
- El tercer tramo va desde 1,25kHz a 4kHz con una pendiente de 0dB.

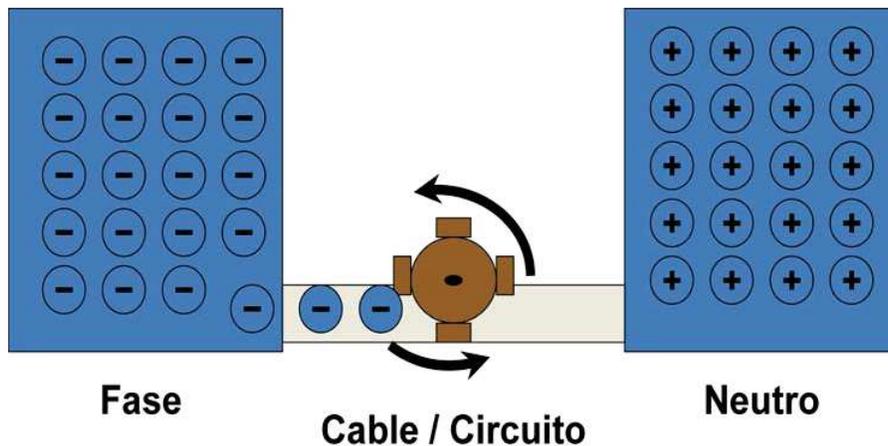
2.7.3.4 Clase de aislamiento de ruido

Se utiliza 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.

2.8 Conceptos de electricidad

La corriente eléctrica es el desplazamiento de electrones que pasan a través de un cuerpo conductor (cable) la cual nace en la fase (cargada de electrones) entra en el circuito eléctrico y se descarga en el neutro (cargado positivamente).

Gráfico 2.24 Flujo eléctrico de descarga de la fase en el neutro.



2.8.1 Conductores y aislantes eléctricos

De todos los materiales que existen en la naturaleza, algunos son más aptos al paso de los electrones, en cambio otros lo dificultan y en algunos casos hasta lo impiden. Denominamos materiales conductores a aquellos que permiten la circulación de la corriente eléctrica. Mientras que denominamos materiales aisladores a aquellos que impiden la circulación de la corriente eléctrica.

Dentro de los conductores existen diversas calidades, propias del material, el mejor conductor es el oro, pero por el costo se utiliza el cobre o aluminio. Dentro de los conductores que se utilizan en instalaciones existen dos tipos fundamentales:

- Tipo cable: tiene muchos filamentos, es flexible y se utiliza para instalaciones fijas o artefactos eléctricos.
- Tipo alambre: tiene un solo filamento de alambre, se aplica en tableros o conexiones especiales.

2.8.1.1 Cable AWG

El cable **AWG** (*American Wire Gauge*) es una referencia de clasificación de diámetros. En muchos sitios de Internet y también en libros y manuales, especialmente de origen norteamericano, es común encontrar la medida de conductores eléctricos (cables o alambres) indicados con la referencia AWG. Cuanto más alto es este número, más delgado es el alambre. El alambre de mayor grosor (AWG más bajo) es menos susceptible a la interferencia, posee menos resistencia interna y, por lo tanto, soporta mayores corrientes a distancias más grandes.

2.8.1.2 Cables THHN

Es un conductor de cobre suave, en cableado concéntrico con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) y sobre capa protectora de poliamida (Nylon). El cable THWN/THHN cumple con las normas NOM-063-SCFI (Productos eléctricos -conductores- requisitos de seguridad), NMX-J-10 (Conductores con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo, para instalaciones hasta 600 V). Las principales aplicaciones de este tipo de cable THWN/THHN es de uso general usado en sistemas de iluminación y distribución de baja tensión.

2.8.2 Magnitudes eléctricas

Así como existen medidas para todo lo que se puede imaginar, dentro de la electricidad existen magnitudes que se pueden medir. Ya que a la electricidad no puede verse, se necesita conocer estos parámetros para trabajar en forma segura y no dañar ningún equipo o evitar accidentes.

2.8.3 Tensión o voltaje

Es la fuerza que tiene la corriente eléctrica, su unidad de medida es voltio y para medirla se utiliza el voltímetro. Con mayor tensión o fuerza mayor energía.

2.8.4 Intensidad, corriente o amperaje

Es la cantidad de electrones que atraviesa una sección de un conductor en un instante dado. Su unidad de medida es el amperio y para medirla se utiliza el amperímetro.

2.8.5 Impedancia

La impedancia es una magnitud que establece la relación entre la tensión y la intensidad de corriente eléctrica. Puede representarse como la suma de una parte real conocida como resistencia o resistiva y una parte imaginaria que es conocida como reactancia o reactiva

2.8.6 Resistencia

Es la oposición al paso de corriente eléctrica. A mayor resistencia, más dificultoso será el paso de corriente eléctrica. Cada material tiene un determinado nivel de resistencia. La resistencia total de un conductor será mayor cuanto mayor sea su longitud. Su unidad de medida es el Ohm y lo podemos medir con el óhmetro o un tester para resistencias.

2.8.7 Energía

La Energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce fundamentalmente tres efectos: luminoso, térmico y magnético.

La energía eléctrica consumida será la cantidad de potencia consumida en un determinado periodo de tiempo. Se mide en kilowatt por hora.

2.8.8 Potencia

Potencia es la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (J/seg) y se representa con la letra "P".

Un J/seg equivale a 1 watt (W), por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 Watt de energía eléctrica.

2.8.9 Ley de Ohm

Entre las tres variables o magnitudes que encontramos en un circuito, existe una estrecha relación, ya que si se modifica una de ellas influirá en el resto. Esta relación esta definida por la “Ley de Ohm” la cual dice que la corriente que fluye por un circuito es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia. En consecuencia:

- Si se eleva la tensión, aumentará la corriente
- Si se disminuye la tensión, disminuirá la corriente
- Si se eleva la resistencia, disminuirá la corriente
- Si se disminuye la resistencia, se elevara la corriente

$$I = \frac{E}{R} \text{ Ec. 2.45}$$

Donde:

I = Corriente [A],

E = Tensión [Volts],

R = Resistencia [Ohm].

$$P = V . I \text{ Ec. 2.46}$$

Donde:

P = Potencia [Watt],

V = Tensión [Volts],

I = Corriente [A].

2.9 Conceptos de electroacústica

En una cadena electroacústica se trabaja con señales eléctricas que representan sonidos. Estos sonidos, son variaciones de presión que tienen que ser convertidas en señales eléctricas antes de entrar en la cadena de sonido, y posteriormente al ser reproducidos. El primer dispositivo al que se hace referencia es el micrófono, mientras que la conversión de la señal eléctrica a sonido se realiza con la ayuda de parlante.

Un dispositivo que realiza esta transformación, de magnitud física a una magnitud eléctrica se denomina un transductor. Los transductores electroacústicos más típicos dentro del mundo son los micrófonos, que convierten ondas de presión sonora en señales eléctricas y los parlantes, que convierten señales eléctricas en ondas de presión sonora.

2.9.1 Características generales de equipos electroacústicos

2.9.1.1 Ganancia

Es el incremento positivo que se da en la transferencia del dispositivo electroacústico (salida vs. entrada).

2.9.1.2 Rango dinámico

Rango dinámico es el máximo rango de niveles que puede manejar un dispositivo. Se la obtiene mediante la diferencia entre el ruido de fondo del sistema y el nivel *peak* de la señal (distorsión, saturación).

2.9.1.3 Relación señal ruido S/R

La relación señal ruido o S/R es el rango de niveles entre el ruido de fondo del sistema, y el nivel de referencia o nominal.

2.9.1.4 Factor de cresta

El factor de cresta o *headroom* es el rango de niveles que existe entre el nivel nominal y el nivel máximo o *peak* (distorsión o saturación del sistema). Aproximadamente entre 10 o 15dB.

2.9.1.5 Distorsión armónica

La distorsión armónica es un parámetro o característica técnica que es utilizada para definir la señal de audio que sale de un sistema. La distorsión armónica se produce por la no linealidad de los dispositivos debido a que el equipo introduce armónicos que no estaban presentes en la señal de entrada. Debido a que son armónicos, es decir múltiplos de la señal de entrada, esta distorsión no es tan disonante por lo tanto es más difícil detectar. La distorsión armónica no siempre implica pérdida de calidad, es mas, en muchos generos musicales se lo considera como un efecto de sonido.

2.9.1.6 Distorsión total armónica

La distorsión total armónica o THD es la suma de todas las contribuciones de los armónicos introducidos por el dispositivo. Para normalizar las medidas. La distorsión armónica total se mide introduciendo un tono de 1kHz y midiendo la señal de salida. En los parámetros técnicos de los equipos, suele figurar la distorsión armónica total y se da en forma de porcentaje. Habitualmente, se indica con las siglas en inglés THD (*Total Harmonic Distortion*). Por ejemplo, THD 0,3 @ 1 kHz.

La distorsión armónica total nunca debe estar por encima del 1%. De estarlo, en lugar de enriquecer la señal, la distorsión empieza a desvirtuarla y el sonido resultante empieza a dejar de parecerse al original,

2.9.1.7 Sensibilidad

Es el grado de eficiencia en el flujo de señal a través de un dispositivo electroacústico. Es decir, mide la relación entre el nivel eléctrico de entrada y el nivel eléctrico de salida. En el caso de transductores, es decir, micrófono o altavoz, la sensibilidad mide la relación entre el nivel eléctrico de entrada al altavoz y la presión sonora obtenida.

2.9.1.8 Respuesta de frecuencia

La respuesta de frecuencia de un dispositivo electroacústico es el rango de frecuencias en el que el dispositivo trabaja normalmente. La calidad del equipo es mejor si éste tiene un rango de frecuencias de trabajo más amplio. La respuesta de frecuencia debe ser plana. Es decir no presentar incrementos ni atenuaciones en ninguna frecuencia.

2.9.1.9 Direccionalidad

La direccionalidad de un dispositivo electroacústico se refiere a la respuesta del dispositivo a distintos ángulos con respecto a cero grados o un punto de referencia. Gráficamente es representado por el patrón polar de los dispositivos.

2.9.1.10 Impedancia nominal

La impedancia es la oposición que presenta un circuito al paso de la corriente alterna. La impedancia es una magnitud que expresa la relación entre la tensión y la corriente, y está compuesta de una parte Real (resistiva pura), y otra parte imaginaria (Reactiva). Los fabricantes normalmente especifican la impedancia nominal de un altavoz referida a un tono puro (Sinusoidal) de 1kHz y es medido en Ohmios.

2.9.1.11 Niveles de señal

Dentro de una cadena electroacústica hay tres tipos de niveles de señal:

1. **Nivel de micrófono.-** Generalmente baja, del orden de los mV (-60 dBu).
2. **Nivel de línea.-** Tiene aprox. 60dB más que la señal de micrófono. Tiene un valor nominal de 1V.
3. **Nivel de potencia.-** Es del orden de los 10V. Es mucho más alta por el nivel sonoro que se debe entregar a los altavoces.

2.9.2 Micrófonos

Los micrófonos son transductores encargados de transformar la energía acústica en energía eléctrica, permitiendo así el registro, almacenamiento, procesamiento y transmisión de las señales de audio. No existe el micrófono ideal, debido a la sencilla razón de que no existe un único ambiente acústico o un único tipo de música. Se los puede clasificar de distintas maneras:

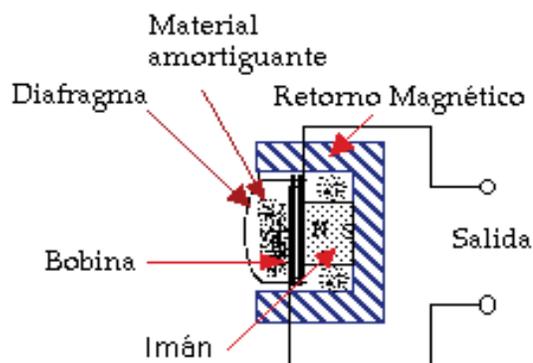
- Según su tipo de Transducción mecano-acústica (encierro del diafragma)
 - De presión
 - De gradiente de presión
 - Combinados de presión y de gradiente de presión
- Según la transducción mecano eléctrica
 - Electro resistivos (micrófono de carbón)
 - Mecano estáticos (micrófono de cinta y de bobina móvil)
 - Electro estáticos (micrófono de condensador y piezoeléctrico)

A continuación se describirá algunos tipos de micrófonos que van a ser utilizados en el canal de televisión:

2.9.2.1 Micrófonos dinámicos (Bobina móvil)

Se basan en el principio de inducción electromagnética, según el cual, si un hilo conductor se mueve o es inducido dentro de un campo magnético, en el conductor se inducirá un voltaje. Son micrófonos muy utilizados por su resistencia, fiabilidad y buena respuesta en frecuencia.

Gráfico 2.25. Diagrama de un micrófono dinámico.



Fuente: http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_02_03/micros_altavoces/microfonos_2.htm

Los micrófonos dinámicos (también llamados de bobina móvil) son considerados como los micrófonos profesionales más resistentes. Este tipo de micrófono es una buena elección para la labor periodística donde comúnmente se encuentra una variedad de condiciones difíciles. En un micrófono dinámico las ondas sonoras golpean un diafragma soportado en una bobina de cable fino. La bobina se encuentra suspendida en un campo magnético permanente. Cuando las ondas sonoras golpean el diafragma este hace vibrar la bobina en el campo magnético. El resultado es una pequeña corriente eléctrica generada por la fricción, esta corriente tendrá que ser después amplificada miles de veces.

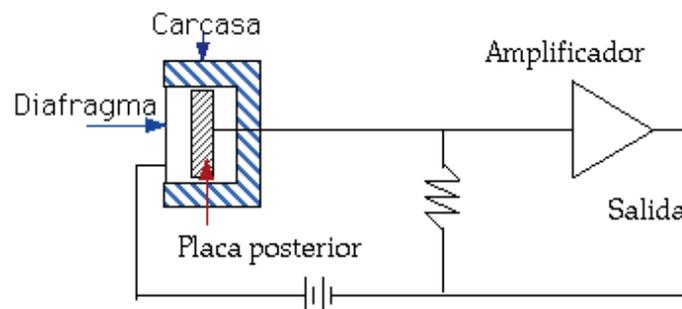
Una de sus mayores ventajas es que no requieren de una fuente externa de energía para operar y son particularmente resistentes al abuso físico. Sin embargo su fidelidad no siempre es la mejor. Cuando se requiere de menor tamaño, excelente sensibilidad y la mejor calidad de respuesta, otro tipo de micrófono es preferido: el micrófono de condensador.

2.9.2.2 Micrófono de condensador

Se debe recordar que un condensador almacena carga cuando se le suministra un potencial eléctrico. En un micrófono de condensador, la placa posterior está fija y alimentada con una tensión, mientras que la placa anterior, el diafragma, se desplaza al recibir variaciones de presión, ya que el interior del micrófono

está a una presión constante igual a la presión atmosférica. Este tipo de micrófono produce la mejor respuesta de frecuencia por lo cual son los más utilizados en grabaciones profesionales y en estudios. Debido a que responde a variaciones de presión se clasifican en los micrófonos de presión, y como consecuencia de ello tienen una respuesta omnidireccional⁶.

Gráfico 2.26. Diagrama de un micrófono de condensador.



Fuente: http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond1/trabajos_02_03/micros_altavoces/microfonos_2.htm

Los micrófonos de condensador (también llamados capacitores o micrófonos de condensador eléctrico) poseen una incomparable calidad de respuesta. Además pueden ser tan pequeños que son fáciles de esconder (excelente para uso en estudio de televisión). Sin embargo, la mayoría de los micrófonos de condensador no son tan resistentes como los dinámicos y el trabajo en condiciones climáticas adversas puede resultar un problema.

En la mayoría de los micrófonos de condensador una fuente de poder provee una carga eléctrica entre ambos elementos. Debido a que estos micrófonos requieren de un preamplificador la mayoría requiere de una fuente de poder, ya sea de corriente o baterías.

2.9.2.3 Características de los micrófonos

Independientemente del mecanismo particular con el que funciona, un micrófono puede caracterizarse por varios aspectos relacionados con su

⁶ Característica en la cual el micrófono puede captar audio en 360 grados a su alrededor. Es una característica de Directividad

respuesta a las ondas sonoras. Los más importantes de estos aspectos son los siguientes:

2.9.2.3.1 Rango dinámico

Es el rango de niveles sonoros en los que la señal eléctrica que produce el micrófono es suficientemente alta para ser utilizada. Está relacionado con la amplitud de la onda sonora que llega al micrófono. Es difícil construir micrófonos con un rango dinámico amplio. Por un lado, deben responder a señales sonoras fuertes sin dañarse, y, por otro, deben responder correctamente a señales de una intensidad sonora muy baja.

2.9.2.3.2 Sensibilidad

Indica la capacidad de un micrófono para captar sonidos débiles, de poca intensidad. Específicamente es la presión sonora que hay que ejercer sobre el diafragma para que nos proporcione señales eléctricas. La sensibilidad de un micrófono cualquiera se expresa en milivoltios por Pascal [mV/Pa], y se mide a una frecuencia de 1000 Hertz. Los micrófonos de condensador son los más sensibles, después los dinámicos, y por último los de cinta. No es aconsejable utilizar micrófonos cuya sensibilidad esté por debajo de 1 mV/Pa.

2.9.2.3.3 Respuesta de frecuencia

Indica la variación de la sensibilidad respecto de la frecuencia. Es significativa de lo parecida que es la señal emitida respecto de la recibida. Se mide esta característica para todo el espectro audible (20hz a 20kHz). La respuesta ideal sería una gráfica completamente plana por lo que cuanto más lineal sea esta curva, mayor fidelidad tendrá el micrófono. Los de mayor fidelidad son los de condensador.

2.9.2.3.4 Impedancia de salida

Es la resistencia que proporciona el micrófono en su conector. Su valor típico está entre 200 y 600 Ohms a 1kHz. A esto se le llama baja impedancia, que es la habitual. Algunos modelos disponen de un conmutador para seleccionar la

impedancia. Si la señal del micrófono no es de la impedancia adecuada, es necesario adaptarla. Para conseguir esto se utilizan los preamplificadores adaptadores de impedancia que suelen ir incorporados en la propia carcasa de algunos micrófonos. Hay que tener en cuenta que la impedancia de salida del micrófono debe ser como máximo un tercio de la del equipo al que se conecta para evitar pérdidas de señal e incremento de ruidos de fondo. En baja impedancia se podrán emplear cables largos sin problemas, mientras que en altas no, porque provocarían pérdidas por efecto capacitivo.

2.9.2.3.5 Ruido de fondo o nivel de ruido

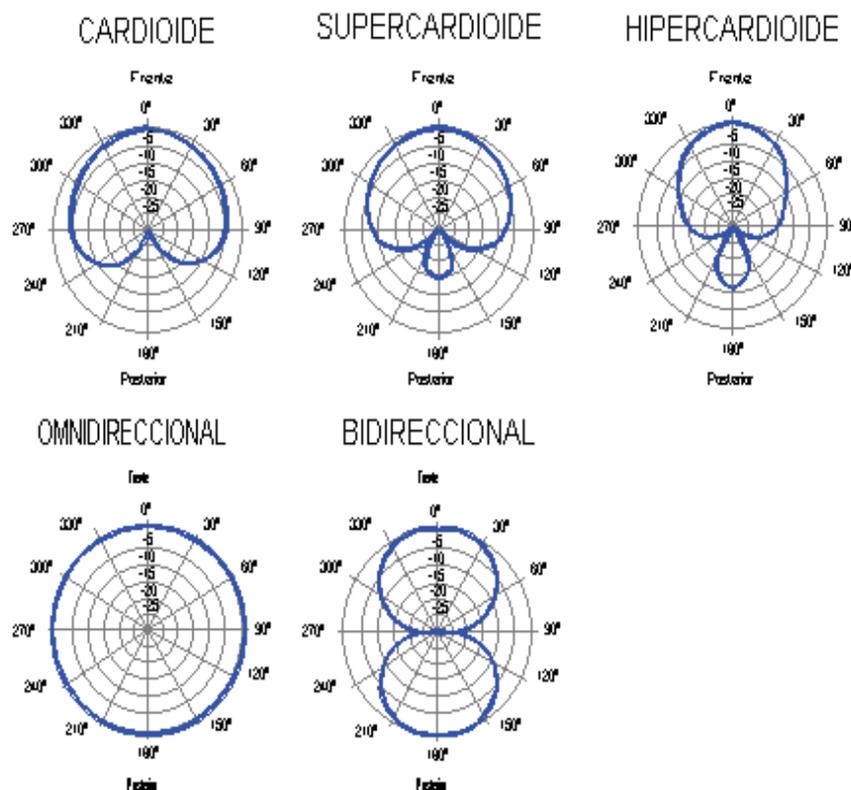
Se trata del sonido que no corresponde a la señal principal que afectan a las frecuencias audibles. Puede estar producido por el ambiente o por el propio micrófono.

2.9.2.4 Directividad de los micrófonos

Otra característica importante de los micrófonos depende de su directividad o direccionalidad del micrófono la cual relaciona la sensibilidad en una dirección cualquiera y su sensibilidad máxima. Es una de las características más importante de los micrófonos, ya que, de acuerdo con cada tipo ambiente acústico o del programa a grabar, se requerirá un patrón polar distinto.

Existen tres tipos básicos de patrones: unidireccional, bidireccional y omnidireccional, aunque se pueden conseguir otros patrones combinando los tipos básicos de transducción: de presión, de gradiente y la combinación entre ambos.

Gráfico 2.27. Patrón polar de micrófonos.



Fuente: <http://cifp.joseluisgarci.alcobendas.educa.madrid.org/enserie/?p=424>

2.9.2.5 Otros tipos de micrófono utilizados en cine y televisión

Los micrófonos más utilizados dentro del campo del cine y televisión es el de bobina móvil o dinámico y de condensador debido a su calidad y costo, sin embargo existen otros tipos de micrófono los cuales se detalla a continuación.

2.9.2.5.1 Micrófono con concentrador de haz

La función de este micrófono es la de, mediante una paraboloide, captar la onda independientemente de la dirección de donde venga y recibirla de forma simétrica, incluso recibir las señales acústicas desde diferentes direcciones (en la paraboloide) y reenviarlas de forma casi idéntica a un mismo foco receptor.

2.9.2.5.2 Micrófono de cañón o Shotgun

Caracterizados por una alta directividad. La diferencia de caminos de la onda que provoca el desfase se produce en un largo tubo situado frente al diafragma. Este tubo dispone de unas ranuras por las que recibirá las ondas, de modo que finalmente el diafragma recibirá señales cortas por el frente, señales medias laterales a medio tubo y señales laterales largas al final del mismo.

Tanto los micros de cañón como los de concentrador de haz son especialmente útiles para exteriores o lugares con escasa reverberación como un estudio de televisión.

2.9.2.5.3 Lavalier

O también conocido como micrófono corbatero puede ser de bobina móvil o electret. Su diseño está configurado para ser utilizado a unos 20cm. por debajo del mentón, en el pecho. La curva de respuesta de frecuencia en este tipo de micrófono muestra una leve pérdida en graves y mayor captación en agudos, ya que estos últimos se recortan contra el mentón y los graves son captados por la vibración sobre la caja torácica.

2.9.2.5.4 PZM

Micrófono piezoeléctrico o llamado PZ o PZM es un tipo de micrófonos que ofrece una óptima captación de sonidos transmitidos a través de superficies duras, como por ejemplo una mesa. Su estructura está basada en una cápsula electret de bajo perfil con esquema de captación semicardioide o hemisférico con una gran sensibilidad, alta calidad y rendimiento. Su estructura literalmente plana ayuda a este tipo de micrófono pasar desapercibido.

2.9.2.6 Sistemas inalámbricos

Los sistemas inalámbricos se utilizan en casos donde se hace difícil esconder el cable o la utilización del mismo entorpece el traslado de quien lo utilice.

Pueden formar parte de un micrófono o ser independiente de este. En este último caso el micrófono se conecta a un transmisor que tiene una antena y envía una radiofrecuencia (FM) a otra antena. En esta radiofrecuencia viaja una señal que luego es decodificada y se convierte nuevamente en señal eléctrica. En cine y televisión son usados casi siempre con un micrófono lavalier. Y según el ancho de banda utilizado para su transmisión, varía el costo, la calidad y la posibilidad de interferencia. Existen dos anchos de bandas: VHF y UHF.

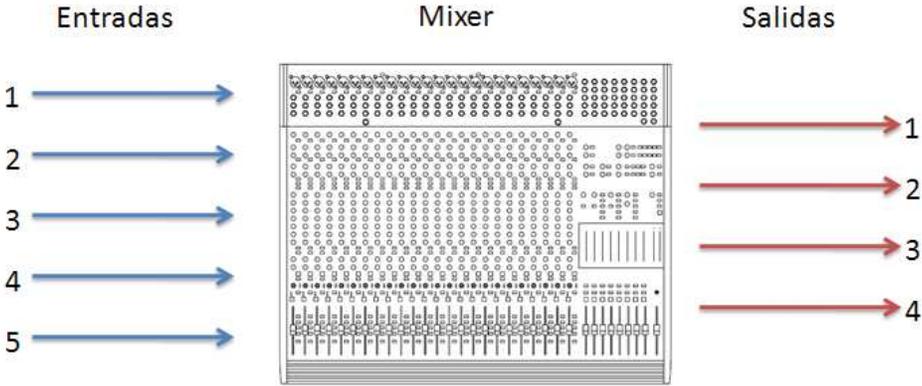
- VHF
 - Low 30/88 MHz
 - Mid 174/210 MHz
 - High 210/300 MHz
- UHF
 - Low 450/510 MHz
 - Mid 520/800 MHz
 - High 800/1200 MHz

Los micrófonos UHF tiene frecuencias variables de transmisión (algunos pueden hacer una búsqueda entre 88 canales o mas dependiendo del micrófono y elegir el menos transitado).

2.9.3 Consolas de audio

Una consola es un sistema capaz de proporcionar a partir de varias señales de entrada, una o varias combinaciones de estas en sus salidas. Cada señal de salida será una suma, en distintas proporciones de las señales

Gráfico 2.28, Flujo de señal en una consola de audio.



Las consolas tanto de video y de audio tienen características importantes entre las que encontramos:

2.9.3.1 Fidelidad

A la fidelidad se la entiende como la cantidad mínima de alteración de señales de entrada versus su salida. Una mesa de mezcla esta valorada por las especificaciones técnicas que en la mayoría de los casos viene dada en las hojas técnicas de cada equipo provista por los fabricantes. Entre las características a valorar para poder tener una mesa de mezcla con alta fidelidad son: rango dinámico, distorsión armónica total, respuesta de frecuencia.

2.9.3.2 Prestaciones

Entre las prestaciones que se debe tomar en cuenta para poder ver si una consola es útil son: numero de canales de entrada, envíos de auxiliar, efectos estero, posibilidad de mezclar cada señal de manera independiente al nivel de entrada, salidas, opciones digitales, faders motorizados, automatización, etc.

2.9.3.3 Controles de una mezcladora de audio

2.9.3.3.1 Sección de entrada

Permite escoger el tipo de señal de entrada, micrófono o línea.

2.9.3.3.2 Control de ganancia de entrada

También conocida como *trim*, controla el nivel de ingreso de señal a la consola en el preamplificador a través de un potenciómetro o perilla.

2.9.3.3.3 Alimentación fantasma

También conocida como fuente *Phantom*, es aquel que provee el voltaje necesario para los micrófonos de condensador generando 48 volts los cuales son enviados por el mismo cable de micrófono.

2.9.3.3.4 Inversor de fase

Invierte la polaridad de la señal de entrada (0 grados o 180 grados) con el objetivo de fasar la señal con el resto de señales de tal modo que no se produzca eliminación de frecuencias.

2.9.3.3.5 Atenuador

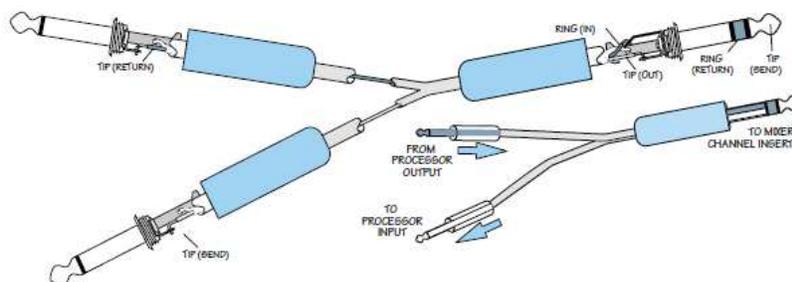
O *Pad*, evita que la señal entre saturada, aplica una atenuación que puede ser entre un rango de -2dB hasta -40dB en la etapa de entrada de la señal obviamente estos valores varían según el fabricante de la consola, modelo y diseño.

2.9.3.4 Sección de dinámica

2.9.3.4.1 Insert

Envía y recibe la señal a través de un cable especial llamado cable *insert*. El propósito de esta opción es poder enviar la señal a un procesador periférico externo tal como un procesador de señal, compresor, un ecualizador, *reverb* o *delay* en serie, etc.

Gráfico 2.29, Conexión de un cable *insert*.



Fuente: Manual de usuario Yamaha MG32. Sección de ecualización. Pág. 21.

2.9.3.4.2 Filtros

Estos filtros de tipo *High Pass filter* o HPF ya vienen incorporados en la mesa de mezcla. Los filtros que encontramos son de tipo pasa altos, el cual corta bajas frecuencias. Las frecuencias de corte ya vienen dadas de fábrica. Su

aplicación mas esta dada a, ruido de fondo en bajas frecuencias, *Hum* y *Rumble*.

2.9.3.4.3 Ecualizador

Un ecualizador es un dispositivo que aumenta o reduce la ganancia de una determinada frecuencia o bandas de frecuencias. Dependiendo de la mesa de mezcla se puede encontrar tres tipos de ecualización:

- **Ecualizador Gráfico o fijo.-** Es un dispositivo que controla la ganancia a través de filtros con un ancho de banda determinado.
- **Ecualizador Semiparamétrico.-** En este tipo de ecualizador se puede ajustar la ganancia o *gain* y controlar una frecuencia determinada a través de un potenciómetro.
- **Ecualizador Paramétrico.-** Es el más completo, se puede controlar su ganancia, seleccionar la frecuencia y a mas de eso se puede controlar el factor de calidad el cual es inversamente proporcional al ancho de banda.

2.9.3.5 Sección de mezcla

2.9.3.5.1 Led peak

Indica si el nivel de entrada de la señal al canal esta saturado.

2.9.3.5.2 Fader

Regula el nivel de la señal a la mezcla mediante un potenciómetro deslizante.

2.9.3.5.3 Paneo

Es la proporción de señal que va a la imagen estéreo L y R. La diferencia básica que existe entre paneo y balance es que el balance quita la energía de una canal mientras que el otro sigue igual, en cambio, en el paneo la energía que se quita en un canal manda al otro canal.

2.9.3.5.4 Asignación

Con esta opción, se puede asignar o enviar la señal existente en un determinado canal hacia un bus el cual puede ser subgrupos, salidas alternas o salida principal L-R.

2.9.3.5.5 PFL – AFL

También conocido como *post fader listen* (PFL) o *after Fader listen* (AFL). Su función es escuchar el audio del canal en un punto antes del fader (PFL) o después del fader (AFL) entre en funcionamiento. El botón de PFL generalmente está ubicado sobre el fader del canal.

Cuando se pulsa el botón PFL, la salida del monitor principal detiene la supervisión de cualquier otro canal o salida y el audio sólo será del canal PFL seleccionado. Esto no afecta a la mezcla de salida principal, sólo el audio que se escucha en el monitor o audífono.

2.9.3.5.6 Salida directa

Envía la señal de la entrada del canal hacia a una salida específica consistiendo una copia de la señal original sin pasar por la etapa de ecualización de la consola⁷.

2.9.3.5.7 Mute

Anula la señal del canal seleccionado a través de un pulsador o botón.

2.9.3.5.8 Solo

Anula las señales del resto de los canales, permite hacer un monitoreo del canal o grupo de canales.

2.9.3.6 Sección de envíos auxiliares

Controla el nivel de envío a canales auxiliares con los que cuente la mesa de mezcla. Existen dos tipos:

⁷ Esta opción esta limitada al diseño de la consola según el fabricante.

2.9.3.6.1 Pre fader

Es utilizado generalmente para enviar copias de la señal hacia monitores o *earmonitor*, etc.

2.9.3.6.2 Post fader

Es utilizado generalmente para enviar copias de señal a procesadores de señal como efectos, etc.

2.9.3.7 Sección de grupos

Esta sección está destinada para agrupar canales específicos en uno o dos controles masters que están ruteados a su vez a los main L-R, con el objeto de generalizar un control a varios canales, por ejemplo, todos los canales de una batería a un grupo estéreo, todas las voces que conforman coros a otro grupo y así.

2.9.3.7.1 Fader

Regula el nivel de la señal en la mezcla.

2.9.3.7.2 Paneo

Proporción de la señal que va a la imagen estéreo, L y R.

2.9.3.7.3 Asignación de salida del canal

Envía la señal a la salida principal L y R y a los subgrupos.

2.9.3.8 Sección máster

Esta es la etapa final de la mezcla, donde desembocan las señales de entrada y procesamientos.

2.9.3.8.1 Fader

Su función principal es permitir una mezcla balanceada de todas las señales requeridas controladas por un solo control y así poder configurar el nivel de salida a un nivel óptimo según lo requerido.

2.9.3.8.2 Talkback

Proporciona comunicación entre el operador y la cabina de grabación. Depende de la consola se puede escoger el envío ya sea a L-R o a salidas auxiliares.

2.9.3.8.3 Medidores

Indica el nivel de la señal de salida.

2.9.3.8.4 VU meters

También conocido como unidad de medida de volumen, consiste en una bobina móvil la cual tiene dos escalas, una calibrada en decibeles y la otra en unidades de volumen. Este medidor da una indicación acertada del nivel 0 (0VU). Son usados para propósitos profesionales.

2.9.3.8.5 Peak meter

Es un medidor mucho mas visual el cual da lecturas de los picos de nivel de una señal. Este medidor esta calibrado en decibeles.

2.9.4 Equipos periféricos

2.9.4.1 Ecuilibradores

El ecualizador es un equipo periférico que permite modificar la curva de respuesta en frecuencia de un sistema electroacústico. Mediante la utilización de filtros, se puede modificar o controlar la señal recibida y de esta manera corregir la respuesta de la señal de salida obteniendo una respuesta idónea para el estudio de televisión. Lo que se busca en una sala es obtener una respuesta de frecuencia lo mas plana posible (en el caso de usarse para nivelar salas), es decir, que los niveles de energía sean iguales en todas las bandas de frecuencia y esto se lo puede lograr mediante el uso del ecualizador. Existen tres tipos de ecualizadores: grafico, paramétricos y paragráficos. El mas utilizado en estudios de televisión es el gráfico.

2.9.4.1.1 Ecualizador gráfico

Este tipo de ecualizador consiste en una serie de filtros en forma de potenciómetros deslizantes que pueden atenuar o acentuar bandas estrechas de frecuencia. Las frecuencias centrales para el ecualizador de bandas de octava son: 31,5Hz; 63Hz; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz; 16kHz. Los ecualizadores disponen por lo general de dos canales, teniendo un *switch* de *bypass* que le permite comparar las señales de entrada y salida.

Gráfico 2.30. Ecualizador gráfico de 31 bandas DBX 2231.



Fuente: <http://www.dbxpro.com/2231/>

2.9.4.1.2 Ecualizador paramétrico

Este tipo de ecualizador se encuentra en consolas y en dispositivos periféricos. Tiene la opción de controlar algunos parámetros según la siguiente clasificación:

- Fijo.- Se puede controlar únicamente la ganancia.
- Semiparamétrico.- Se puede controlar la amplitud y la frecuencia.
- Paramétrico.- En este se puede controlar la amplitud, la frecuencia y el factor de calidad⁸.

⁸ Factor de Calidad o Q.- se puede definir como la relación matemática entre una frecuencia central sobre un rango de frecuencia determinado

Gráfico 2.31. Ecuador Semiparametrico Modulo EQ42S.



Fuente: http://cobaltomi.cl/tienda/index.php?main_page=product_info&cPath=23_24_58&products_id=300

Gráfico 2.32. Ecuador paramétrico Presonus modelo EQ3B



Fuente: <http://www.presonus.com/products/Detail.aspx?ProductId=19>

2.9.4.1.3 Ecuador paragráfico

Un ecualizador paragráfico es una mezcla de las características del paramétrico pero con una pantalla de edición y esto le añade un gran valor creativo, pues hasta los modelos mas básicos ofrecen una gran capacidad de edición por gráficos o por números muy precisa. Mientras se edita se puede ver las curvas sobre las frecuencias y ajustar la ganancia y el factor Q haciendo una campana ancha o estrecha fácil de observar en la pantalla.

2.9.4.2 Compresor

Un compresor es un procesador electrónico de sonido destinado a reducir el rango dinámico de una señal. Un compresor actúa de forma que atenúa la señal entrante en una determinada cantidad y a partir de un determinado nivel

de entrada. El objetivo es conseguir que la excursión dinámica resultante sea inferior a la original, proteger ciertos equipos frente a los posibles picos de señal o si se trata de un sonido saturado intentar disimular el error. Tiene controles tales como umbral, ataque, relajación y radio de compresión. Algunos modelos poseen también una compuerta de ruido incorporado en el equipo.

2.9.5 Monitoreo y retornos

En un canal de televisión existe un tipo de monitoreo y dos tipos de retornos. El monitoreo interno de la cabina de sonido, generalmente con parlantes activos, dispuestos en estéreo, a pesar de que la señal en Brisa TV 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. El monitoreo es conectado a través de una salida específica de la consola conocida como *control room* o una salida con copia idéntica de la salida principal completamente independiente con su propio control. 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 parlantes puedes ser activos o pasivos, sin embargo para su fácil conexión a la consola mediante auxiliares se prefiere parlantes activos.

En televisión es importante tener monitoreo dedicado al presentador el cual es conocido como 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 por la facilidad de movilización y conexión ya que únicamente se conecta la señal y la fuente de poder, 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.

2.9.6 Sistemas de comunicación en la producción

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 es necesario un sistema de comunicación abierto para recibir o enviar instrucciones entre el equipo de trabajo. Se utiliza un juego de auriculares denominado PL (línea privada o línea de producción); es muy probable interferencias o ruido en los sistemas de comunicación, pero para evitar este tipo de ruido o interferencias, se puede 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.

2.9.7 Sistemas de intercom IFB (*Interruptible Foldback – Retroalimentación Interrumpible*)

En televisión es necesario que el director en ocasiones, de indicaciones al presentador, 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, etc.; para que el director pueda decirle las preguntas que tiene que hacer el entrevistador y además escuchar preguntas de reporteros en vivo.

2.9.8 Conectores y Señales

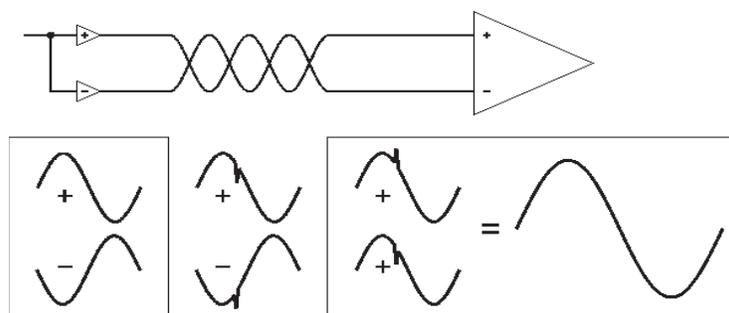
2.9.8.1 Señal Desbalanceada

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 terminan normalmente en conectores de dos pines.

2.9.8.2 Señal Balanceada

Una de las cualidades de este tipo de señal es que evita interferencias por inducción las cuales generan ruidos indeseados. La señal se lleva dos veces, una de ellas con la polaridad invertida. A esto se lo conoce como el balanceado de una señal. Para lo cual se usa conectores de tres pines y cable de tres conductores, uno de los cuales es la malla del cable. Las interferencias electromagnéticas que no rechace la malla del cable, afectarán al mismo tiempo a los dos cables que llevan la señal. Al momento que la señal llega al dispositivo de entrada, este suma las dos señales que le llegan tras invertir una de ellas. Al haber estado invertida a su vez una señal con respecto de la otra en el cable, el balanceado consigue doblar la señal original y cancelar las interferencias que se produjeron en el cable.

Gráfico 2.33. Conexión balanceada



2.9.8.3 Loops 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 en los conductores.

2.9.9 Tipos de conectores

2.9.9.1 Conector RCA

El conector RCA es un tipo de conector eléctrico común en el mercado de video y sonido. El nombre "RCA" deriva de la Radio Corporation of América, que introdujo el diseño en los 1940.

El conector macho tiene un polo en el centro (+), rodeado de un pequeño anillo metálico (-) (a veces con ranuras), que sobresale. El conector hembra tiene como polo central un agujero cubierto por otro aro de metal, más pequeño que el del macho para que éste se sujete sin problemas. Ambos conectores (macho y hembra) tienen una parte intermedia de plástico, que hace de aislante eléctrico.

La señal de los RCA no es balanceada, puede llevar señal analógica de audio y video y señales digitales.

Gráfico 2.34 Conector RCA.



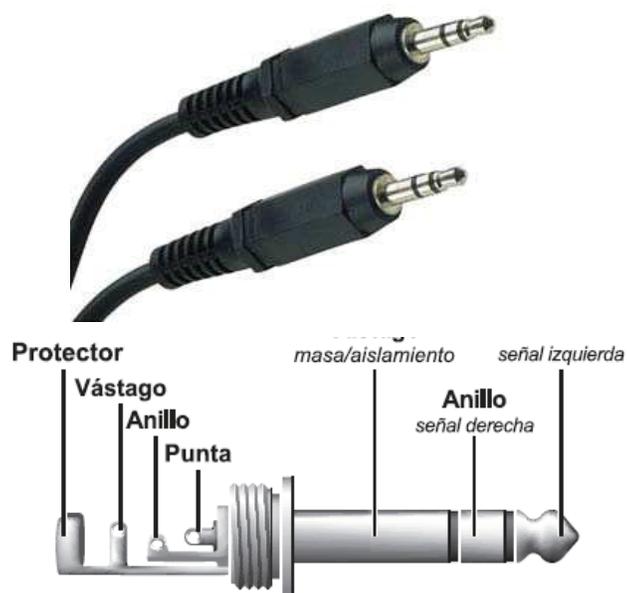
Fuente: <http://www.superrobotica.com/S180580.htm>

2.9.9.2 Conector TRS

El conector TRS es un conector de audio utilizado en numerosos dispositivos para la transmisión de sonido en formato analógico.

Hay conectores TRS de varios diámetros: 2.5mm, 3.5mm y 6.35mm. Los más usados son los de 3.5mm, también llamados minijack; son los que se utilizan en dispositivos portátiles, como los mp3, laptops, cámaras, etc. El de 2.5mm es menos utilizado, pero se utiliza también en dispositivos pequeños. El de 6.35mm se utiliza sobre todo en audio profesional e instrumentos musicales eléctricos. Al conector hembra se lo conoce como *Jack* y al conector macho como *plug*

Gráfico 2.35 Conectores JACK TRS.



Fuente: <http://www.wiringdiagrams21.com/2010/11/08/trs-connector-plug-schematic-diagram>

2.9.9.3 Conector SPEAKON

Tipo de conector empleado para conectar amplificadores y parlantes. Cada conector *Speakon* está diseñado con un sistema de bloqueo y admite conexiones con soldadura o mediante tornillos. Los machos siempre se

encuentran en el cable, con conectores idénticos a ambos lados, y las hembras en los paneles de conexión.

Los conectores Speakon están completamente protegidos y blindados de la manipulación accidental y son capaces de soportar muy altas potencias. Existen de 2, 4 u 8 polos.

Las principales desventajas son su alto precio y la dependencia de un único diseño patentado por Neutrik.

Gráfico 2.36 Conector Speak-on.



Fuente: http://www.thomann.de/es/neutrik_nl4fx.htm

2.9.9.4 Conector XLR o canon

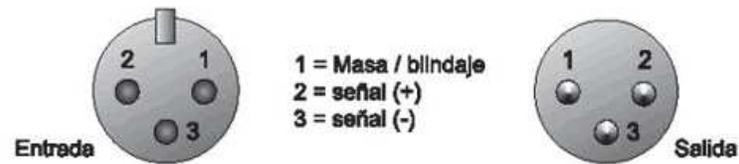
Este tipo de conector posee 3 pines: señal positiva, señal negativa y masa o blindaje. Por tal motivo son ideales para conexiones balanceadas, sin embargo, para el funcionamiento no balanceado, se pueden unir los pines 1 y 3 sin embargo no es recomendable ya que aumenta la impedancia del cable.

Gráfico 2.37. Conectores XLR hembra y macho.



Fuente: <http://www.palcoelectronica.es/conectores-clavijas/neutrix/neutrixxlr-3/neutrixxlr.html>

Gráfico 2.38 Diagrama de conexión de cables XLR.

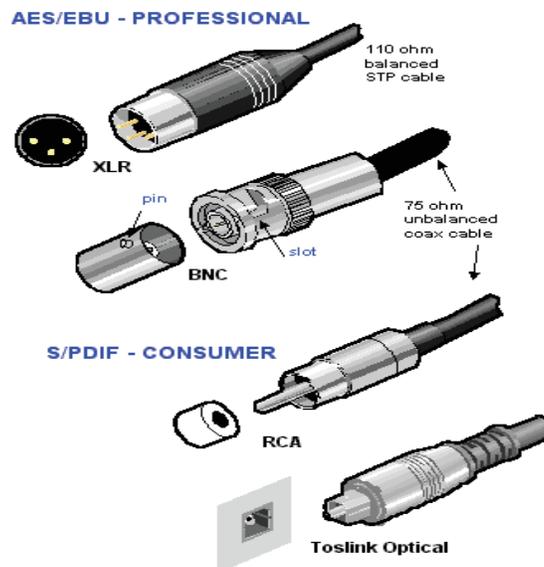


Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/apuntes.htm>

2.9.9.5 S/P-DIF y AES/EBU

Este tipo de conector transfiere datos de audio digital, se lo usa comúnmente para almacenar sonidos de forma digital en grabadores, sistemas de grabación multipista, etc. La ventaja de este tipo de conector es que puede transferir información sin sufrir distorsión ni pérdidas, y además que tiene la capacidad de transferir sonidos entre dispositivos de audio digital.

Gráfico 2.39. Conectores S/P-DIF y AES/EBU.



Fuente: <http://www.kvraudio.com/wiki/?id=SPDIF>

2.9.9.6 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 2.40. Conectores de fibra óptica.



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/conector-de-fibras-opticas-354544.jpg

2.10 Equipos de video y televisión.

La televisión, así como la radio y otro medio de comunicación se basan en la temática de las telecomunicaciones lo cual es toda emisión y recepción de señales, datos, imágenes, voz, etc. que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos

Brisa TV utiliza antenas de tipo parabólica multiplexadas para realizar la transmisión desde el estudio hacia la antena principal la cual se encuentra en el cerro Capaes. 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; en el siguiente cuadro se presenta una descripción de cada banda asignada con su correspondiente canal

Tabla 2.2 Descripción de cada banda asignada con su correspondiente canal.

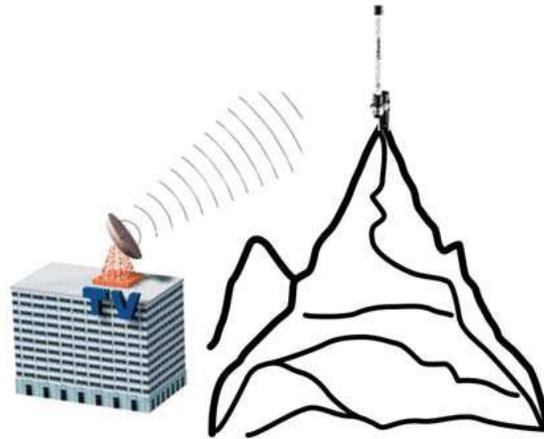
BANDA	FRECUENCIA MINIMA Mhz	FRECUENCIA MAXIMA Mhz	CANAL
I	47	68	2,3,4 VHF
II	88	108	FM
III	174	230	5 al 12 VHF
IV	470	606	21 al 37 UHF
V	606	862	38 al 69 UHF

Fuente: <http://www.gispert.net/iescb/3%20Se%C3%B1al%20de%20TV.pdf>

Para que pueda existir una correcta transmisión y recepción de señal entre el estudio y la antena principal de repetición debe existir línea de vista, es decir, el transmisor microonda que se encuentra en el estudio de grabación debe tener contacto visual con el receptor que se encuentra sobre el cerro Capaes en donde se encuentra la antena de transmisión la cual envía la señal a los televisores de la región de Salinas. Cada canal se encuentra dividido por bandas laterales, Brisa TV está en la siguiente banda:

- **Audio:** 529.75 Mhz, cabe destacar que cuando la señal de audio llega al receptor, este sufre una transformación a sonido audible dentro de la banda 20Hz – 20kHz.
- **Video:** 525.25 MHz. Canal 23 UHF

Gráfico 2.41. Transmisión desde el canal hacia la antena re transmisora.

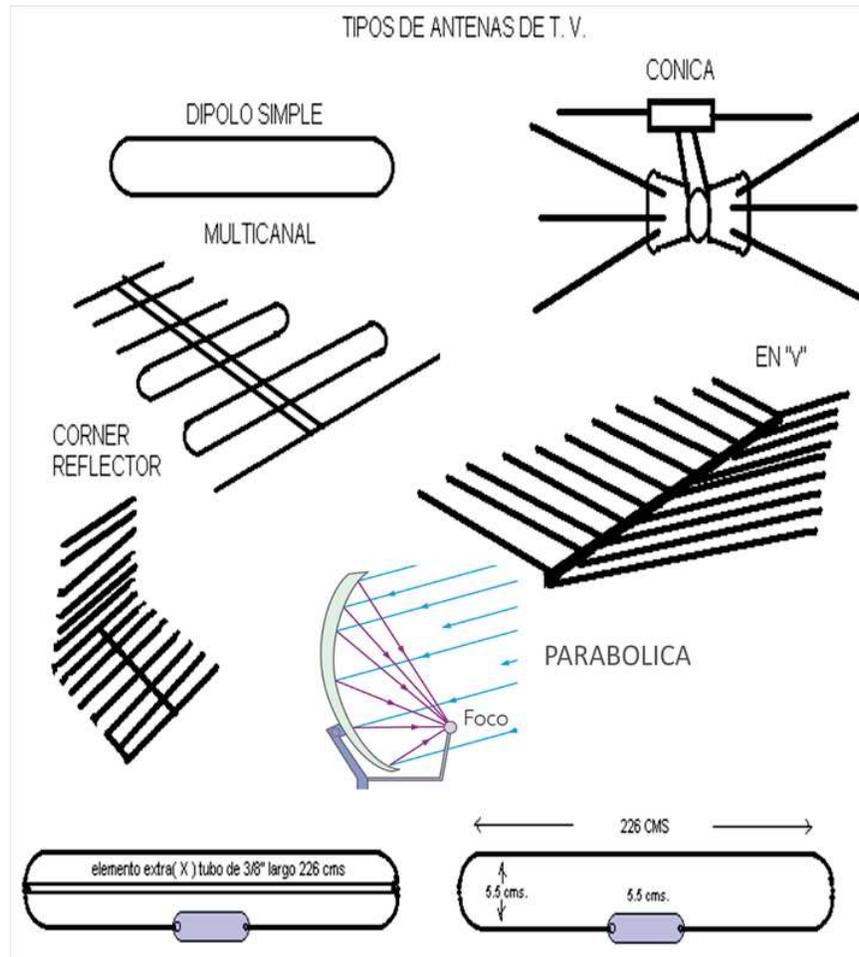


2.10.1 Antenas

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. Para que exista la transmisión de datos debe existir una antena receptora y una antena emisora.

Las antenas receptoras transforman la energía electromagnética que proviene de la emisora en una energía eléctrica que podrá ser utilizado en receptores de televisión. Entre las características que debemos tener presente para poder evaluar las antenas son la Directividad la cual 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. La frecuencia se la puede utilizar en 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 o de VHF; a mas que la antena de banda ancha es menor en algunos decibeles a los de banda estrecha.

Gráfico 2.42 Tipos de Antena de televisión.



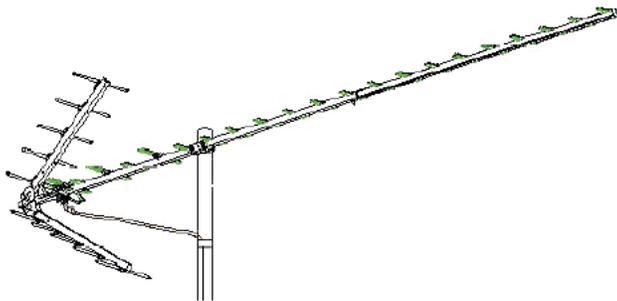
Fuente: www.stponce.com

2.10.1.1 Tipos de Antenas para televisión

2.10.1.1.1 Antena Yagi

Esta es la que más demanda tiene, por ser de fácil construcción y porque tiene muy buena ganancia, además es la más direccional que hay por los varios elementos directores que tiene los cuales son:

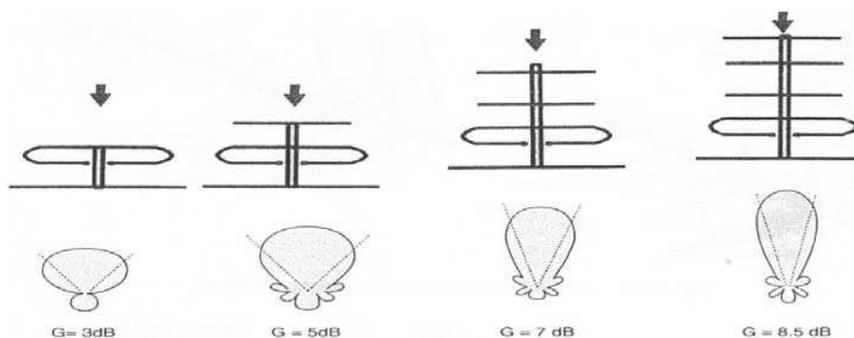
Gráfico 2.43 Antena Tipo Yagi.



Fuente: www.stponce.com

1. Dipolo.- Es el elemento principal de la antena, pues es el encargado de captar la energía (ondas electromagnéticas). Esto lo puede hacer por la parte posterior o la anterior.
2. Reflector.- La función de este elemento es impedir que el dipolo capte energía por la parte posterior (con esto se evita la imagen fantasma). De tal manera que el dipolo recibe señales en una dirección.
3. Director.- Este elemento aumenta la direccionalidad de la antena, además de la ganancia. Aumenta la captación hacia adelante de la antena. Pueden agregarse más elementos directores, lo que haría más direccional a la antena, pero el máximo de elementos aconsejables para una antena son diez.

Gráfico 2.44 Direccionalidad de antenas según sus elementos adicionales.



Fuente: <http://www.stponce.com/pagina1.htm>

Una antena debe cumplir con varios requisitos, como por ejemplo: directividad, longitud de los elementos, distancia e impedancia entre estos. Como el tamaño

de los elementos y su separación están relacionados con la frecuencia, cada canal tendrá una antena de tamaño diferente.

2.10.1.1.2 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.

2.10.1.1.3 Antenas parabólicas

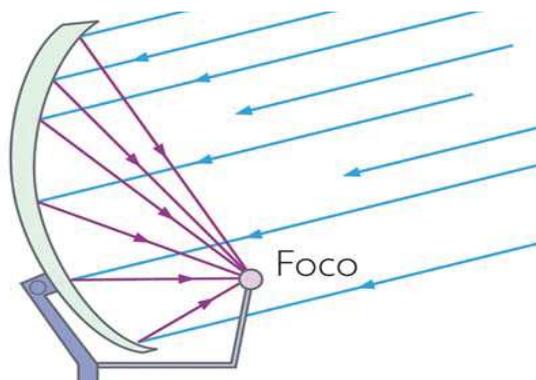
Las antenas parabólicas pueden ser utilizadas tanto en transmisión como en recepción, para radio o televisión, su principal característica es que tiene un reflector parabólico, la diferencia en el uso entre antenas parabólicas utilizadas para transmisión y recepción, es que en transmisión el reflector 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 dos tipos de antenas parabólicas:

Antena parabólica *Offset*

Son utilizadas para transmisiones satelitales.

Gráfico 2.45. Antena parabólica Offset.

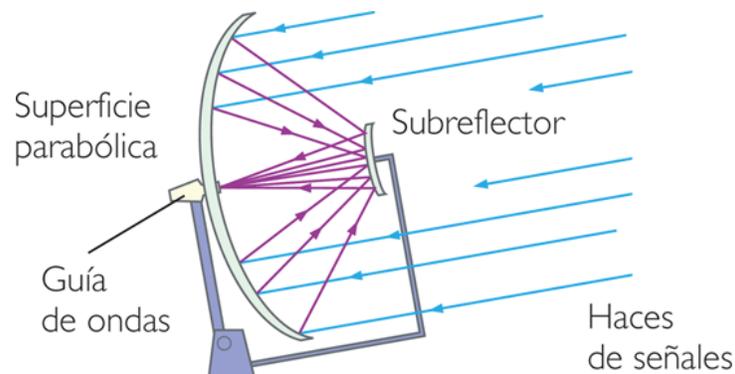


Fuente: http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/graficos-antena-i-offset.html?x1=20070821klpinginf_20.Ges&x=20070821klpinginf_62.Kes

Antena parabólica Cassegrain

Son utilizadas para transmisiones vía satélite, pero a diferencia de las *offset*, esta tiene dos reflectores

Gráfico 2.46 Antena parabólica Cassegrain.



Fuente: http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/graficos-antena-cassegrain.html?x1=20070821klpinginf_21.Ges&x=20070821klpinginf_62.Kes

2.10.2 Tipos de transmisión de audio para televisión

Existen dos tipos de transmisión, en monofónico y en estereofónico; la transmisión estéreo depende de su origen, pasando por la consola de audio, distribuidores en estéreo y terminando en 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 que emiten su señal monofónica y los simulan con simuladores de audio estéreo.

2.10.3 Consolas de video y bradcasting

2.10.3.1 Switcher de video

También conocido como consola de video, es un dispositivo que permite seleccionar una imagen principal de entre varias fuentes de video y, en algunos casos fuentes de video con efectos especiales. Su operación es similar a una consola de audio.

Gráfico 2.47. Switcher de video Sony BVS-3200CP.



Fuente: http://www.broadcaststore.com/store/model_detail.cfm?id=10465

2.10.3.2 Generador de caracteres

El generador de Caracteres dispositivo que produce una animación o un texto estático para introducirlo en el video principal. Existen tanto en hardware como son software. Los generadores de caracteres se utilizan principalmente en programación en vivo en segmentos de noticias o deportes ya que se puede generar rápidamente gráficos de alta resolución, gráficos animados, textos animados o estáticos, etc.

2.10.3.3 Efectos digitales de video

Los efectos digitales de video, también conocidos como DVE, son efectos visuales que modifican a un video tanto en vivo como en edición. Se pueden lograr efectos como transiciones de una escena a otra, recuadros (picture in picture), desvanecimientos o disoluciones, limpiezas de cuadros, colores básicos en pantalla, etc.

2.10.3.4 Consolas de broadcasting

Para un estudio de televisión es importante tener una consola de Broadcast ya que tienen incluidas características que otro tipo de consolas no dispones tales como: Híbrido Telefónico, sistemas IFB, corte de monitores, micrófono de *talkback* interno con envío a teléfono y auriculares de estudio. Las consolas de broadcasting son utilizadas tanto en estudios de radio como de televisión.

Gráfico 2.48 Consola de Broadcasting.



Fuente <http://www.masoportunidades.com.ar/aviso/5176229-consola-profesional-para-broadcasting-mix-62-disponible-en-capital-federal>

CAPITULO 3

3 Desarrollo práctico

3.1 Mediciones realizadas en Brisa TV

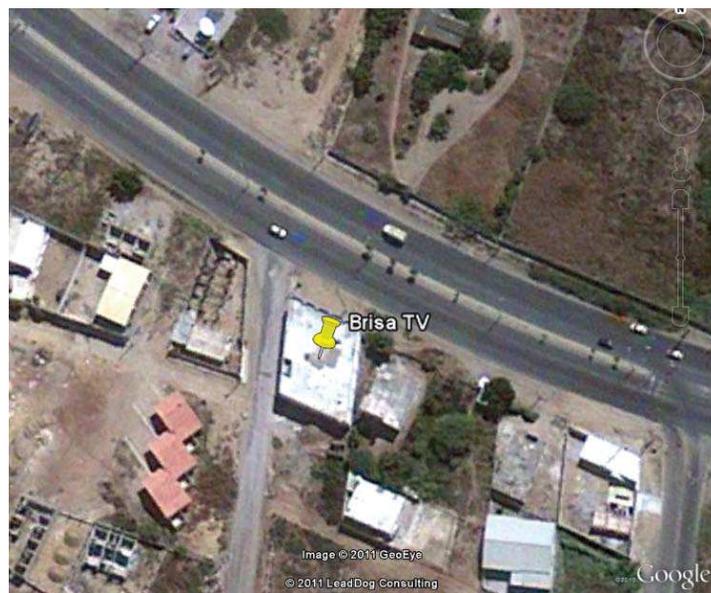
3.1.1 Situación Inicial

Es importante saber todas las características iniciales tanto del estudio de grabación como de la sala de edición para poder realizar recomendaciones en el diseño acústico de Brisa TV.

3.1.1.1 Ubicación actual

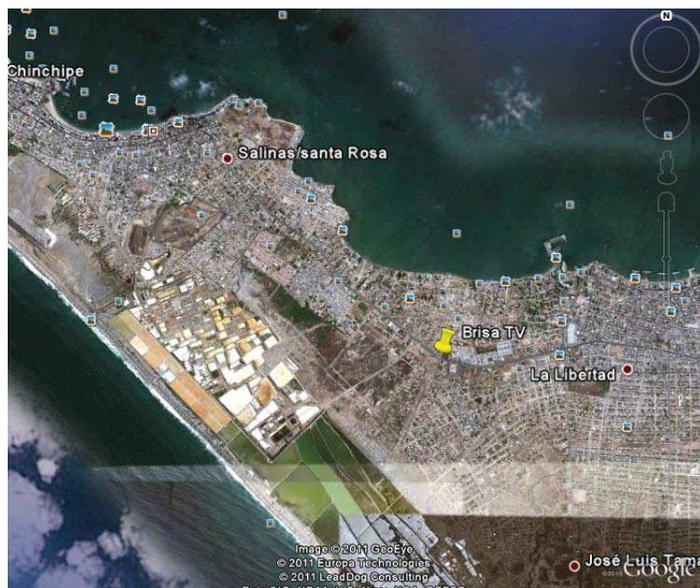
Brisa TV se encuentra ubicada en la ciudad de Salinas, Cantón Santa Helena. Vía Principal a Salinas Av. Carlos Espinoza Larrea (Diag. a Tv Cable) entrada a Muey.

Gráfico 3.1 Ubicación de Brisa TV.



Fuente: Google maps

Gráfico 3.2 Ubicación de Brisa TV.

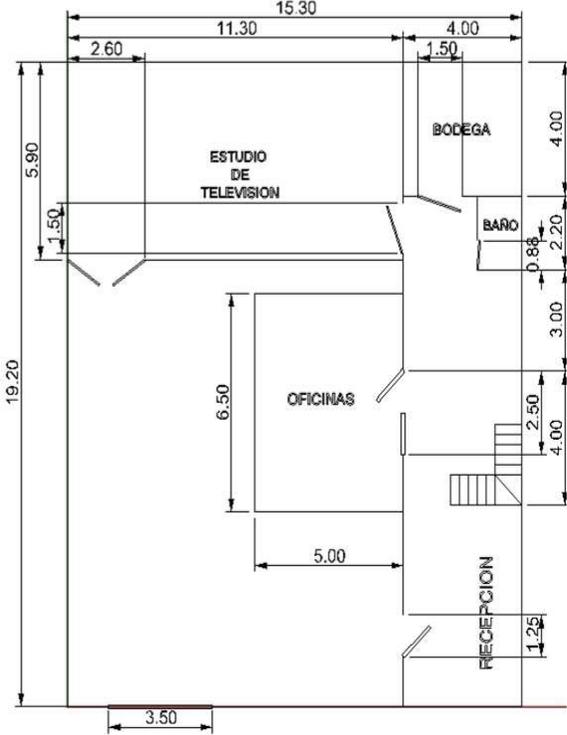


Fuente: Google maps

3.1.1.2 Datos técnicos

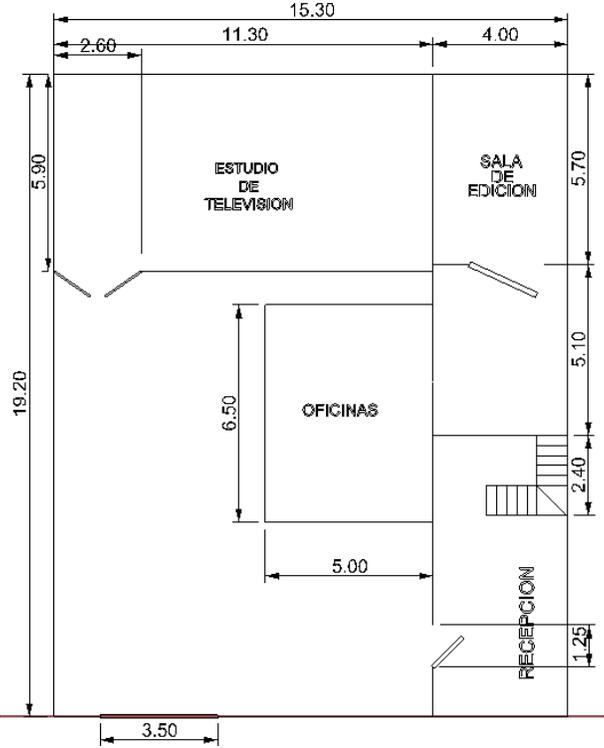
Dentro de las instalaciones de Brisa TV existen dos áreas principales, la primera es el estudio de televisión la segunda es la sala de edición. Su actividad principal es la producción audiovisual. El área total de las instalaciones de Brisa TV es de 293.76 m².

Gráfico 3.3 Primera Planta Brisa TV.



Fuente: Autor

Gráfico 3.4 Segunda planta Brisa TV.



Área estudio de televisión: 66.67m²

Volumen estudio de televisión: 466.69m³

Área sala de edición: 22.80m²

Volumen sala de edición: 102.6 m³

3.1.1.2.1 Estudio de televisión

El estudio de televisión de Brisa TV es bastante amplio, sus paredes son de bloque enlucido. No posee ventanales, únicamente una puerta metálica para acceso de panelera con conexión directa a la calle la cual no presta ninguna aislación ni diseño especial. Existe una puerta interna para conexión con la sala de edición y el pasillo de oficinas administrativas. Su cubierta simple es de galvalumen con cierta inclinación lo cual presenta un problema muy grande ya que permite el ingreso de ruido de tráfico externo elevando nuestro ruido de fondo. Existe una malla tipo Truss, para la iluminación, la cual esta elevada a una altura aproximada de 3 metros. Su piso es de cemento enlucido y pintado.

Gráfico 3.5 Croquis de estudio de televisión Brisa TV.

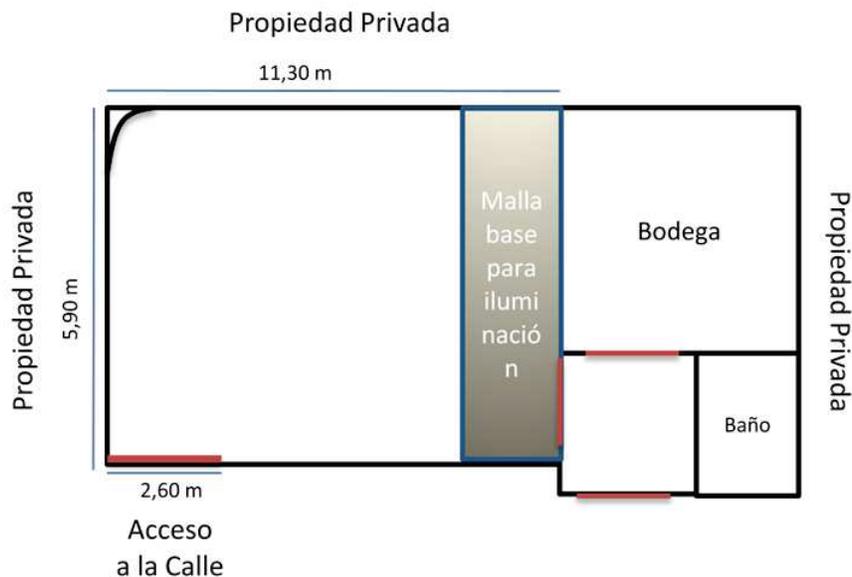


Gráfico 3.6 Fotografía de estudio de televisión Brisa TV.



Gráfico 3.7 Fotografía del Techo del estudio de
Televisión Brisa TV.



3.1.1.2.2 Sala de edición

La sala de Edición de Brisa TV es ideal ya que cuenta con espacio libre para circulación, dos estaciones de edición y una de mezcladora master. Sus paredes son de bloque enlucido y pintado. Su piso es de alfombra cubierto en

su totalidad. Su techo es de galvalumen cubierto con madera lacada. Tiene una sola puerta de ingreso de vidrio con marco de aluminio. Posee una única ventana sellada con acceso al estudio de grabación.

Gráfico 3.8 Croquis de la sala de edición Brisa TV.

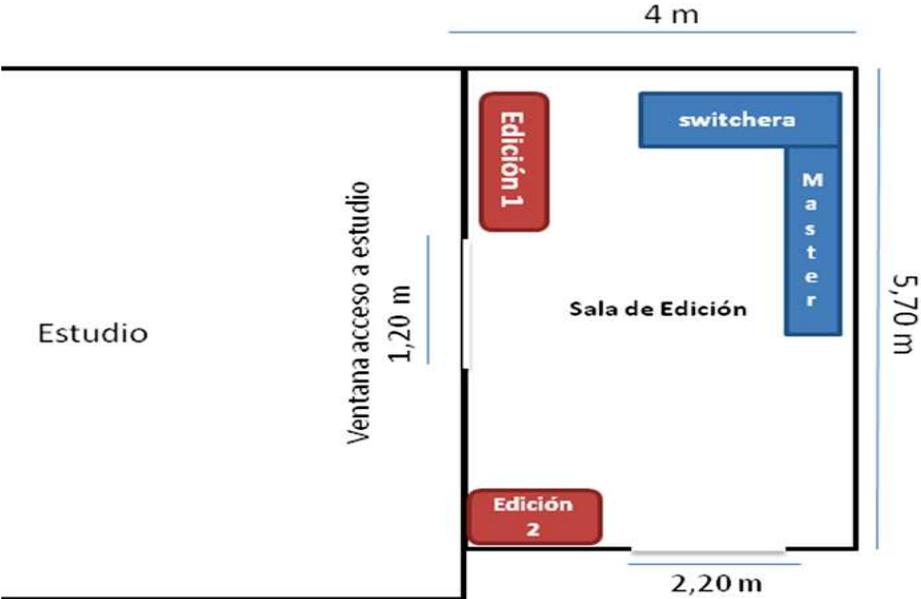


Gráfico 3.9 Fotografía actual Sala de edición Brisa TV.



Gráfico 3.10 Fotografía actual de equipos en sala de edición Brisa TV.



3.1.2 Condiciones de medición acústica de Brisa TV

Con el propósito de realizar el acondicionamiento acústico tanto de la sala de edición como del estudio de televisión de Brisa TV, se pudo realizar las mediciones necesarias con el fin de evaluar las condiciones iniciales de los recintos antes mencionados.

HORA INICIO MEDICIÓN	10:56 hrs.
FECHA MEDICIÓN	11 de Julio de 2011.
IDENTIFICACIÓN SISTEMA DE MEDICIÓN	MARCA: Sinus.
	MODELO: HARMONIE Quadro.
	Nº SERIE: 5160.
FILTRO DE PONDERACIÓN USADO	A.
RESPUESTA DEL INSTRUMENTO	Lenta.
CALIBRACIÓN EN TERRENO	■ ANTES DE MEDIR 1kHz, 94db.

3.1.3 Mediciones acústicas

Para el desarrollo de un reacondicionamiento acústico se realizaron mediciones con el fin de poder identificar los problemas específicos que tiene tanto la sala de edición como el estudio de Televisión. Para poder realizar las mediciones se utilizaron los siguientes equipos⁹:

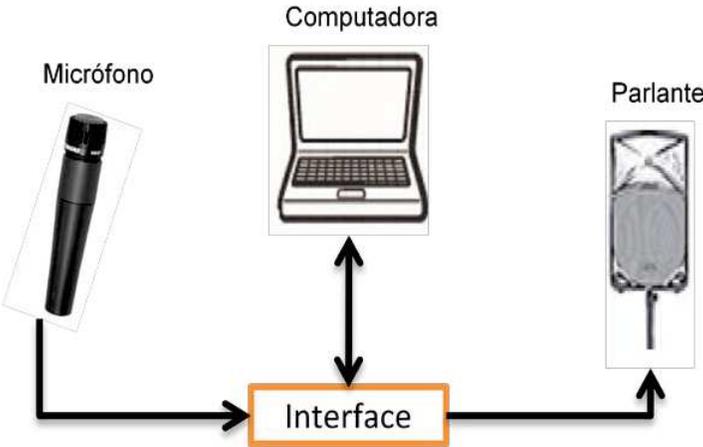
- Micrófono de medición: Sinus Harmonie Quadro.
- Interfaz de Audio: Sinus Harmonie Quadro.
- Computador Portatil: Hp pavilion.
- Parlante Amplificado: Tapco 315^a.

Para la elaboración del presente documento, se manifiestan como base teórica, varios apartados incluidos en la Norma ISO-3382 (1997) correspondiente a la medición de tiempos de reverberación RT. Los datos obtenidos en las mediciones acústicas, fueron registrados por un equipo de medición tipo 1 (mediciones precisas de campo), establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Para poder realizar la medición de la sala en una forma efectiva, se establecieron mediciones de aislamiento acústico basándonos en 3 datos importantes: ruido de fondo, tiempo de reverberación y modos normales de vibración. Los datos totales de la medición se los puede encontrar en el Capítulo 9 anexos.

La cadena electroacústica utilizada para la realización de las mediciones es la siguiente:

⁹ Las características de los equipos pueden verse en el capítulo de Anexos.

Gráfico 3.11 Cadena Electroacústica utilizada para las mediciones en Brisa TV.

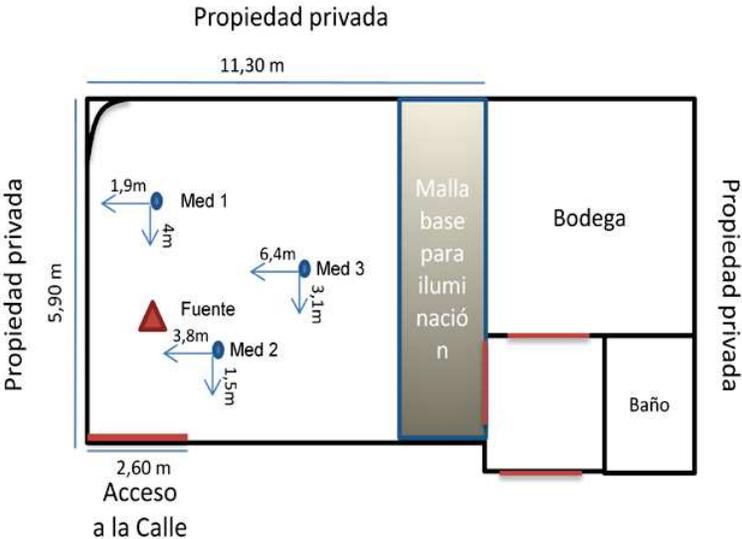


3.1.3.1 Estudio de televisión

3.1.3.1.1 Distribución de puntos de medición.

Las mediciones se hicieron siguiendo la normativa correspondiente es decir la ISO 3338 y la ISO 354. Para la evaluación de la sala se utilizaron tres puntos de medición. La distribución de los puntos de medición se muestra a continuación:

Gráfico 3.12 Plano superior de puntos de medición realizados en el estudio de televisión.



3.1.3.1.2 Tiempo de Reverberación

Como la absorción depende de la frecuencia, por ende, el T60 también es dependiente de la frecuencia, por lo tanto se obtuvo mediciones para cada banda de frecuencia desde los 50Hz hasta los 5000Hz en los tres puntos de medición. Para la obtención del Tiempo de Reverberación se utilizó el RT20 según como aconseja la norma ISO-3382 en la cual la interface HARMONIE se basa. Para poder obtener un valor de T60 utiliza una aproximación estadística la cual esta descrita en la ISO-3382 y se basan en curvas RT10, RT15, RT20 y RT30. La razón de la utilización de este método es debido al alto ruido de fondo que hoy en día existe y la dificultad de que exista un decaimiento real de 60dB. Esto no significa que se tenga que multiplicar el valor de RT20 x 3 para obtener el T60, eso sería incorrecto, el valor RT20 cuantifica el tiempo de reverberación o T60 en la sala debido a métodos estadísticos y de interpolación los cuales son realizados por el software de la interface HARMONIE la cual fue utilizada en las mediciones. Para la obtención del RT se tomó como referencia la curva T20, puesto que, es la curva que presenta menor desviación estandar respecto a las curvas de T10 y T30.

Tabla 3.1 Tabla de datos obtenida en la medición.

Freq.	PUNTO 1			PUNTO 2			PUNTO 3		
	RT15	RT20	RT30	RT15	RT20	RT30	RT15	RT20	RT30
50 Hz	2,01	1,69	1,82	2,03	1,6	1,62	1,42	1,49	***
63 Hz	1,64	1,45	1,5	1,24	1,41	1,4	1,46	1,43	1,38
80 Hz	1,28	1,22	1,21	6,87	2,38	1,64	0,91	1,17	1,57
100 Hz	1,17	0,93	0,86	0,85	0,96	0,94	1,37	1,12	1,04
125 Hz	0,41	0,54	0,85	0,56	0,87	0,88	1,09	0,94	0,86
160 Hz	0,64	0,79	0,92	1,56	1,31	1	0,98	0,89	0,8
200 Hz	0,55	0,7	0,71	0,58	0,61	0,76	1,07	0,93	0,91
250 Hz	1,01	0,87	0,82	1,21	1,07	0,95	0,95	0,89	0,83
315 Hz	0,83	0,87	0,84	1,01	0,93	0,91	0,94	0,94	0,89
400 Hz	0,9	0,93	0,91	0,85	0,85	0,81	0,73	0,8	0,8
500 Hz	0,68	0,78	0,81	0,72	0,74	0,77	0,79	0,74	0,75
630 Hz	0,68	0,81	0,75	0,82	0,81	0,82	0,65	0,8	0,91
800 Hz	0,66	0,66	0,76	1,13	1,04	0,92	1,03	0,99	0,94

1 kHz	0,78	0,79	0,8	0,92	0,85	0,78	0,77	0,82	0,87
1.25 kHz	0,67	0,67	0,72	0,88	0,79	0,78	0,75	0,75	0,79
1.6 kHz	0,75	0,74	0,74	0,72	0,71	0,77	0,76	0,8	0,84
2 kHz	0,59	0,67	0,74	0,77	0,78	0,77	0,77	0,8	0,81
2.5 kHz	0,65	0,68	0,73	0,78	0,71	0,74	0,75	0,81	0,85
3.15 kHz	0,58	0,58	0,66	0,69	0,71	0,74	0,72	0,76	0,81
4 kHz	0,56	0,61	0,63	0,67	0,67	0,7	0,7	0,69	0,76
5 kHz	0,54	0,59	0,61	0,62	0,62	0,69	0,65	0,65	0,78

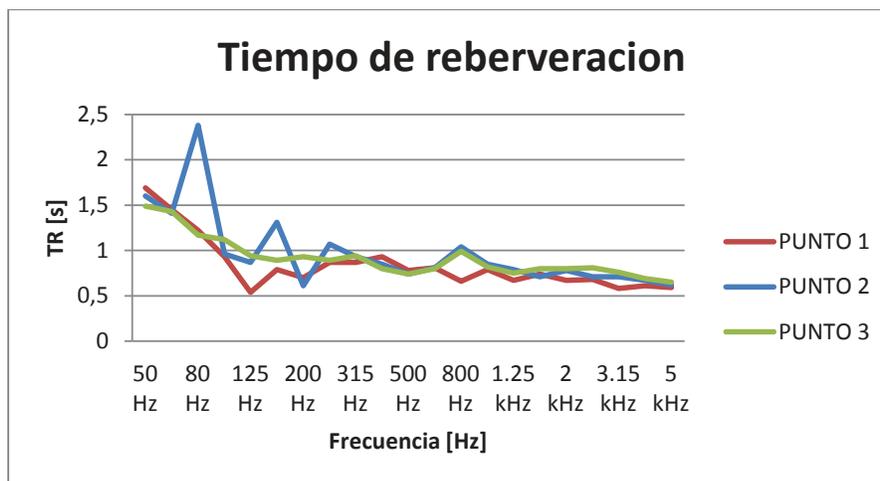
Tabla 3.2 Resultados del tiempo de reverberación en 1/3 de octava y en 1 octava.

1/3 Octava	
Frecuencia	TR (s)
50 Hz	1.20
63 Hz	1.02
80 Hz	0.73
100 Hz	0.73
125 Hz	0.64
160 Hz	0.91
200 Hz	0.73
250 Hz	0.63
315 Hz	0.65
400 Hz	0.65
500 Hz	0.56
630 Hz	0.56
800 Hz	0.51
1 kHz	0.53
1.25 kHz	0.42
1.6 kHz	0.46
2 kHz	0.46
2.5 kHz	0.51
3.15 kHz	0.46
4 kHz	0.46
5 kHz	0.45

1 Octava	
Frecuencia	TR (s)
63	0.87
125	0.76
250	0.67
500	0.59
1000	0.48
2000	0.47
4000	0.46

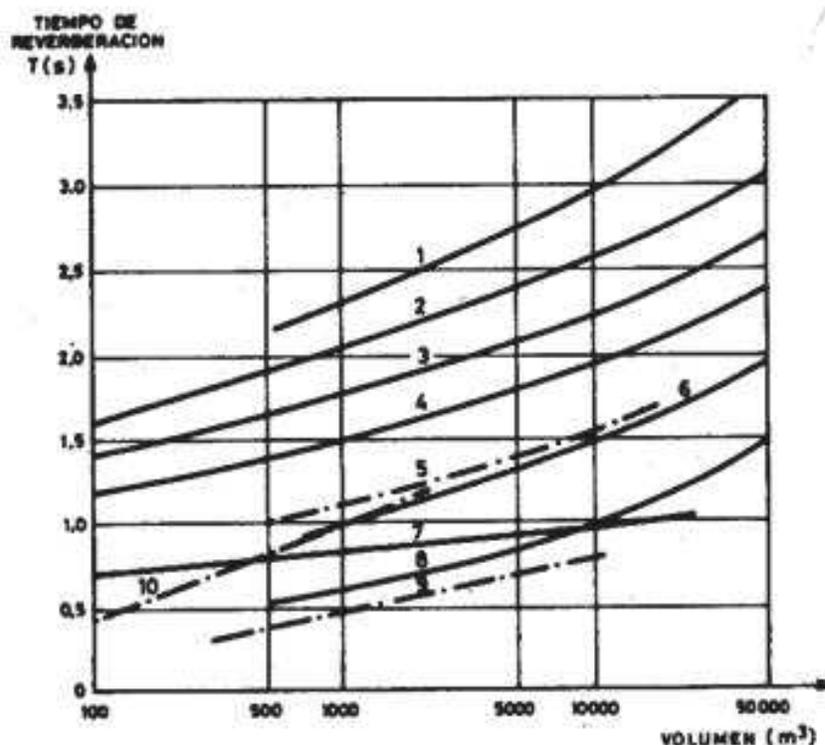
RT _{LOW}	0.71
RT _{MID}	0.54
RT _{HIG}	0.47

Gráfico 3.13 Tiempo de Reverberación obtenido en el estudio de televisión.



El gráfico anterior muestra el tiempo de reverberación actual que existe en el estudio de televisión medido en bandas de octava. El promedio es de 0,573seg. Lo cual esta dentro de lo normal para este tipo de sala ya que el tiempo de reverberación debe oscilar entre 0,4seg y 0,6seg. La inteligibilidad de la palabra es afectada debido a la presencia de bajas frecuencias razón por la cual se obtiene un valor de T_{60low} de 0,71seg. El cual esta fuera de los parámetros establecidos para este tipo de recinto. En frecuencias medias y frecuencias altas se estabiliza por lo que no muestra mayor complicación. A través de el análisis de modos normales se puede ver que existe una afectación en bajas frecuencias hasta los 200Hz. Dicho problema se reducirá con el uso de resonadores.

Gráfico 3.14 Se representa la variación del tiempo de reverberación con el volumen en recintos considerados con buena acústica, a frecuencias medias para: 1) música religiosa; 2) salas de conciertos para música orquestal; 3) salas de concierto para música ligera; 4) estudios de concierto; 5) salas de baile; 6) teatros de ópera; 7) auditorios para la palabra; 8) cines y salas de conferencias; 9) estudios de televisión; 10) estudios de radio. Plano superior de puntos de medición realizados en el estudio de televisión.



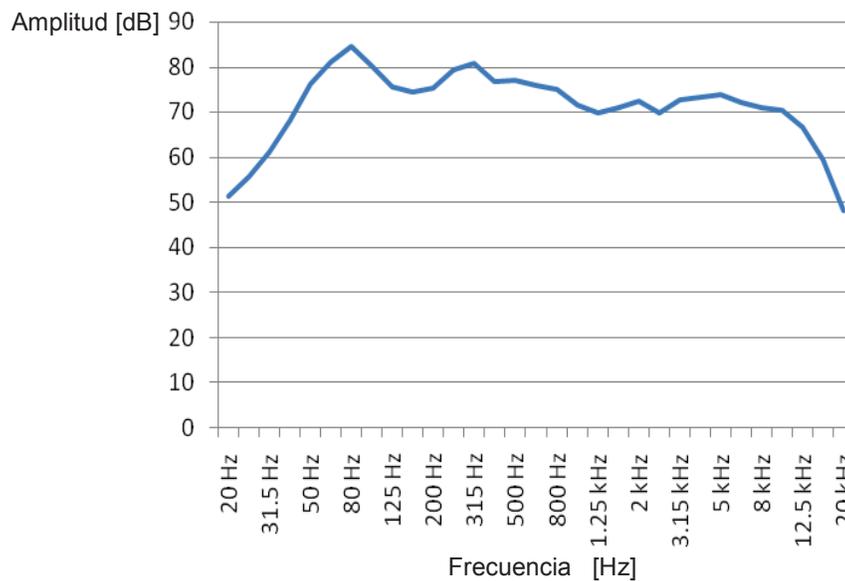
Fuente: <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/Acoustic.html>

3.1.3.1.3 Respuesta de frecuencia

Para poder obtener la respuesta de frecuencia del estudio de televisión utilizamos ruido rosa ya que este posee el mismo nivel de energía en todo el espectro de frecuencias lo cual permite obtener el resultado de cuanta coloración aporta la sala al sonido. El ruido rosa con un espectro completo de 20Hz a 20kHz. Es emitido por la fuente en este caso el parlante marca Tapco y

captado por el micrófono de medición y directo hacia el computador en donde el software detalla el nivel de presión sonora por banda de frecuencia. Lo ideal es tener una sala con respuesta plana, es decir un nivel nominal en todas las bandas de frecuencia. Después de extrapolar los datos, se obtuvo el siguiente resultado:

Gráfico 3.15 Respuesta de Frecuencia obtenida en el estudio de televisión.



La sala posee una coloración en bajas frecuencias entre los 50Hz y 90Hz con una frecuencia crítica de 75Hz generada notoriamente por un modo normal de vibración lo cual podría producir un problema en la inteligibilidad de la palabra. En los rangos de frecuencias bajas y medias bajas existen variaciones no muy pronunciadas lo cual se puede mejorar con el uso de difusores. En el rango de frecuencias altas existe una aparente linealidad lo cual no amerita ninguna modificación.

Según el gráfico obtenido se puede llegar a la conclusión de que existe una coloración en bajas frecuencias debido a existencia de modos normales en los 75Hz. Existe una aparente linealidad desde los 125Hz hasta los 10.000Hz en donde la respuesta en altas frecuencias empieza a decaer.

3.1.3.1.4 Modos normales de vibración

La forma más directa para obtener los MNV es a través de un RTA utilizando el criterio de Bonello el cual establece que la distribución modal debe seguir una curva monótona o creciente. Si es creciente puede el crecimiento ser lineal o exponencial. El análisis debe ser realizado por banda de octava o tercio de octava. Las irregularidades que aparecieron en la curva de respuesta de frecuencia cuando se midió utilizando una fuente dentro del recinto corresponden a resonancias propias de la sala es decir MNV.

Para poder obtener los modos normales nocivos para la sala se ha utilizado el Software Samurai en el cual se obtuvo las gráficas utilizando una fuente dentro de la sala con un barrido de frecuencias entre los 20Hz y 2kHz.

Gráfico 3.16 Modos normales de vibración obtenidos en el estudio de televisión.

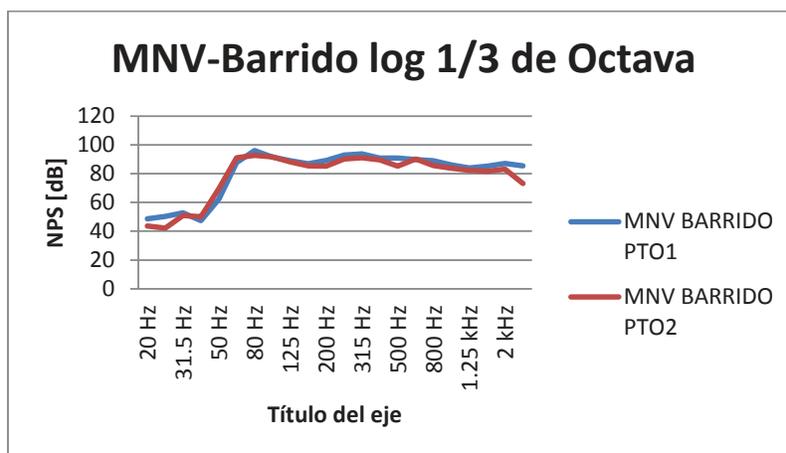
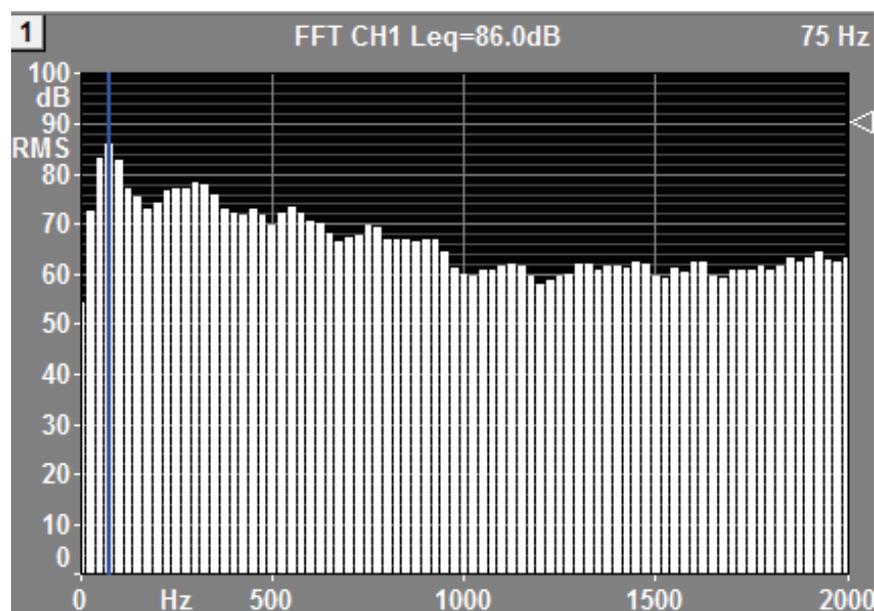


Gráfico 3.17 Fotografía del programa Samurai al momento de la medición en el estudio de televisión.



Según se puede observar en los gráficos anteriores, la existencia de un modo normal, que corresponde a la frecuencia de 75Hz, en donde sus armónicos van formando picos y valles en el espectro sonoro hasta aproximadamente los 1250Hz, para luego estabilizarse a lo largo de la respuesta de frecuencia de la sala.

Además, se puede evidenciar que entre puntos de medición, si bien el nivel sonoro es parejo, existen puntos, en donde se observan niveles diferentes en frecuencias específicas; esto se debe a la distribución modal dentro de la sala, que forman incrementos y disminuciones de presión sonora dependiendo de la posición del punto de medición, así por ejemplo en el punto uno es más evidente, el modo normal de 50Hz.

3.1.3.1.5 Ruido de fondo

El parámetro de ruido de fondo caracteriza de forma rápida los niveles de ruido existentes en la sala. Para poder establecerlo se midió en los tres puntos antes mencionados en los cuales no existió diferencia por lo cual se pudo obtener un Leq de 50.4dB. Para poder establecer un resultado de ruido de fondo en la sala se basó en el criterio de las Curvas NC que entrega valores recomendados

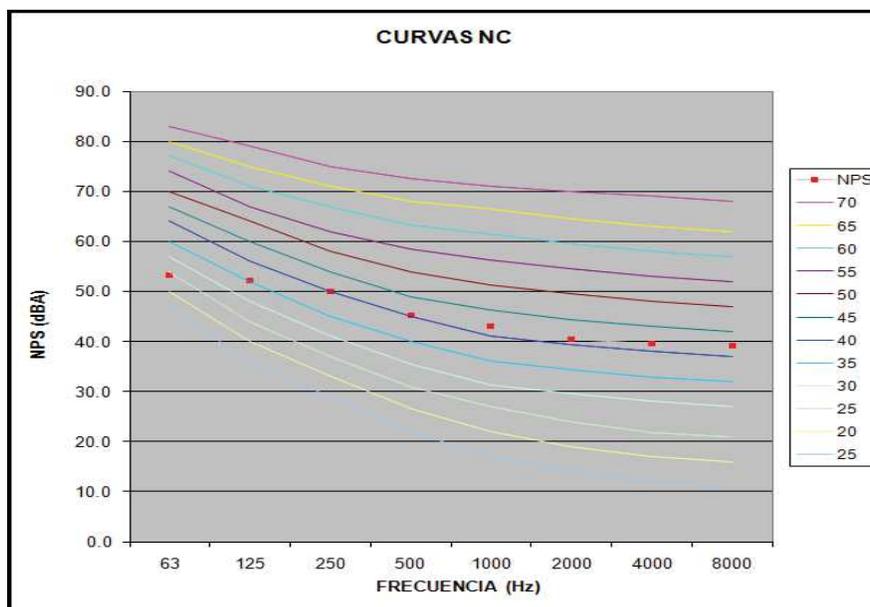
para el ruido interno por banda de octava que debe existir en un recinto determinado.

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 ya que el ruido de fondo actual corresponde a una curva NC-42. En la siguiente tabla se comparará el ruido de fondo actual con la curva NC-20.

Tabla 3.3 Modos normales de vibración obtenidos en el estudio de televisión.

FRECUENCIA (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
RUIDO FONDO	53,28	52,23	49,96	45,16	43,10	40,53	39,54	39,10
CURVA NC-20	50,0	40,0	33,0	26,5	22,0	19,0	17,0	16,0
ATENUACIÓN REQUERIDA	3,28	12,23	16,96	18,66	21,10	21,53	22,54	23,10

Gráfico 3.18 Comparación de las curvas NC Noise Criteria vs. las mediciones obtenidas en el estudio de televisión.



Los niveles de ruido de fondo son excesivamente altos, es por esta razón que se recomienda mejorar el aislamiento acústico, que permita disminuir el alto nivel de ruido de fondo existente, para de esta manera, conseguir elevados niveles de confort acústico, y que no vaya en desmedro de la calidad sonora.

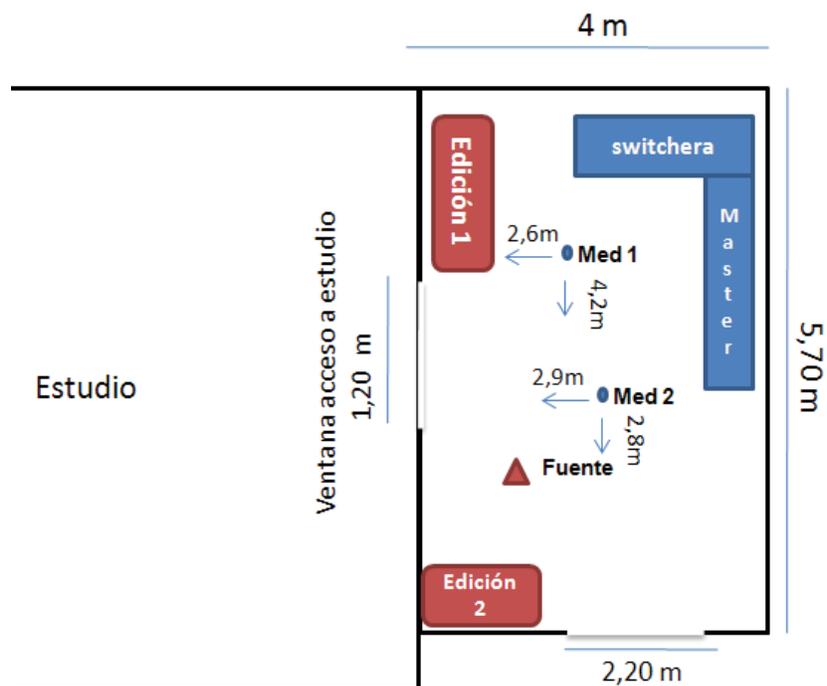
Es necesario realizar un análisis de las posibles falencias de aislamiento que posea el local, tal como por ejemplo, uniones mal selladas, sistemas constructivos deficientes; etc., y en base a aquello, generar los diseños acústicos más efectivos y que permitan obtener un nivel de ruido de fondo efectivo con la menor inversión posible ya que ese es un limitante que posee Brisa TV.

3.1.3.2 Sala de edición

3.1.3.2.1 Distribución de puntos de medición

Para caracterizar de forma efectiva la sala de edición, 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 en dos puntos. La distribución de los puntos de medición se muestra a continuación:

Gráfico 3.19 Vista Superior de la sala de edición.



3.1.3.2.2 Tiempo de reverberación

Siendo este el mismo caso del estudio de televisión, para la obtención del Tiempo de Reverberación se utilizó el RT20 según como aconseja la norma ISO-3382 en la cual la interface HARMONIE se basa. Tal como es el enunciado teórico del Tiempo de Reverberación. Para la obtención del RT se tomó como referencia la curva T20 (ISO-3382) la cual es equivalente al T60, puesto que, es la curva que presenta menor desviación estandar respecto a las curvas de T10 y T30.

Tabla 3.4 Tabla de datos obtenida en la medición.

Freq.	PUNTO 1			PUNTO 2		
	RT15 (s)	RT20 (s)	RT30 (s)	RT15 (s)	RT20 (s)	RT30 (s)
50 Hz	1,68	***	***	***	***	***
63 Hz	1,29	1,32	***	0,7	0,71	1,14
80 Hz	0,51	0,66	0,6	1,01	0,79	0,65
100 Hz	0,77	0,78	0,81	0,78	0,67	0,73
125 Hz	0,62	0,62	0,65	0,6	0,65	0,72
160 Hz	0,44	0,48	0,59	2,35	1,33	0,83
200 Hz	0,6	0,69	0,65	0,64	0,77	0,74
250 Hz	0,48	0,62	0,7	0,58	0,64	0,66
315 Hz	0,68	0,73	0,72	0,58	0,56	0,53
400 Hz	0,65	0,57	0,59	0,73	0,72	0,63
500 Hz	0,53	0,5	0,61	0,64	0,62	0,63
630 Hz	0,59	0,54	0,54	0,5	0,58	0,58
800 Hz	0,42	0,48	0,5	0,49	0,53	0,52
1 kHz	0,46	0,5	0,52	0,53	0,55	0,57
1.25 kHz	0,35	0,41	0,52	0,41	0,42	0,5
1.6 kHz	0,4	0,43	0,51	0,51	0,48	0,52
2 kHz	0,48	0,49	0,51	0,44	0,42	0,45
2.5 kHz	0,5	0,5	0,59	0,55	0,52	0,56
3.15 kHz	0,45	0,46	0,52	0,47	0,46	0,52
4 kHz	0,46	0,46	0,51	0,45	0,46	0,51
5 kHz	0,45	0,45	***	0,45	0,45	0,51

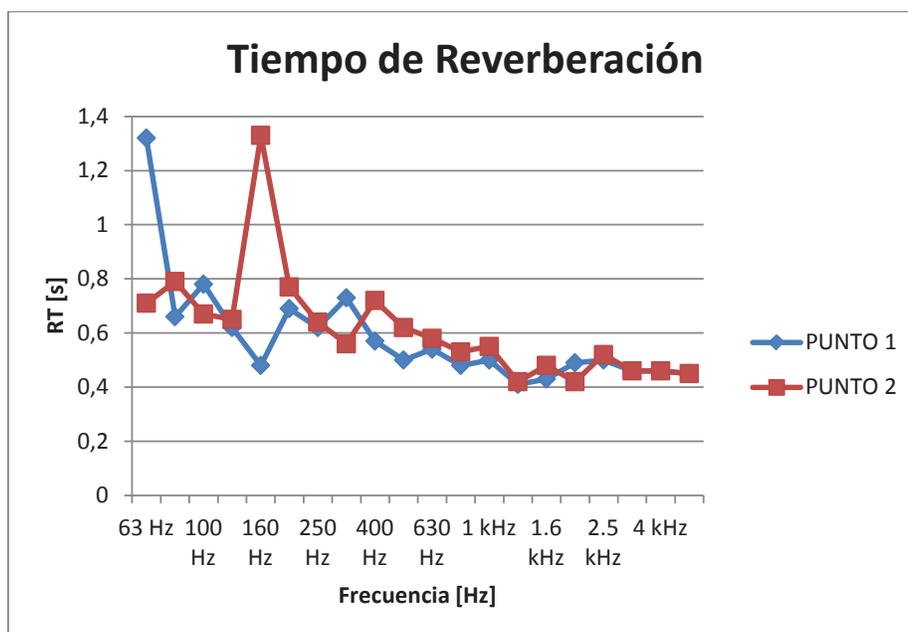
Tabla 3.5 Resultados del tiempo de reverberación en 1/3 de octava y en 1 octava.

1/3 Octava	
Frecuencia	TR (s)
63 Hz	1,02
80 Hz	0,73
100 Hz	0,73
125 Hz	0,64
160 Hz	0,91
200 Hz	0,73
250 Hz	0,63
315 Hz	0,65
400 Hz	0,65
500 Hz	0,56
630 Hz	0,56
800 Hz	0,51
1 kHz	0,53
1.25 kHz	0,42
1.6 kHz	0,46
2 kHz	0,46
2.5 kHz	0,51
3.15 kHz	0,46
4 kHz	0,46
5 kHz	0,45

1 Octava	
Frecuencia	TR (s)
63	0,87
125	0,76
250	0,67
500	0,59
1000	0,48
2000	0,47
4000	0,46

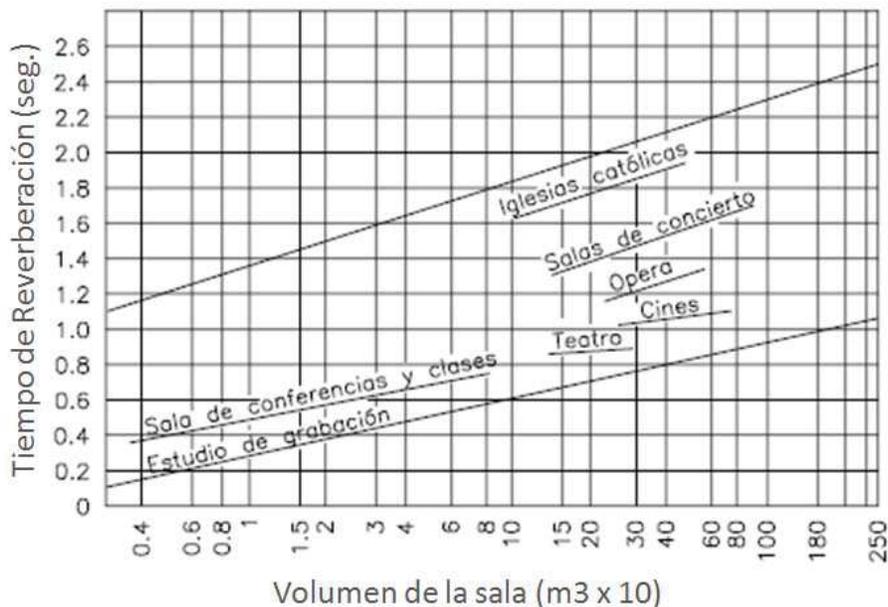
TLOW	0,71
TMID	0,54
THIG	0,47

Gráfico 3.20 Resultados del tiempo de reverberación de la sala de edición.



El gráfico anterior muestra el tiempo de reverberación actual que existe en la sala de edición medido en bandas de octava. El promedio es de 0,57 seg. Lo cual esta dentro de lo normal para este tipo de sala ya que el tiempo de Reverberación debe oscilar entre 0,3seg y 0,5seg. Se puede observar, que en la banda de 160Hz, la gráfica presenta una desviación que se encuentra por fuera de lo especificado por la norma; razón por la cual, se recomienda hacer una interpolación entre ambos datos obtenidos dentro una misma curva. El tiempo de reberveracion de las frecuencias medias y altas se encuentran dentro de lo permitido. Existe un aumento de 0,21seg debido a la posible precencia de modos normales.

Gráfico 2.21 En esta figura se representa la variación del tiempo de reverberación con el volumen en recintos considerados con buena acústica, nos hemos basado como si fuese un estudio de grabación.



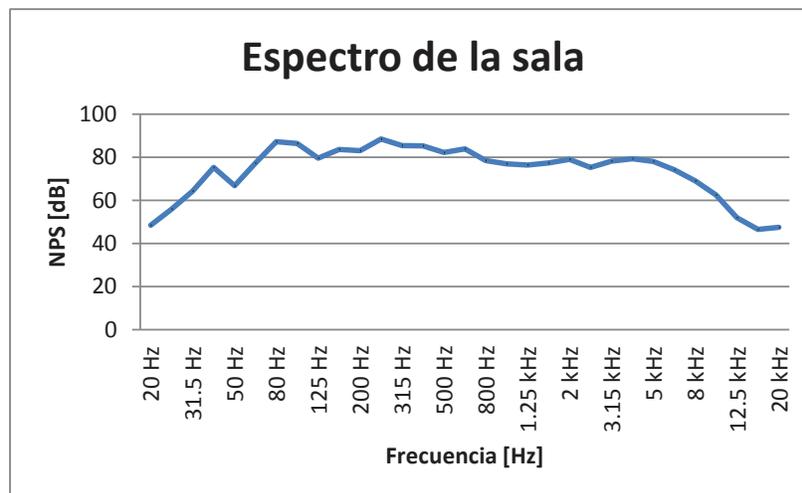
Fuente: http://inhife.hidalgo.gob.mx/descargables/centroi/normas/libro2/proys_arqs.pdf

3.1.3.2.3 Respuesta de frecuencia y modos normales de vibración

Para poder obtener la respuesta de frecuencia de la sala de edición se utilizó el mismo procedimiento realizado en el estudio de televisión por medio del ruido rosa con un espectro completo de 20Hz hasta 20kHz. Para la obtención de Modos normales generalmente se utiliza un barrido de frecuencia pero lamentablemente no hubo autorización por parte de Gerencia de Brisa TV puesto que al momento de realizar las mediciones se encontraban en un proceso de edición y se tenía un tiempo corto en el cual únicamente pudimos medir respuesta de frecuencia, no se avanzó a medir modos normales de vibración ya que para esto, se necesitaba tomar una muestra de barrido de frecuencias. Debido a que Brisa TV esta ubicado en la ciudad de Salinas, Sta. Elena, no hubo la posibilidad de regresar a medir debido a que se obtuvo la autorización un día de mediciones y debido al factor económico ya que

implicaba incurrir en gastos de transporte adicional y viáticos. Después de realizar las mediciones, se obtuvo el siguiente resultado:

Grafico 3.22 Resultados del tiempo de reverberación de la sala de edición.



Si bien la estabilización del espectro sonoro ocurre en una frecuencia menor, se puede observar la aparición de frecuencias de resonancia en, 75Hz, 105Hz y 250 Hz. lo cual podría producir un problema en la inteligibilidad de la palabra. En los rangos de frecuencias bajas y medias bajas existen variaciones no muy pronunciadas lo cual se puede mejorar con el uso de difusores. En el rango de frecuencias altas existe una aparente linealidad lo cual no amerita ninguna modificación.

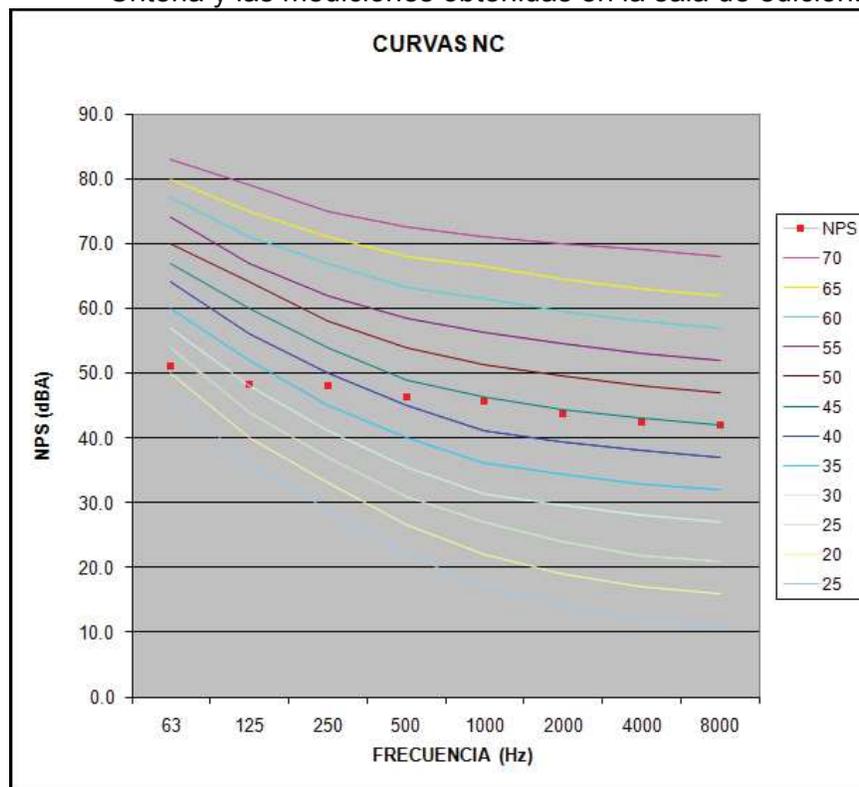
3.1.3.2.4 Ruido de fondo

El parámetro de ruido de fondo caracteriza de forma rápida los niveles de ruido existentes en la sala. Para poder establecerlo se midió en los dos puntos antes mencionados en los cuales se pudo obtener un Leq de 51.3dB. Para poder establecer un resultado de ruido de fondo en la sala nos basamos en el criterio

de las Curvas NC que entrega valores recomendados para el ruido interno por banda de octava que debe existir en un recinto determinado.

En el caso de sala de edición, el ruido de fondo debe estar comprendido en una curva NC de 40 a 45 lo que corresponde aproximadamente a un nivel equivalente sonoro de 45 a 55 dBA, por lo que la sala de edición si cumple con el ruido de fondo ya que son normales para este tipo de sala.

Gráfico 3.23 Cuadro comparativo entre las curvas NC Noise Criteria y las mediciones obtenidas en la sala de edición.



3.2 Conexiones eléctricas

Las conexiones generales partiendo desde la caja de distribución están realizadas en cable sólido #10. No hay puesta a tierra y esto acarrea un gran problema tanto en el audio como en el video ya que es una de las razones principales para que exista interferencia y loops de tierra. No existe una división entre conexiones de audio y de iluminación. Lo recomendable es separar las

fases y hacerlas dedicadas, es decir, una fase para conexiones de audio y video y otra fase para iluminación. Se comprobó que la existencia de 3 fases y neutro en el cajetín principal sin embargo solo dos fases están siendo utilizadas. La razón principal es debido a que las instalaciones originalmente fueron construidas como una casa para vivienda y adecuada para que funcione el canal de televisión razón por la cual no se maneja un criterio en las conexiones eléctricas.

3.3 Electroacústica

3.3.1 Situación actual

Para poder realizar un diseño electro acústico se basó en la cadena electroacústica tomando como punto de partida la captación inicial de sonido siguiendo el flujo normal de la señal. Es decir, captación, mezcla y procesamiento y reproducción.

3.3.1.1 Microfonía

En Brisa TV se utilizan algunos tipos de micrófonos. Para captación inalámbrica utilizan micrófonos ADMIX modelo AD-6020 y AD-6010, son micrófonos inalámbricos con sintonía VHF, es decir son de frecuencia fija. Utilizan micrófonos de mano tipo cardiode y solaperos de tipo omnidireccional. Para captación con micrófonos de cable utilizan micrófonos SHURE SM58 y PG58. Para ambientales o micrófonos tipo shotgun se utiliza en marca Behringer Modelo C2 son de tipo supercardioide de condensador.

El mayor problema es la utilización de micrófonos inalámbricos con frecuencia fija VHF ya que este tipo de transmisión da mucho ruido debido a interferencias entre frecuencias existentes y de los mismos micrófonos inalámbricos. Se recomienda la utilización de micrófonos con frecuencia variable tipo UHF para evitar problemas de radio frecuencias. De preferencia se recomienda la adquisición de micrófonos en marca Shure SLX o Sennheiser W100 G3.

Los micrófonos de cable Shure SM58 dan un buen resultado debido a sus buenas prestaciones y calidad sonora. Se recomienda la no utilización de la

serie PG debido a que tienen una menor sensibilidad y su respuesta de frecuencia es mucho menor a la serie SM.

Los micrófonos ambientales de condensador que usa Brisa TV tienen un buen resultado dentro del estudio ya que son dos micrófonos pareados con la posibilidad de atenuación en bajas frecuencias.

3.3.1.2 Consola de audio

Para el sistema electroacústico de Brisa TV en su etapa de mezcla de audio cuentan con una consola análoga marca Yamaha modelo MG32, lo ideal para este tipo de prestaciones sería la utilización de una consola de broadcasting lamentablemente por costos utilizan este tipo de sistema. La lista de conexiones se muestra a continuación:

Tabla 3.6 *Input list* existente en la consola de audio de Brisa TV

Canal	Señal de Entrada
1	Micrófono
2	Micrófono
3	Micrófono
4	Micrófono
5	Micrófono
6	Micrófono
7	Micrófono
8	Micrófono
9	Micrófono
10	Micrófono
11	Señal de microonda

12	Señal externa
13	Retorno señal de teléfono
14	Reproductor DVD 1
15	Reproductor DVD 1
16	Reproductor DVD 2
17	Reproductor DVD 2
18	Sony betacam SX L
19	Sony betacam SX R
20	Video Casete BVU 900 L
21	Video Casete BVU 900 R
22	Sony Betacam SP L
23	Sony Betacam SP R
24	Talk back
25 - 26	conexión a computador 1
27 - 28	conexión a computador 2
29 - 30	Compactera Denon 6000
31 - 32	Libre
Auxiliares	Señal de envío
Aux 1	Apuntador 1
Aux 2	Apuntador 2
Aux 3	Apuntador 3

Aux 4	Monitor de piso
Aux 5	Audio hacia consola de video
Aux 6	Conexión de envío de teléfono

Gráfico 3.24 Consola Yamaha MG32 utilizada en Brisa TV en la etapa de audio.

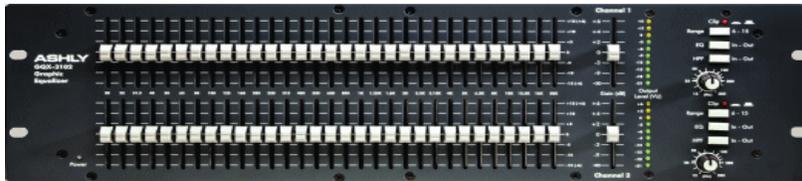


3.3.1.3 Etapa de ecualización

Brisa TV para la etapa de ecualización maneja dos ecualizadores marca ASHLY Modelo: GQX 3102. Son ecualizadores de 31 bandas tipo gráfico con muy buenas prestaciones y filtros de gran calidad. Poseen un filtro pasa banda para cortar frecuencias bajas. Opciones de bypass para obtener la señal pre y post ecualizador. El primer ecualizador esta utilizado en la señal de envío hacia el procesador digital de televisión ya para la transmisión en vivo en configuración estéreo. El segundo ecualizador es utilizado en monofónico, es decir cada canal independientemente, el canal No. 1 ecualiza los monitores de piso es decir la señal enviada hacia el estudio de televisión y el canal No. 2 ecualiza los monitores de la sala de edición o *control room*. Cabe recalcar que cada monitor debería tener su propio ecualizador ya que el propósito de un

ecualizador dentro de una sala es aplanar la respuesta de frecuencia y esta va a depender de la posición en donde se encuentre cada monitor.

Gráfico 3.25 Ecualizador Ashly GQX 3102



Fuente: www.ashlt.com/EQ

3.3.1.4 Etapa de compresión

El canal no cuenta con un rack de compresores entre los equipos inspeccionados. Cabe recalcar la importancia de este tipo de equipo de procesamiento dinámico de la señal especialmente en los micrófonos utilizados en el estudio de televisión con el fin de poder manejar un mejor desempeño de el rango dinámico así mismo poder utilizar puertas de ruido o noise gate para evitar la presencia de ruidos no deseados en grabaciones y programas en vivo. Se recomienda el uso de compresores en la marca Klark Teknik con su modelo Square One Dynamics para obtener una mejora en esta etapa electroacústica.

Gráfico 3.26 Compresor de 6 canales Klark Teknik modelo Square One Dynamics



Fuente: <http://www.ktsquareone.com/images/content/products/dynamics/squareone-dynamics-front.jpg>

3.3.1.5 Monitoreo de sala en el estudio de televisión

Para el monitoreo en Sala, Brisa TV cuenta con dos parlantes activos marca GRF PR 315. Son cajas activas plásticas de 350watts de potencia RMS. Su respuesta de frecuencia va desde los 48Hz hasta los 18Khz. Ambos parlantes están conectados en la misma mezcla. El uno esta ubicado sobre un trípode metálico en un extremo de la sala utilizado como ambiental. El otro parlante activo en movilizadado dependiendo el requerimiento en el Set de televisión.

Grafico 3.27 Parlante Activo de dos vías GRF PR-315



Fuente: http://www.grfaudio.com/Product_Show.asp?ID=17

3.3.1.6 Monitoreo en la sala de edición

En la sala de edición o *control room* se utiliza dos monitores de uso profesional con respuesta plana marca Roland modelo MA15D. Son parlantes amplificados de 30W. Su respuesta de frecuencia va desde los 70Hz hasta los 20khz. Es un parlante de dos vías un *tweeter* de 2" y un woofer de tipo bass reflex, Este sistema de monitoreo posee un canal propio de ecualización lo cual permite tener una buena referencia de el audio para enviarlo al amplificador de señal para televisión.

Gráfico 3.28 Monitores Roland MA 15D.



Fuente: <http://www.rolandus.com/products/productdetails.php?ProductId=746>

3.3.1.7 Conexión telefónica

Para poder tener una señal proveniente desde una llamada telefónica se necesita un adaptador de señal híbrido el cual puede recibir y transmitir audio normal y transformarla en señal telefónica. En Brisa TV se utiliza un adaptador telefónico marca ECLER Modelo ATA 1-1 el cual permite la conexión y la transformación de impedancia de una línea telefónica desde y hacia la consola. El flujo de señal de este equipo es el siguiente: la señal de audio del presentador se envía por medio del auxiliar No. 6 hacia el híbrido telefónico y al teléfono. El retorno de esta señal es recibida en el canal 13 de la consola de audio generalmente con un nivel de entrada de -10dB.

Gráfico 3.29 Híbrido telefónico ECLER ATA 1-1 utilizado en Brisa TV.



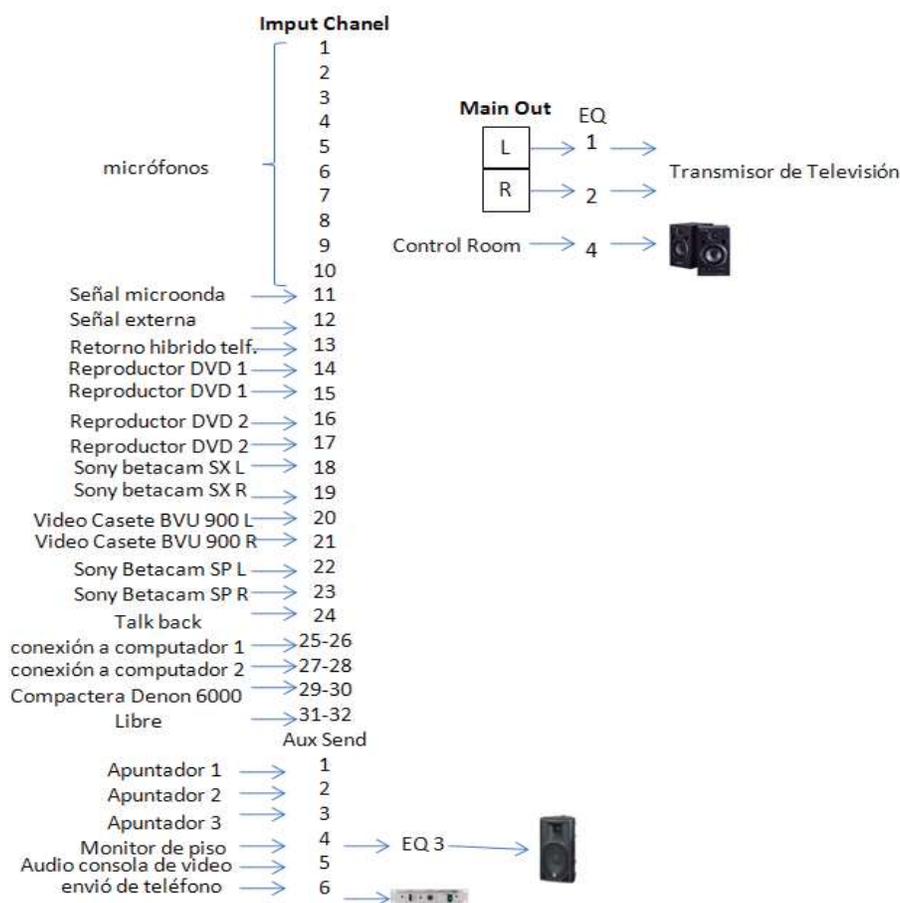
Fuente: <http://djmania.es/ecler-ata-1-1-distribuidor-t-p-4727.html>

3.3.1.8 Conexiones de audio

Haciendo una inspección en las conexiones de audio se utilizó un probador de cables y se comprobó que la mayoría de cables no estaban correctamente fabricados. No se utiliza cables balanceados. El estado de algunos cables es deficiente al igual que los conectores. No existe un uso adecuado de cableado ni de bodegaje del mismo. Se observó que las conexiones de audio pasan muy cerca de conexiones eléctricas, fuentes de poder y de iluminación. No existe el uso de cableado multipar. En la sala de edición se observó la existencia de una patchera AP Audio Master Patching System, el la cual se encuentran las conexiones externas tales como HDV recorders, cámaras, señales auxiliares.

3.3.1.9 Diagrama de conexiones electroacústicas actuales.

Gráfico 3.30 Conexiones electroacústicas actuales.



Capítulo 4

4 Análisis de resultados y planteamiento de soluciones

Los niveles de ruido de fondo en el estudio de grabación son excesivamente altos, es por esta razón que se recomienda mejorar el aislamiento acústico, que permita disminuir el alto nivel de ruido de fondo existente, para de esta manera, conseguir elevados niveles de confort acústico, y que no vaya en desmedro de la calidad sonora. Es necesario realizar un diseño de las posibles falencias de aislamiento que posea el local, tal como por ejemplo, uniones mal selladas entre techo y paredes y sistemas constructivos deficientes en puertas, y en base a aquello, generar los diseños acústicos más efectivos y que permitan obtener un nivel de ruido de fondo efectivo.

El tiempo de reverberación obtenido está de acuerdo a lo esperado para este tipo de recinto, sin embargo, en el estudio de televisión, se podría lograr un tiempo menor, aunque por el volumen que es más representativo que el cuarto de edición, estaría dentro de los parámetros recomendados.

En el estudio de televisión, se evidencia muy claramente que el MNV producido en 75Hz, es el que aporta la mayor cantidad de energía sonora en el recinto. Así mismo, existen otros modos normales que colorean la respuesta de la sala, pero en menor medida.

El tratamiento acústico a los problemas evidenciados, se logrará diseñando dispositivos específicos para cada uno de los recintos analizados. En el caso específico de los MNV, se recomienda implementar absorbentes acústicos selectivos (resonadores) en las frecuencias problemáticas, y adicionar material fonoabsorbente de manera que el RT, pueda centrarse en valores óptimos.

4.1 Estudio de televisión

4.1.1 Piso

Al momento de grabar tanto en programación en vivo como en grabación preproducción es muy importante tener un buen resultado sonoro sin ruidos de

impacto ni vibraciones los cuales son transmitidos por pasos, caídas de objeto, vibraciones por tráfico terrestre y aéreo. Las ondas de impacto pueden propagarse a grandes distancias debido a los altos valores de densidad y a la velocidad del sonido en materiales sólidos. Razón por la cual es muy importante tener un aislamiento acústico para ruidos de impacto y vibraciones. La losa existente en Brisa TV no ofrece un alto valor de aislamiento acústico. El espesor de la losa no está determinada ya que no cuentan con ningún documento constructivo de ingeniería civil. Como medidas correctoras para mejorar el nivel de ruido de impacto puedo citar dos métodos.

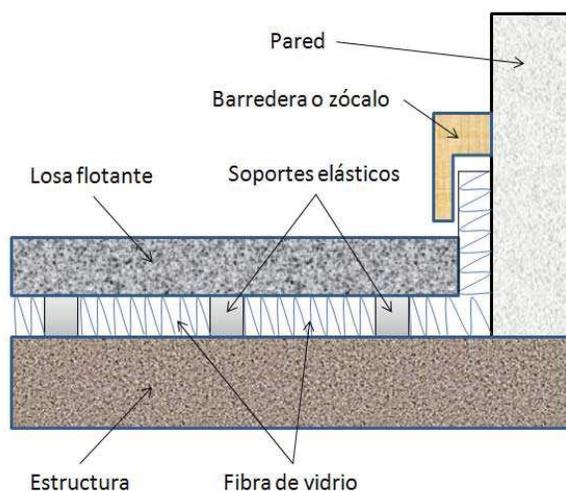
El primer método consiste en reducir la cantidad de energía suministrada al suelo. Para esto, es suficiente con situar sobre la cara superior del suelo un material elástico. La presencia de esta capa produce una reducción en el ruido de impacto. Los materiales comúnmente usados son caucho sintético sobre espuma, moqueta, revestimiento plástico sobre plástico extendido, alfombra, etc. Sin embargo, en el estudio de televisión es imposible la utilización de este método debido al alto tráfico en especial de trípodes de cámaras, implementación de grúas y escenografías por lo cual no es aplicable razón por la cual se debe utilizar otro método con mejores resultados.

El segundo método es el de la losa flotante, que consiste en provocar una discontinuidad perpendicular a la dirección de recorrido de las ondas mediante la interposición de un material elástico. Con este método, se mejora notablemente el ruido de impacto. Frecuentemente en este método, el material que forma la losa rígida flotante, se coloca sobre una superficie elástica la misma que está ubicada sobre la losa sólida original. La flotabilidad de la losa puede conseguirse de dos formas:

- Por interposición de una lamina homogénea elástica debajo de la losa flotante.
- Por colocación de elementos elásticos individuales repartidos regularmente por toda el área entre la losa flotante y la estructura.

Debido al alto costo que representaría la colocación de una lamina elástica homogénea y por el mayor grado de aislamiento se va a utilizar la opción de elementos elásticos entre la losa y la estructura. Se debe rellenar los espacios vacíos que haya entre los soportes con material poroso que posea cierta resistencia al paso de flujo de aire como la fibra de vidrio o lana mineral. Se recomienda poner soportes de caucho de alta densidad de 25mm de alto con $7,0 \text{ Kg/cm}^2$ de resistencia, la utilización de lana mineral de 25mm con una resistencia de 300 a 500 Kg/m^2 ¹⁰. La separación entre soporte y soporte se recomienda que no supere los 15 cm, en los dos ejes. La loseta de hormigón se recomienda un espesor de 15cm. Por estética se recomienda la instalación de un acabado de piso sin embargo por razones de croma y efectos visuales se recomienda mantener el terminado actual, enlucido con pintura blanca o verde para realización de cromas.

Gráfico 4.1 Esquema de losa flotante.



En el método de losa flotante se recomienda tener cuidado con los siguientes puntos:

1. El suelo de soporte estructural no debe presentar asperezas que puedan deteriorar el material resiliente.

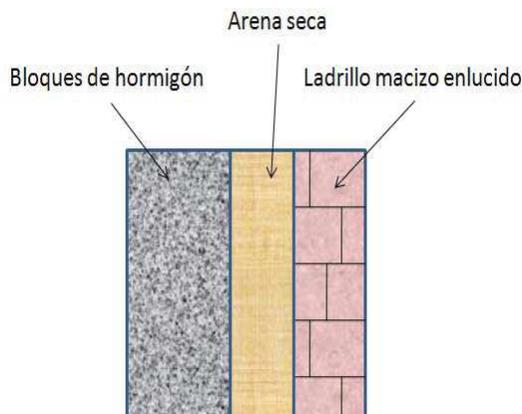
¹⁰ Diseño basado en: ABC de la Acústica Arquitectónica, Higini Arau.

2. Es conveniente que no hayan canalizaciones que puedan establecer un puente acústico de este con la losa flotante. En caso de ser necesario el paso de alguna canaleta se recomienda forrarlo con un material flexible.
3. Es importante evitar que el mortero fresco al momento que se construye la losa flotante, no penetre en el material resiliente, por lo tanto se debe colocar una barrera plástica que soporte la presión de la circulación al momento de poner el mortero.
4. El material resiliente debe sobresalir por los bordes de la losa flotante de modo que este no tope con ninguna pared ni tenga contacto alguno con la estructura.
5. Si se requiere aumentar el amortiguamiento de la losa de hormigón, se puede mezclar la composición de hormigón con alguna resina sintética o materiales similares.

4.1.2 Paredes

Por razones de costo es complicada la fabricación de una nueva partición o pared, razón por la cual se plantea la reutilización de los muros actuales y la construcción de una segunda partición con una cámara interna formando un sistema de partición doble con cámara rellena. El muro actual está fabricado con bloque de hormigón de 15cm. enlucidos y pintado, y puesto que se ha sugerido la fabricación de una partición doble, se recomienda la adición de una segunda pared de ladrillo macizo con una cámara interna rellena de arena. La razón principal de agregar una cámara rellena entre ambas paredes es para poder aumentar el STC con el objetivo de poder reducir la transmisión sonora indeseada generada mayormente en bajas frecuencias por ruido de tráfico de rodadura y aéreo. Por razones constructivas las modificaciones se las recomienda hacer en las caras interiores de las paredes puesto que en el todas sus caras, estas colindan con construcciones ya echas como muros o paredes contiguas con oficinas o sala de edición.

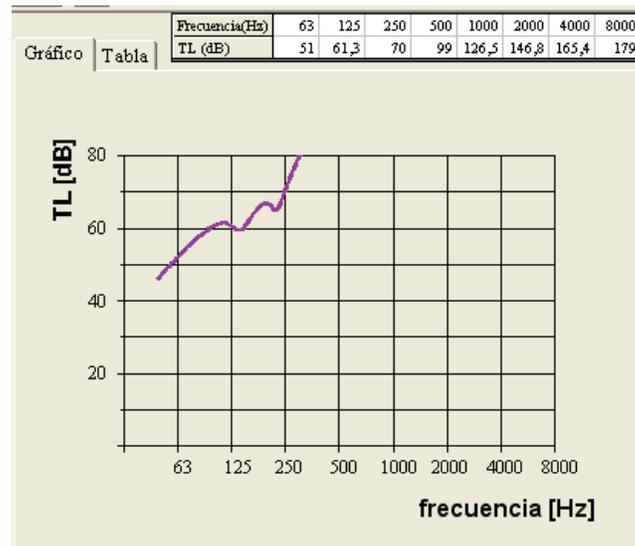
Gráfico 4.2 Aislamiento mejorado con pared agregada.



La superficie de ladrillo debe estar enlucida y pintada en blanco color básico para lograr buena difusión de iluminación y posible utilización de cromas. Cualquier juntura o grieta debe estar completamente sellada con macilla o espuma de poliuretano expandible, la unión entre techos y paredes se debe completar con ladrillo y se debe procurar sellar las juntas con espuma expandible. La atenuación que se presenta en esta partición es obtenida a través de un programa de simulación de particiones llamado Petras v1.0 con la utilización únicamente de las dos paredes sin cámara de relleno es un STC de 56¹¹. Si se agrega una cámara de 5cm rellena con arena seca se obtendrá un aumento de 6dB por lo que se tendría un STC total de 62dB. Cabe recalcar que en la simulación se está utilizando conexiones entre paredes puesto que por razones constructivas es recomendable tener puntos de anclaje entre las dos paredes ya que por el peso existiría la posibilidad de que la pared recién construida de ladrillo ceda. Sin embargo lo ideal es evitar cualquier tipo de conexión estructural entre ambas paredes, es decir que sean completamente independientes. En el caso de poderla hacer, nuestro STC aumentaría a un STC de 84dB.

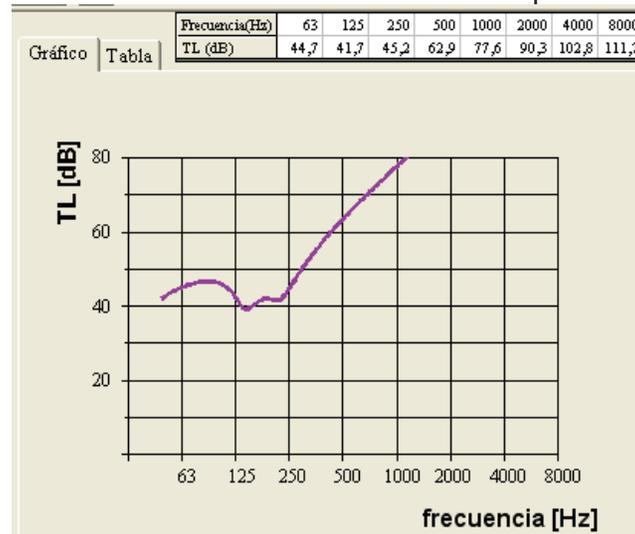
¹¹ Simulación de Paredes dobles con cámara de relleno Utilizando el Software Insul V6.4. Parámetros para diseño tomado de Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos, Carrión, Antonio

Gráfico 4.3 Pérdida por transmisión de una partición doble con cámara rellena de arena seca sin conexiones estructurales entre paredes.



Fuente: Petras. Software de simulación de particiones.

Gráfico 4.4 Pérdida de transmisión de una partición doble con cámara rellena con conexiones estructurales entre paredes.



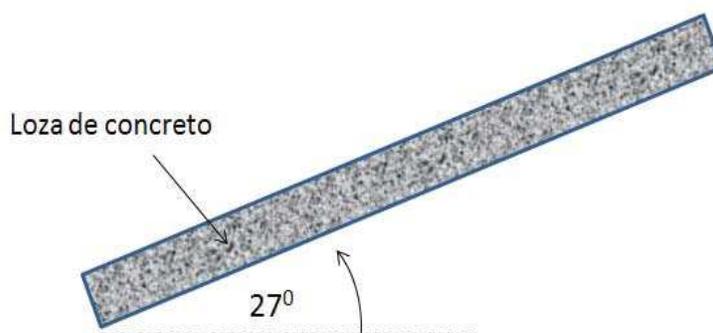
Fuente: Petras. Software de simulación de particiones.

4.1.3 Techo y cubierta

El techo esta construido en base a una estructura metálica y galvalumen, el mayor problema de este tipo de configuración es el alto nivel de transmisión sonora. Como punto a favor se tiene la inclinación del techo lo cual permite romper el paralelismo entre piso y techo. Sin embargo se propone dos formas de aislamiento que permitiría solucionar este problema crítico.

1. **Primera solución.-** Tener una loza de concreto de entre 10 a 15cm aislaría de una forma muy aceptable ya que se obtendría un STC de 49 lo cual contrasta con la aislación actual que presenta el galvalumen el cual es de STC 35¹². Sin embargo por el alto costo que esto representaría debido a que se tendría que proceder a derrocar la estructura que se encuentra actualmente instalada y a más de eso, se tendría que para la producción del canal, razón por la cual ofrecemos una segunda solución.

Gráfico 4.5 Diseño de aislación acústica para techo.

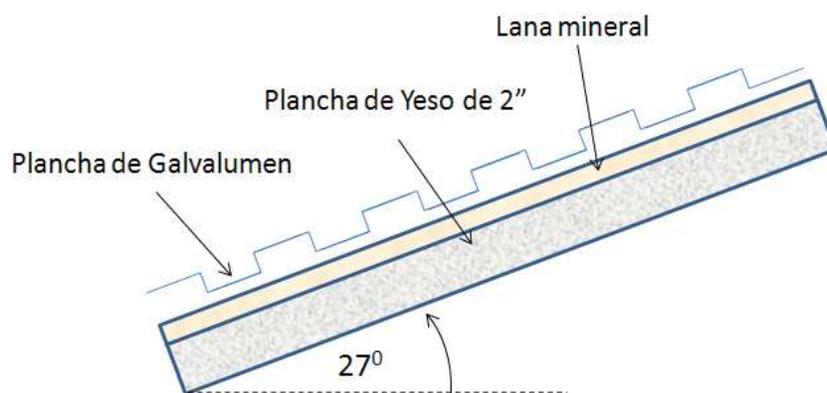


2. **Segunda solución.-** Esta es la solución mas viable puesto que se va a reutilizar la estructura actual. Se plantea la utilización de planchas de yeso y lana de vidrio en la siguiente disposición. Se colocaría las planchas de yeso en la cara interior del techo de galvalumen dejando

¹² Valor tomado de la base de datos de materiales y particiones **KNUDSEN, Vern**, Acoustical Designing in Architecture. Acoustical Society of America.

una cámara de 5 cm la cual va a ser rellena con lana de vidrio. Es sumamente importante la aplicación de este tipo de montaje puesto que con esto se evita problemas de ruido externo la cual afecta especialmente en bajas frecuencias y en ruidos de impacto como lluvia o granizo a más de bajar el nivel de ruido de fondo existente en la sala. Se debe hacer el montaje en todo el techo, de la misma forma sellar muy bien las juntas y grietas con el objetivo de que no exista fugas acústicas.

Gráfico 4.6 Diseño de aislación acústica para techo, configuración tipo sandwich.



Para la cubierta se va a aprovechar las parrillas de iluminación instaladas para la colocación de resonadores los cuales van a ser fabricados en madera flexible de excelente calidad. Para mejorar la respuesta de frecuencia de la sala y solucionar el problema de modos normales de vibración se va a utilizar resonadores de Helmholtz. Las frecuencias en las que van a estar dedicados los resonadores van a ser 75Hz la cual es una frecuencia crítica y en 125Hz. Estas frecuencias fueron obtenidas después de haber realizado las mediciones en la sala. La colocación de los resonadores se debe realizar en los lugares más idóneos con el objetivo que no obstruya la colocación de iluminarias en la parrilla. La colocación se la debe realizar con alambre galvanizado y pernos de sujeción.

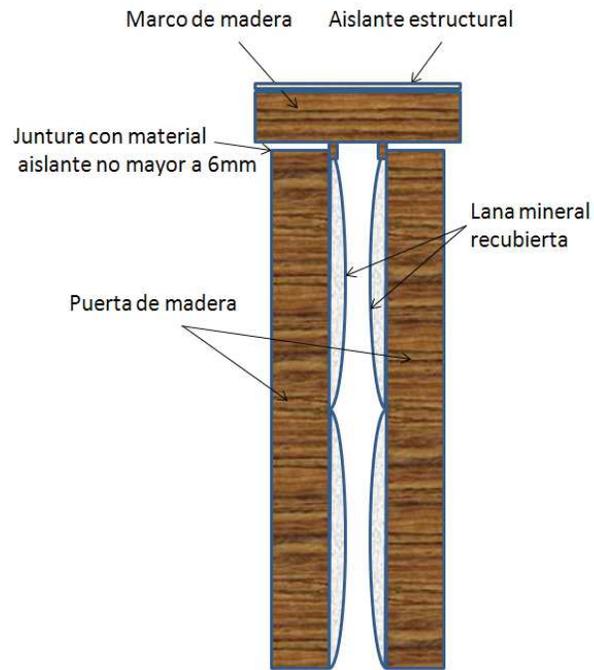
4.1.4 Puertas

Dentro del estudio de televisión, únicamente se cuenta con dos puertas de acceso, una grande la cual tiene acceso hacia el exterior del estudio otra puerta de comunicación con las oficinas y la sala de edición. El aislamiento que aporta una puerta no depende únicamente del diseño de la puerta sino también del montaje que esta tenga, es decir el aislamiento de las juntas y del marco de la puerta con la estructura del recinto.

Como regla general, el marco de la puerta debe ajustarse a la pared de tal forma que no existan grietas o cavidades huecas que sirvan como vías de escape. Así mismo, la junta entre el marco y la puerta debe evitar al máximo grietas o cavidades. En ambos casos, se debe considerar además, el desacoplamiento elástico de la estructura principal, mediante juntas de caucho, o algún símil.

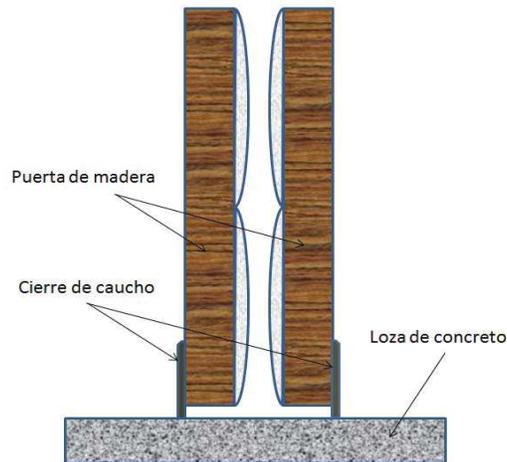
Para la puerta de comunicación entre el estudio y las oficinas, se recomienda aprovecha el pasillo de comunicación existente para la construcción de una puerta doble con las siguientes características: dos puertas de madera maciza con una cámara intermedia de aire de 10cm. Las caras interiores de las puertas deben estar cubiertas con material absorbente como lana mineral forrada con tela de alta densidad. El marco de las puertas debe ser sellado y aisladas para evitar transmisión estructural mediante el uso de neopreno o caucho. Cualquier grieta debe ser sellada con espuma de poliuretano expandible. Las holguras superiores e inferiores deben tener un máximo de 6mm y las laterales un máximo de 3mm. Se debe sellar las juntas con caucho o neopreno (cemento de contacto comprimido). Para asegurarse que las juntas están bien selladas se puede probar utilizando una tarjeta plástica y pasarla a través de la junta, si el esfuerzo para pasar la tarjeta es grande, entonces las juntas están bien selladas.

Grafico 4.7 Diseño de aislación acústica para puertas, configuración puerta doble con cámara de aire y material absorbente.



Es muy importante tener un cierre inferior para aportar aislamiento especialmente en bajas frecuencias, aunque esto depende del tipo de cierre ya que hay automáticos y de material aislante como caucho o sello magnético, por razones de seguridad, debido al alto flujo de personas desde y hacia el estudio se ha escogido el cierre de tipo caucho el cual va colocado sobre la puerta y su otro extremo en contacto directo con el piso.

Gráfico 4.8 Diseño de aislación acústica para puertas. Cierre de caucho para juntas inferiores de puertas.

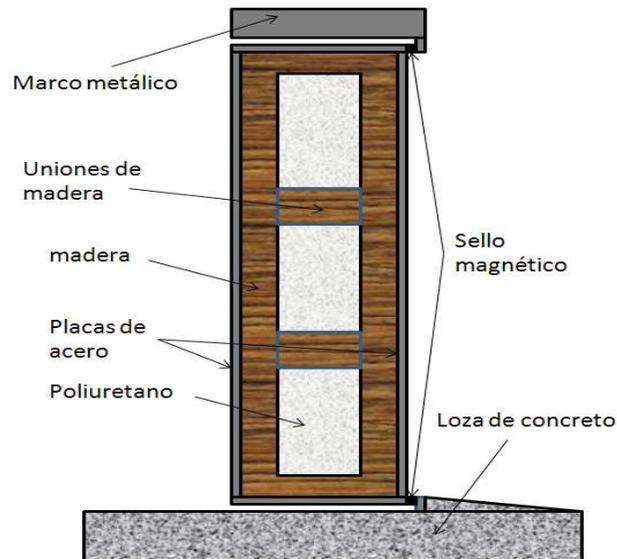


Con la solución expuesta anteriormente se plantea tener un STC aproximado de STC 45¹³, sin embargo este puede reducir drásticamente si no se toma en cuenta el correcto cierre de juntas, del marco de la puerta, cierres inferiores y holguras entre las puertas y el marco.

Para la puerta que conecta con el exterior actualmente es una estructura metálica de tol sin juntas y con holguras demasiado grandes. Debido a que tiene un gran tamaño y la dificultad de construir en la parte exterior se recomienda la utilización de una puerta simple, esta debe ser construida con madera y relleno de poliuretano rígido con una cubierta de acero. Este tipo de construcción proporciona un STC de 26, el marco debe ser metálico con la suficiente fortaleza para aguantar el peso de la puerta, se debe poner máximo cuidado en sellar cualquier grieta existente entre la estructura y el marco. Se recomienda la aplicación de un material elástico como neopreno o caucho para evitar transmisión a través de la estructura y la puerta. Para asegurar el mayor aislamiento se deberá colocar juntas magnéticas como las usadas en refrigeradores con lo cual se podrá subir la aislación en 7 puntos.

¹³ Valores tomados de aislamiento acústico de Puertas IES 500.

Gráfico 4.9 Diseño de aislación acústica para puertas.
Puerta de madera con cámara rellena y recubierta de placas de acero, cierres magnéticos y marco suspendido.



4.1.5 Ventanas

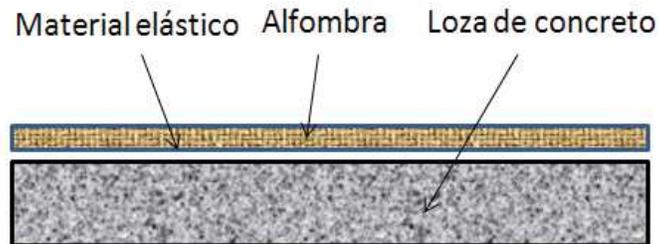
En el estudio de Televisión no existen ventanas por lo que no es necesario presentar ninguna solución. La única unión entre salas a través de una ventana es a través de ventana de comunicación visual entre el estudio de televisión y la sala de edición. La cual la estudiará más adelante.

4.2 Sala de Edición

4.2.1 Piso

El piso instalado en la sala de edición es una losa de concreto de 20cm sobre la cual se encuentra un *padding* de neopreno sobre la cual está instalada una alfombra. La cobertura de la alfombra es total sobre toda el área de la sala de edición. Esto permite tener un buen aislamiento especialmente en ruidos de impacto a más de que ayuda como absorbente.

Gráfico 4.10 Diseño de aislación acústica para pisos.
Montaje de alfombra sobre material elástico.



4.2.2 Paredes

Las paredes existentes actualmente están echas de bloque, la forma mas óptima de mejorar el aislamiento acústico es añadiendo materiales de tipo sanduche con el objetivo de elevar los valores de absorción. Sobre los bloques de la pared se dejará una cámara de 7cm rellena con lana mineral. Sobre esta se colocará una placa de gypsum de 2", con este montaje se obtendrá un STC de 41¹⁴. Se debe tener cuidado con el acoplamiento estructural, evitar grietas y sellas bien las juntas entre el techo y las paredes para poder lograr la mayor absorción posible.

¹⁴ Valor entregado para la partición tomado del libro **KNUDSEN, Vern**, Acoustical Designing in Architecture. Acoustical Society of America

Gráfico 4.11 Configuración tipo sandwich con lana mineral y Gypsum.

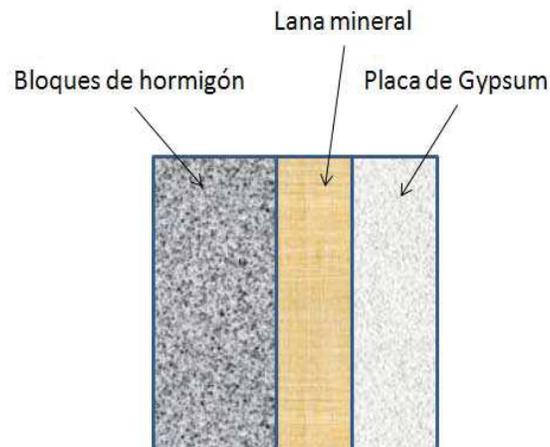
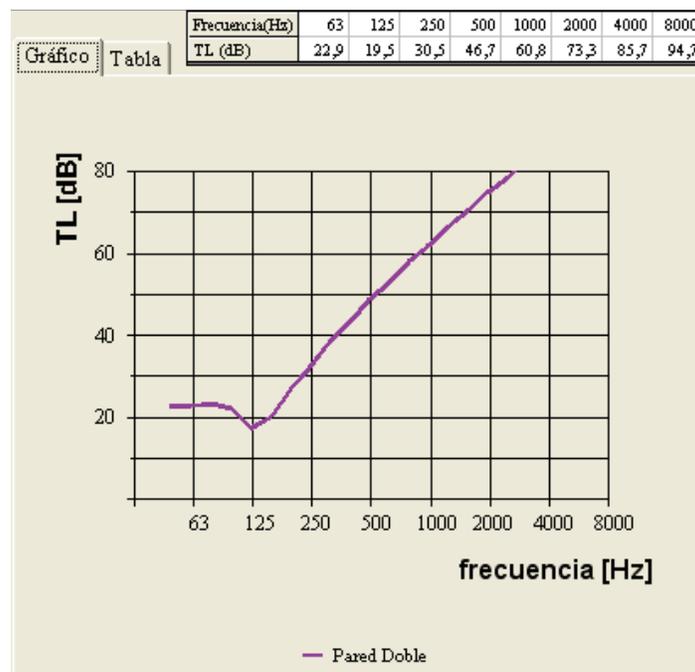


Gráfico. 4.12 Aislamiento presentado por la pared doble con cámara rellena.



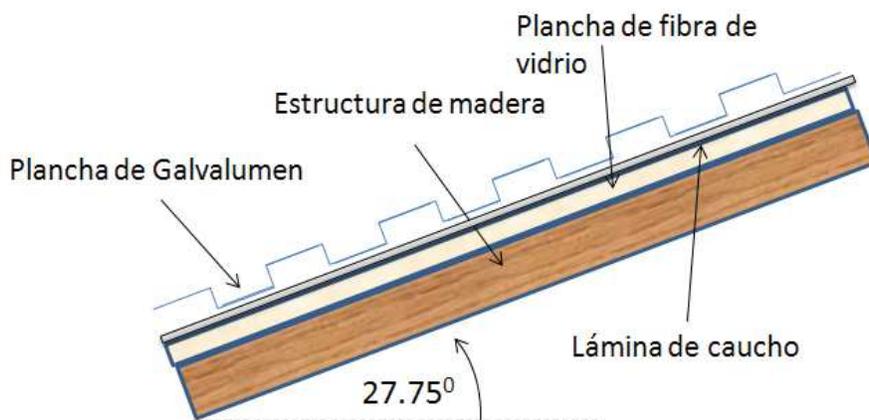
Fuente: Petras. Software de simulación de particiones.

4.2.3 Techo

El techo actual de Brisa TV en su sala de edición se encuentra construido con una plancha de galvalumen sobre una estructura metálica y debajo de este un

recubrimiento de madera lacada. Pese a que el nivel de ruido de fondo es aceptable para este tipo de sala y la curva NC se encuentra dentro de los parámetros. Lo que si se debe tener cuidado es en el ruido de impacto y transmisión aérea, razón por la cual se propone el aumento del aislamiento. Entra la plancha de galvalumen y la cubierta de madera se debe colocar una capa de fibra de vidrio de 6cm y una capa de caucho de 2cm. Se debe asegurar sellar bien las juntas para asegurar el correcto desempeño de la partición.

Gráfico 4.13 Diseño de aislamiento acústico para techos.
Configuración tipo sandwich y suspensión elástica.



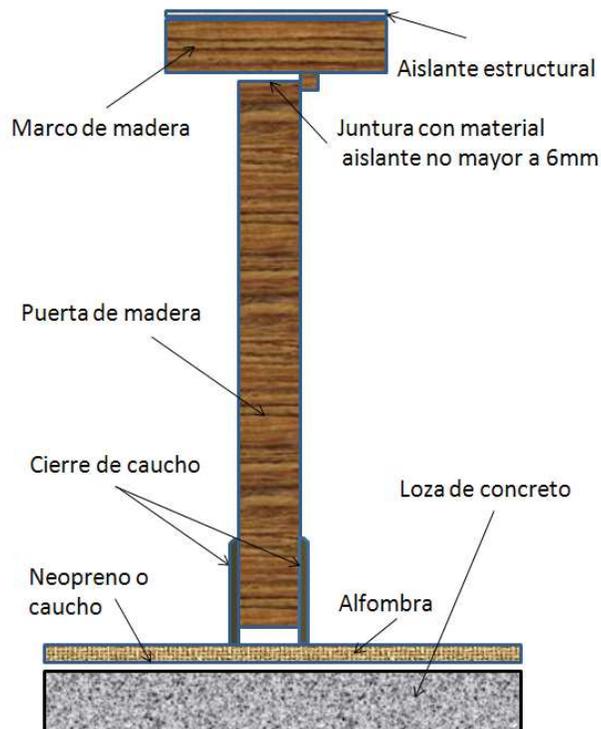
4.2.4 Puertas

La sala de edición cuenta con una única puerta de acceso desde y hacia las gradas que conectas a la oficina. Cabe recalcar que el ruido de fondo realmente no es un problema puesto que según las mediciones realizadas, la sala se encuentra dentro de los parámetros normales de ruido de fondo y curvas NC, sin embargo se propone la colocación de una puerta de madera simple con núcleo macizo la cual proporciona un STC de 28¹⁵. Las holguras superior e inferior no debe sobrepasar de los 6mm y las holguras laterales no sobrepasen de los 3mm. Las juntas deben ser selladas con un material

¹⁵ Valores tomados de Aislamiento Acústico de Puertas IES 500. Basado en bibliografía: Sommerhoff y Carrión.

flexible como el caucho con el fin de que no existan fugas. El cierre inferior debe ser de caucho ya que otro tipo de cierre deterioraría la alfombra en mayor tiempo. El marco debe estar bien instalado, no deben existir grietas entre la estructura y el marco, para evitar transmisión estructural se recomienda el uso de un material elástico como caucho o neopreno entre el marco de la puerta y la estructura, cualquier grieta debe ser sellada con macilla o espuma de poliuretano expandible.

Gráfico 4.14 Diseño de aislación acústica para puertas.
Puerta de madera maciza con juntas selladas y marco.



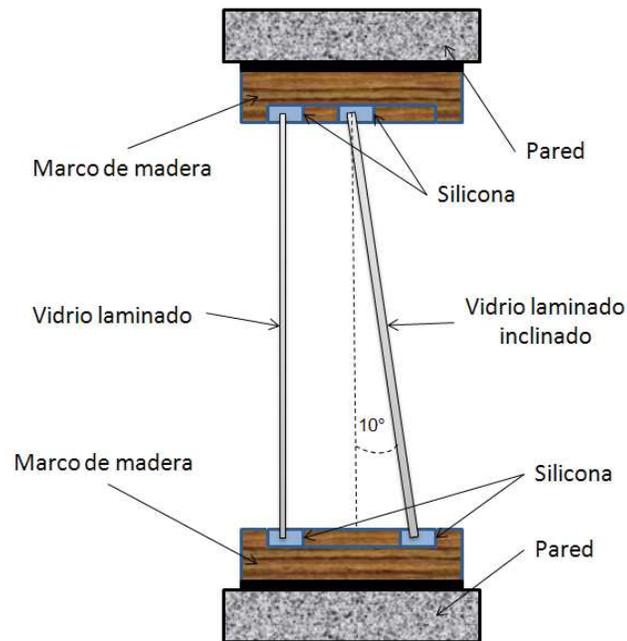
4.2.5 Ventanas

La transmisión a través de las ventanas, se rige por los mismos principios físicos que afectan a los muros. Las medidas prácticas para el control de ruido, vienen determinadas por las propiedades del cristal y por las características del montaje de las ventanas. El uso del cristal doble o triple aumenta el TL a

frecuencias altas, sin embargo la mejora global depende de la separación entre los cristales. Para lograr que la frecuencia de resonancia no se encuentre dentro del rango de interés, es decir, por debajo de los 63Hz, lo que se hace es aumentar el espacio de la cámara de aire o usar cristales mas gruesos o de mayor densidad superficial. La transmisión de energía a través del marco de la ventana reduce significativamente el TL. Cuando se necesitan valores de STC por encima de 48, se hace necesario el uso de un marco de material rígido, por ejemplo madera. Así mismo el uso de marcos separados, apoyados en paredes estructuralmente independientes mediante el uso de un material flexible como caucho, elimina la transmisión a través del marco. La ventana debe ser construida con cristal laminado doble de 6 y 4 líneas respectivamente (6+4) con una cámara de aire de 6cm. Este tipo de montaje aportará un STC de 46¹⁶ siempre y cuando estén bien selladas las juntas tanto de los vidrios con el marco como del marco con la pared. Se plantea la inclinación de los vidrios, sin embargo, desde el punto de vista del aislamiento, los cristales inclinados no presentan ninguna mejora respecto a los cristales paralelos, se inclinan principalmente para evitar reflexiones y problemas de filtro de peine. El TL con las ventanas inclinadas es esencialmente el mismo que aportan los cristales paralelos con el mismo espacio en la cámara de aire. La inclinación que van tener los vidrios son de 10° respecto a la vertical del vidrio que da a la sala de edición. La altura a la que se encuentra la ventana con respecto al estudio de televisión no representa ninguna ventaja en por lo que no es necesario inclinarlo. Es necesario el uso gel para evitar la humedad en la cámara de aire, el material mas recomendado es gel de silica, es importante el uso de este material debido a que evitaría que se empañaran los vidrios ya que seria imposible limpiarlos ya que están sellados. Las juntas entre el marco y los vidrios deben ser elásticos se recomienda el uso de silicona ya que tiene la flexibilidad suficiente y aporta en el sellamiento de las juntas.

¹⁶ Partición de ventana doble con vidrio laminado tomado del libro ABC de la Acústica Arquitectónica de HIGINI Arau y Diseño acústico de espacios arquitectónicos de CARRION, Antoni.

Gráfico 4.15 Diseño de aislamiento acústico para ventanas con cristal doble laminado, inclinación de 10 grados, juntas selladas, silicona y caucho para suspensión elástica de vidrios y del marco.

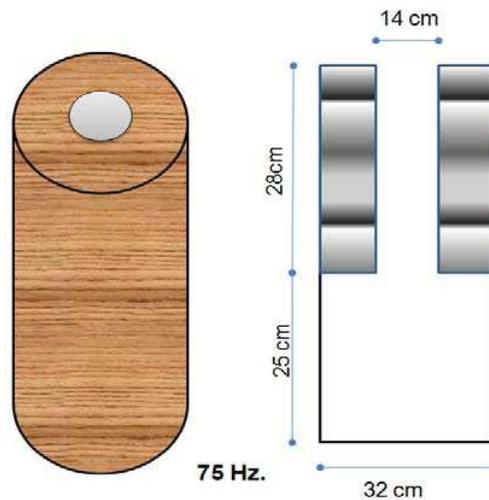


4.3 Diseño de soluciones acústicas

4.3.1 Estudio de televisión

Una vez realizado el aislamiento acústico, se va a mejorar el acondicionamiento acústico del estudio de televisión. Básicamente se plantea la utilización de diseños acústicos específicos. Se va a diseñar un resonador basándonos en la frecuencia crítica de la sala, 75Hz. El tipo de resonador es un Helmholtz o Resonador Unitario cilíndrico.

Gráfico 4.16 Diseño de un resonador de Helmholtz para 75Hz.



4.3.1.1 Desarrollo matemático de diseño para un resonador Helmholtz de 75Hz.

Paso 1:

$$\lambda = \frac{c}{f_0} = \frac{344 \text{ m/s}}{75 \text{ Hz}} = 4.58 \text{ m} \quad \text{Ec. 4.1}$$

Restricciones:

$$l \leq \lambda/16 ; 0.027\sqrt{\lambda} \leq a \leq 0.029\lambda$$

$$\therefore \frac{\lambda}{16} = \frac{4.58}{16} = 0.2867 \text{ m} \Rightarrow 28.67 \text{ cm}$$

$$0.057 \leq a \leq 0.1328$$

$$a = 0.07 \text{ m}$$

$$l = 4 \times a = 4 \times .07 \Rightarrow 0.28 \text{ m}$$

Paso 2:

$$M_A = \frac{1,18(l+1.7a)}{a^2 \times \pi} = \frac{1,18(0.28+1.7(0.07))}{0.07^2 \times \pi} \quad \text{Ec. 4.2}$$

$$M_A = \frac{0.47082}{0.0153938} = 30.5850 \left[\frac{Kg}{m^4} \right]$$

Paso 3:

$$f_o = \frac{1}{2 \times \pi \sqrt{M_A C_A}} \Rightarrow (2\pi f_o)^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{M_A C_A}} \right)^2 \text{ Ec. 4.3}$$

$$(2\pi f_o)^2 = \frac{1}{M_A C_A}$$

$$C_A = \frac{1}{M_A (2\pi f_o)^2} \Rightarrow \frac{1}{30.5850 \times (2\pi 75)^2}$$

$$C_A = 0.0000001472$$

Paso 4:

$$C_A = \frac{V}{\rho_o c^2} \Rightarrow V = C_A \times \rho_o \times c^2 \text{ Ec.4.4}$$

$$V = 0.0000001472 \times 1.18 \times 344^2$$

$$V = 0.02055 \text{ m}^3$$

Paso 5: Cilindro

$$V = r^2 \times \pi \times h \text{ Ec. 4.5}$$

$$\therefore h = 0.25m$$

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \times 0.25}}$$

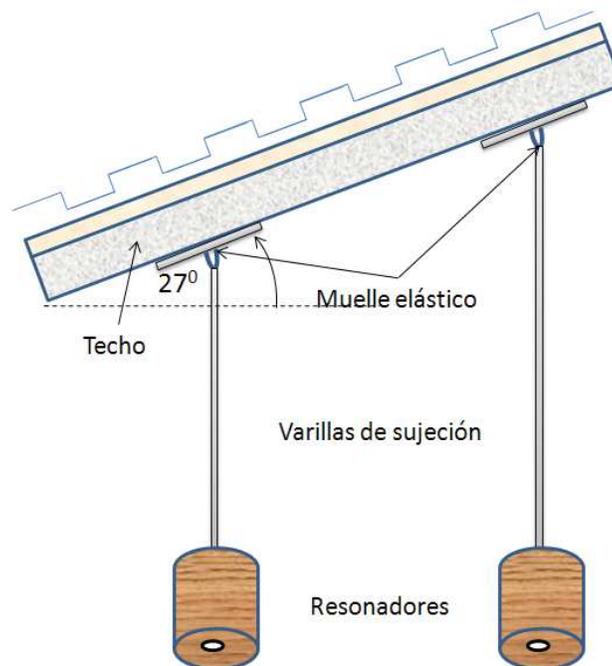
$$r = \sqrt[3]{0.026170}$$

$$r = 0.1617 \Rightarrow 16.17cm$$

$$\phi = 0.32m \Rightarrow 32.35cm$$

El montaje de este dispositivo debe ser realizado con muelles elásticos y barras ya sean niqueladas o únicamente pintadas. El objetivo de tener un muelle elástico es para prevenir vibraciones hacia la estructura. Van a ir colgados desde el techo hasta una altura prudente en donde no interrumpen con las cámaras y con la malla de iluminación. Ya que cada resonador absorbe aproximadamente $1,67 \text{ [m}^2/\text{Sab]}$ y se necesita un valor mayor a los $4 \text{ [m}^2/\text{Sab]}$ recomendamos la instalación de 4 resonadores en la sala, cada uno debe ir en cada esquina con un margen de $1\text{m} \times 1\text{m}$. Se podría poner más resonadores pero el objetivo es bajar el pico de 75Hz hasta lograr una linealidad en la respuesta de frecuencia. Si se añade más resonadores se puede dar el caso de crear un valle en la respuesta de frecuencia.

Gráfico 4.17 Montaje de resonadores en el techo, con muelles elásticos.



4.3.2 Sala de edición

Para la sala edición, según los análisis realizados en el capítulo anterior se puede ver una complicación en tres frecuencias específicas 75Hz , 105Hz y 250Hz . Para solucionar este problema se va a utilizar resonadores unitarios o

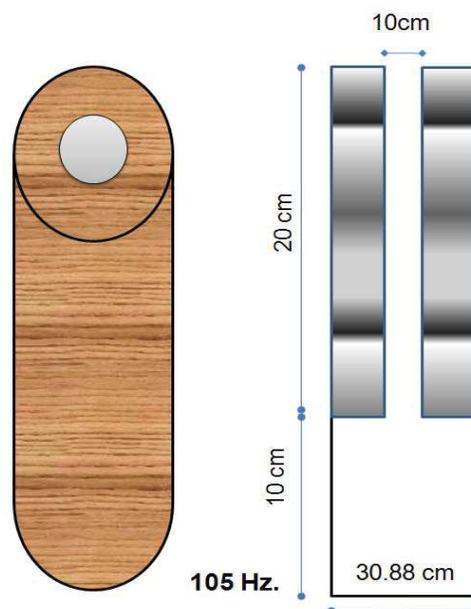
también conocidos como de Helmholtz, específicamente un resonador unitario cilíndrico basado en las frecuencias antes mencionadas.

4.3.2.1 Resonador para 75Hz

Se Aplica el mismo diseño realizado en el enunciado 4.3.1.

4.3.2.2 Resonador para 105Hz

Gráfico 4.18 Diseño de un resonador de Helmholtz para 105Hz.



4.3.2.1 Desarrollo matemático de diseño para un resonador Helmholtz de 105Hz

Paso 1:

$$\lambda = \frac{c}{f_0} = \frac{344 \text{ m/s}}{105 \text{ Hz}} = 3.27 \text{ m} \quad \text{Ec. 4.6}$$

Restricciones:

$$l \leq \lambda/16 ; 0.027\sqrt{\lambda} \leq a \leq 0.029\lambda$$

$$\therefore \frac{\lambda}{16} = \frac{3.27}{16} = 0.2043 \text{ m} \Rightarrow 20.43 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{\lambda}{16} = \frac{3.27}{16} = 0.2043m \Rightarrow 20.43cm$$

$$0.048 \leq a \leq 0.094$$

$$a = 0.05m$$

$$l = 4 \times a = 4 \times 0.05 \Rightarrow 0.2m$$

Paso 2:

$$M_A = \frac{1.18(l+1.7a)}{a^2 \times \pi} = \frac{1.18(0.2+1.7(0.05))}{0.05^2 \times \pi} \text{ Ec. 4.7}$$

$$M_A = \frac{0.3363}{0.007853} = 42.819 \left[\frac{Kg}{m^4} \right]$$

Paso 3:

$$f_o = \frac{1}{2 \times \pi \sqrt{M_A C_A}} \Rightarrow (2\pi f_o)^2 = \left(2 \sqrt{\frac{1}{M_A C_A}} \right)^2 \text{ Ec. 4.8}$$

$$(2\pi f_o)^2 = \frac{1}{M_A C_A}$$

$$C_A = \frac{1}{M_A (2\pi f_o)^2} \Rightarrow \frac{1}{42.819 \times (2\pi \times 105)^2}$$

$$C_A = 0.00000005365$$

Paso 4:

$$C_A = \frac{V}{\rho_o c^2} \Rightarrow V = C_A \times \rho_o \times c^2 \text{ Ec. 4.9}$$

$$V = 0.00000005365 \times 1.18 \times 344^2$$

$$V = 0.00749m^3$$

Paso 5: Cilindro

$$V = r^2 \times \pi \times h \text{ Ec. 4.10}$$

$$\therefore h = 0.10 \text{ m}$$

$$r = \sqrt[2]{\frac{V}{\pi \times 0.10}}$$

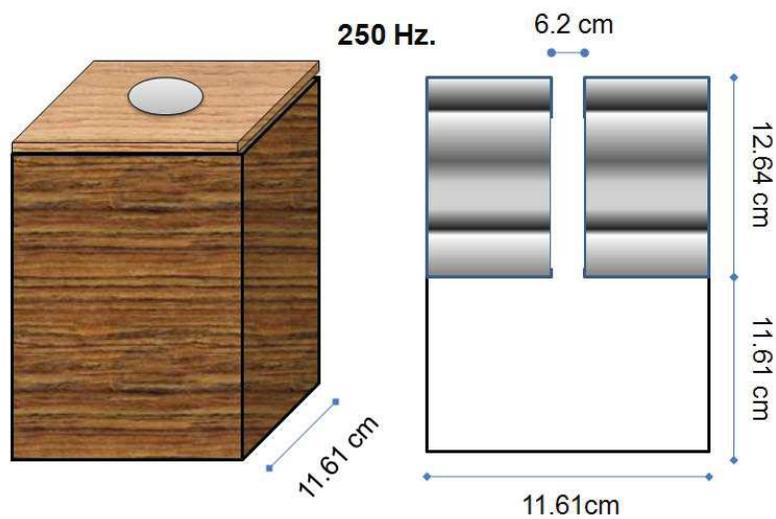
$$r = \sqrt[2]{0.05610}$$

$$r = 0.1544 \Rightarrow 15.44 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.3088 \text{ m} \Rightarrow 30.88 \text{ cm}$$

4.3.2.3 Resonador para 250 Hz

Gráfico 4.q9 Diseño de un resonador de Helmholtz para 250Hz.



4.3.2.3.1 Desarrollo matemático de diseño para un resonador Helmholtz de 250Hz

Paso 1:

$$\lambda = \frac{c}{f_0} = \frac{344 \text{ m/s}}{250 \text{ Hz}} = 1.37 \text{ m} \text{ Ec. 4.11}$$

Restricciones:

$$l \leq \lambda/16 ; 0.027\sqrt{\lambda} \leq a \leq 0.029\lambda$$

$$\therefore \frac{\lambda}{16} = \frac{1.37}{16} = 0.086m \Rightarrow 8.6cm$$

$$0.031 \leq a \leq 0.03973$$

$$a = 0.031cm$$

$$l = 4 \times a = 4 \times 0.031 \Rightarrow 0.1264m$$

Paso 2:

$$M_A = \frac{1,18(l+1.7a)}{a^2 \times \pi} = \frac{1,18(0.1264+1.7(0.031))}{0.03973^2 \times \pi} \text{ Ec. 4.12}$$

$$M_A = \frac{0.1791}{0.004958} = 31.1167 \left[Kg/m^4 \right]$$

Paso 3:

$$f_o = \frac{1}{2 \times \pi \sqrt{M_A C_A}} \Rightarrow (2\pi f_o)^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{M_A C_A}} \right)^2 \text{ Ec. 4.13}$$

$$(2\pi f_o)^2 = \frac{1}{M_A C_A}$$

$$C_A = \frac{1}{M_A (2\pi f_o)^2} \Rightarrow \frac{1}{31.1167 \times (2 \times \pi \times 250)^2}$$

$$C_A = 0.0000000112215$$

Paso 4:

$$C_A = \frac{V}{\rho_o c^2} \Rightarrow V = C_A \times \rho_o \times c^2 \text{ Ec.4.14}$$

$$V = 0.0000000112215 \times 1.18 \times 344^2$$

$$V = 0.001566 \text{ m}^3$$

Paso 5: Cubo

$$V = X \times Y \times Z \text{ Ec. 4.16}$$

$$X = Y = Z$$

$$X = \sqrt[3]{0.001566}$$

$$X = 0.1161 \text{ m}$$

$$X = 11.61 \text{ cm}$$

Para las altas frecuencias según la respuesta de frecuencia obtenida en las mediciones está bastante bien, sin embargo si se desea se podría ubicar un difusor de 3 octavas a partir de los 2kHz hasta los 16kHz QRD Bidimensional para un poco elevar las frecuencias altas, sin embargo no realmente necesario puesto que la sala suena bastante bien y aun mejor con estos sistemas resonadores instalados. Para cuantificar el número de resonadores nos basamos antes de nada en la absorción que estos prestan y en la percepción auditiva de la sala interactuando con los resonadores. Por la cantidad de absorción que cada resonador presenta se debería instalar unos tres resonadores de cada frecuencia en la sala siguiendo los mismos montajes antes mencionados.

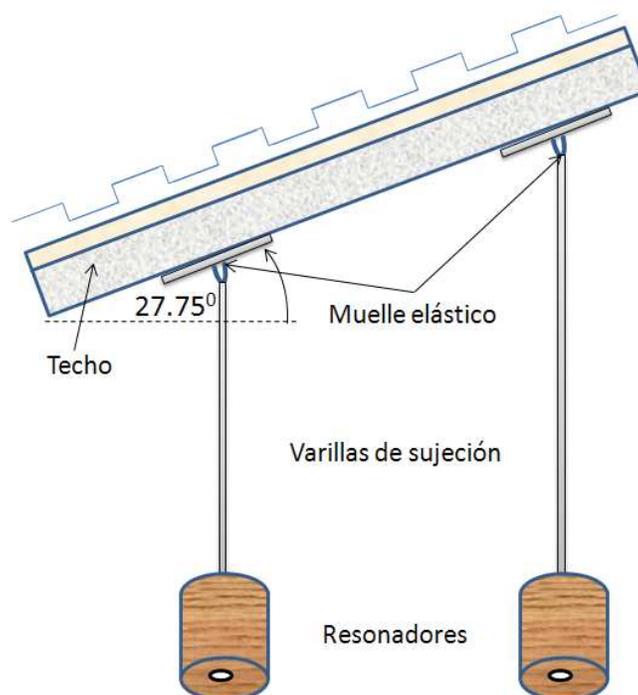
$$\text{Absorción Máxima 75Hz} = 1.67 \text{ m}^2/\text{Sab}$$

$$\text{Absorción Máxima 105Hz} = 0.85 \text{ m}^2/\text{Sab}$$

$$\text{Absorción Máxima 250Hz} = 0.15 \text{ m}^2/\text{Sab}$$

El resonador cubico podría ir instalado en las esquinas inferiores o si hay la posibilidad colgarlo junto a la parte alta del techo con el fin de que no afecte a ninguna estación de trabajo.

Gráfico 4.20 Instalación de resonadores en el techo.



4.4 Conexiones eléctricas

Las conexiones eléctricas encontradas en Brisa TV están realizadas con cable sólido #10. Las conexiones no cuentan con una puesta a tierra. Eso acarrea un gran problema tanto en el audio como en el video ya que es una de las razones principales para que exista interferencia y loops de tierra. No existe una división entre conexiones de audio y de iluminación. Lo recomendable es separar las fases y hacerlas dedicadas, es decir, una fase para conexiones de audio y video y otra fase para iluminación. Se comprobó que la existencia de 3 fases y neutro los cuales no están correctamente distribuidos. De la misma manera las cargas de los equipos tanto de video, iluminación y sonido no están calculadas por lo que no hay las protecciones térmicas necesarias. Para solucionar este problema se va a hacer un diseño eléctrico estrictamente basado en la división por el tipo de equipo por ejemplo audio, video e iluminación.

La distribución eléctrica que se va a proponer es una distribución por derivación en donde se mantiene la tensión y para evitar la caída de tensión la solución es elevar el diámetro de los cables conductores.

La acometida principal debe tener un mínimo de grosor de #1 AWG ¹⁷, este cable aguanta un máximo de 110A. Cada fase debe tener el mismo grosor incluso el Neutro. Se debe ubicar un cajetín principal y con un protector térmico tripolar atornillable con una capacidad de 100A por fase y para el neutro un breaker atornillable monopolar termo magnético con igual capacidad, 100A.

Gráfico 4.21 Protector térmico tripolar atornillable de 100A.



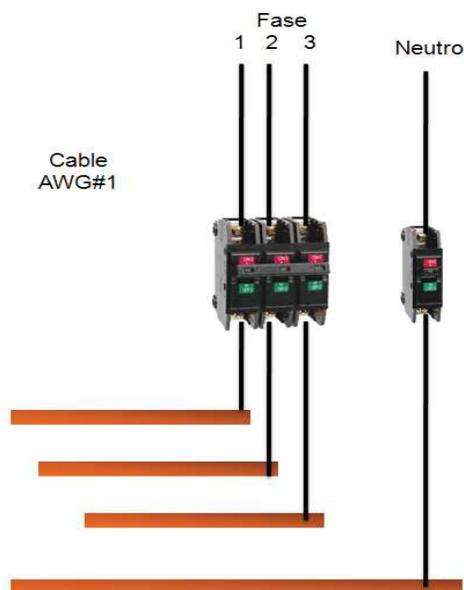
Fuente:

http://www.sea.siemens.com/us/Products/PowerDistribution/Product/Circuit-Breakers/Siemens-General-Application-Molded-Case-Circuit-Breakers/Pages/General_Application_Circuit_Breakers_-_Overview.aspx

En el cajetín principal a mas de los breakers termomagneticos, debemos colocar barras de conexión III + N de 125A/500V con el fin de poder distribuir las cargas para las diferentes áreas.

¹⁷ American Wire Gauge, estándar mundial para diámetros de cables conductores de corriente eléctrica.

Gráfico 4.22 Esquema de conexión trifásica con neutro usando Borneras.



La designación de las fases es: fase 1 Iluminación, fase 2 Audio, fase 3 Video. Y se tratara de cumplir en la mayoría de los casos, sin embargo en algunas conexiones especialmente en las de tipo 220V se solicitara la asignación de un nuevo cajetín a la empresa eléctrica de dos fases con sus respectivos medidores.

A partir del cajetín principal se subdividirá en 3 cajetines zonales: estudio de televisión, sala de edición y sección Oficinas. Se deberán llevar las tres fases específicas, la toma de 220V y el neutro a cada una de las subdivisiones procurando tomar encuentra los siguientes lineamientos¹⁸:

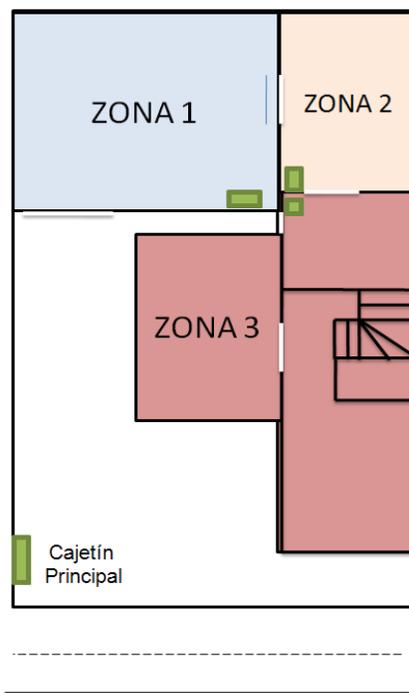
- Debido a que ya existe una obra civil en el sitio, se recomienda la excavación de zanjas para colocar tuberías eléctricas, de preferencia deben ser construidas a mano ya que esto hace que se conformación sea mas regular. Tendrán una profundidad mínima de 40cm, además se

¹⁸ Lineamientos basados en la norma INEN (instituto Ecuatoriano de normalización Norma NTE INEN 0210:78 <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/catalogos/numerico2011.pdf>) y la NFPA 70 (National Electric Code <http://www.nfpa.org/aboutthecodes/AboutTheCodes.asp?DocNum=70&cookie%5Ftest=1>).

debe conformar una cama de arena de 10cm sobre la cual se van a instalar las tuberías.

- Las tuberías deben ser de conduit rígido y de la medida específica para la capacidad de los cables de acometida requeridos.
- Se debe Utilizar Cable THHN. Conductor de cobre suave, en cableado concéntrico con aislamiento de poli cloruro de vinilo (PVC) y sobre capa protectora de poliamida (Nylon).
- Se recomienda que cada cajetín vaya en su propia tubería.
- Los tomacorrientes deberán ser ubicados a una altura de 30cm desde el piso para conexiones a 110V y debe tener su cajetín correctamente instalado
- Evitar el uso de empalmes en los cableados ya que aumenta la resistencia del cable y puede producir un sobrecalentamiento excesivo en esa área.
- Rotular de una manera clara y comprensible las conexiones en los cajetines con el fin de que se pueda operar con facilidad.

Gráfico 4.23 Vista superior de la división por zonas energéticas.



Dentro de cada cajetín zonal se va a distribuir la energía por fases según sus aplicaciones, a mas de eso reforzaremos las protecciones térmicas utilizando breakers de menor amperaje dependiendo de los equipos que vayan a ser conectados.

Gráfico 4.24. Distribución eléctrica en el tablero del estudio de TV.

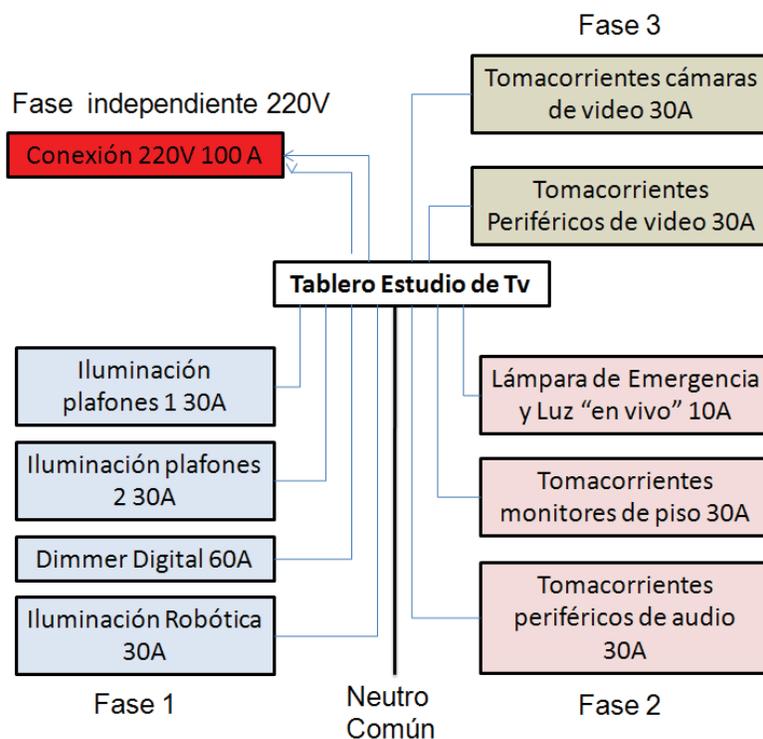


Gráfico 4.25 Esquema de puntos de instalación de plafones, lámparas de emergencia, luz piloto “en vivo” y dimmer en el estudio de TV.

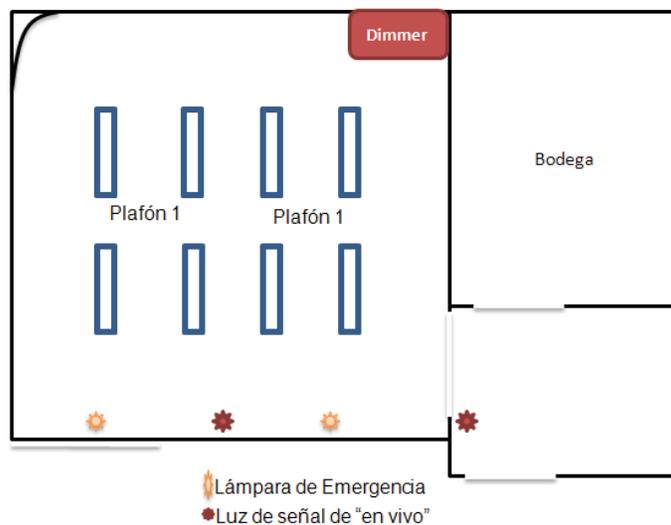


Gráfico 4.26 Distribución eléctrica en el tablero de la sala de edición.
Fase 3

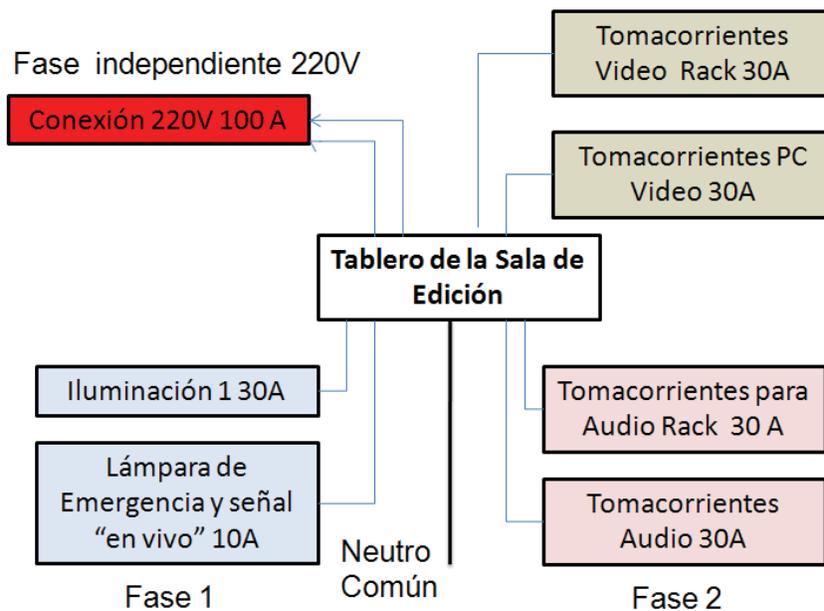
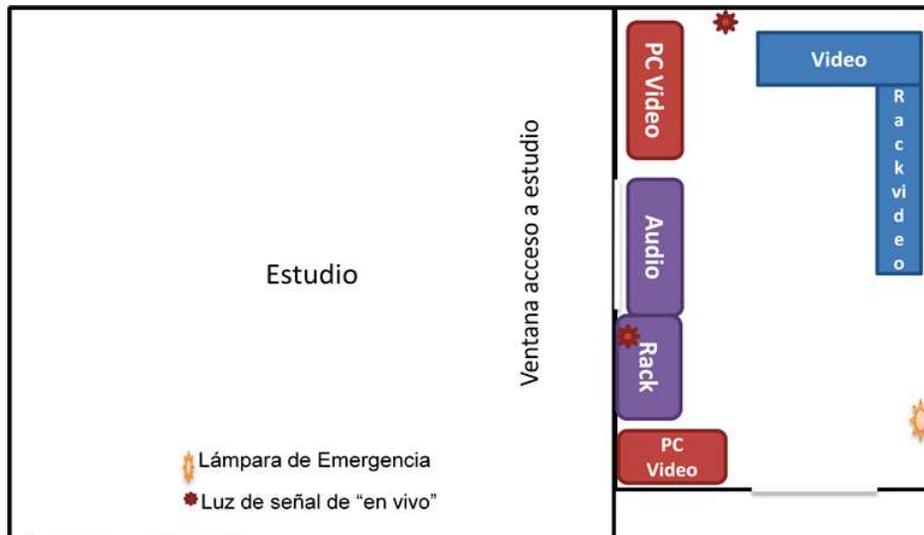


Gráfico 4.27. Esquema de conexiones de eléctricas para tomas de audio, video, lámparas de emergencia y luz piloto “en vivo”.



Fuente: Autor

Gráfico 4.28. Distribución eléctrica en el tablero oficinas.

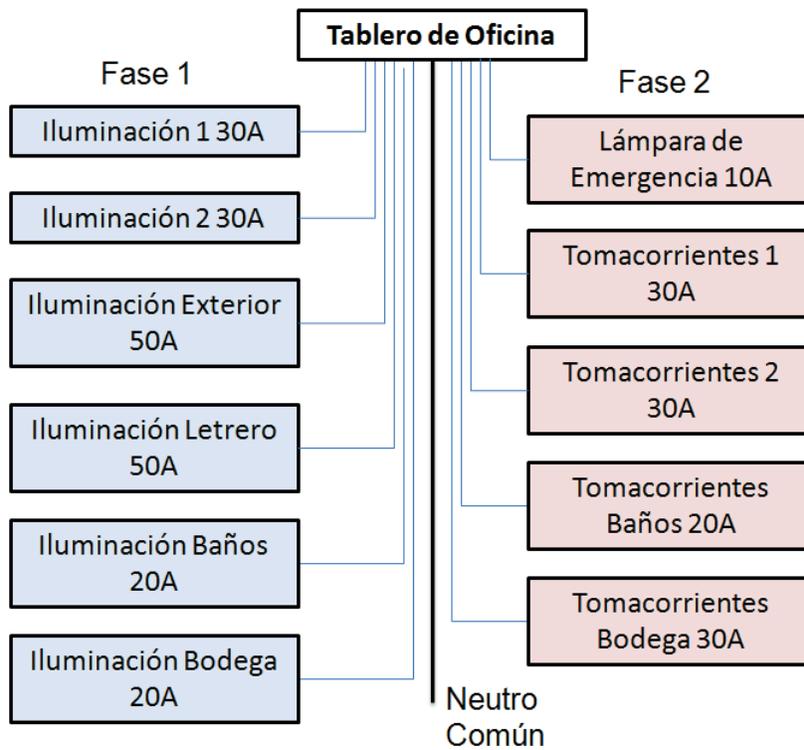
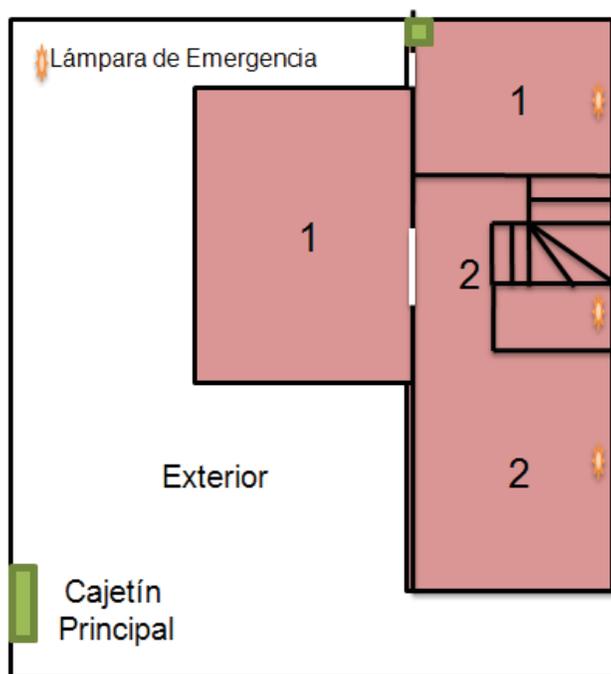


Gráfico 4.29. Esquema de conexiones de eléctricas para tomas de oficina y lámparas de emergencia.



Todos los tomacorrientes deben estar correctamente instalados y etiquetados con el fin de evitar producir interferencias de cualquier tipo especialmente en las señales de audio y video. Todas las conexiones internas deben estar echas con tubería conduit¹⁹ rígido EMT especialmente en las conexiones de iluminación. Las conexiones internas deben estar echas con cable solido AWG#8 a excepción de las conexiones de Dimmer, 220V e iluminación exterior y de letreros los cuales deben estar echas con cableado AWG#4.

Para las conexiones de aire acondicionado se deberá hacer un cajetín aparte con cableado independiente y breakers térmicos independientes basándose en los requerimientos técnicos del fabricante del aire acondicionado. Este será supervisado por un técnico de refrigeración y cumpliendo con todos los detalles técnicos encontrados en los manuales de usuario de los equipos de aire acondicionado que se vayan a adquirir.

¹⁹ <http://www.conduit.com.ec/intro.php?pagina=productos.php#t3>

Para las conexiones de iluminación escenográfica se recomienda el uso de un *dimmer* digital ²⁰ de mínimo 12 canales de 20A por canal. La opción de que sea digital es porque permite ahorrar en consumo de energía además exista la opción de manejar el *dimmer* con una sola fase y con la capacidad de controlar hasta 48 luces par 64, 96 luces par 56, y un sinnfín de configuraciones. Las conexiones del *dimmer* deben realizarse al mallado superior con un máximo de 10 canales y los 2 restantes dejar las conexiones a piso para cualquier efecto que se requiera. Las conexiones ideales son mediante la utilización de mangueras de 14x8, es decir 8 cables AWG14 en la misma manguera. Se deberán poner conexiones tipo edison al final en una patchera independiente por cada manguera la cual deberá ser instalada en espacios estratégicos del mallado de iluminación y debidamente rotulados con el fin de que al momento que se tenga que parchar iluminación se lo haga de una manera rápida y con muy buenos resultados.

Gráfico 4.30 Dimmer digital Liter Puter DX 626 y DX1220.



Autor: http://www.liteputer.com.cn/products_sub.asp?p_lb=1&p_sub_lb=1

4.4.1 Puesta a Tierra

La toma a tierra es un sistema de protección de la red eléctrica. Consiste en varias piezas metálica, generalmente fabricada en cobre y enterrada en suelo con poca resistencia y si es posible conectada también a las partes metálicas de la estructura del canal Brisa TV. Se conecta y distribuye por la instalación por medio de un cable de aislante de color verde y amarillo, que debe acompañar en todas sus derivaciones a los cables de tensión eléctrica, y debe llegar a través de los enchufes a cualquier aparato que disponga de partes metálicas que no estén suficientemente separadas de los elementos

²⁰ Modelo Recomendado: Liter Puter DX 626^a o Liter Puter DX1220

conductores de su interior. Las razones principales para tener un sistema de puesta tierra son:

- Proporcionar una impedancia suficientemente baja para facilitar la operación satisfactoria de las protecciones en condiciones de falla.
- Asegurar que los usuarios de Brisa TV no queden expuestos a potenciales inseguros, en operaciones normales o en condiciones de falla.
- Mantener los voltajes del sistema dentro de límites razonables bajo condiciones de falla (tales como descarga atmosférica, ondas de maniobra o contacto inadvertido con sistemas de voltaje mayor).
- Limitar el voltaje a tierra sobre materiales conductivos que circundan conductores o equipos eléctricos.

Es importante destacar que toda la estructura metálica existente en la construcción debe estar aterrizada con un terminal de cobre para cable de calibre mínimo AWG#4 desnudo.

Gráfico 4.31. Terminales en cobre.



Fuente: http://electroherrajesdeltolima.com/productos/index.php?main_page=products_new&disp_order=7&page=77

Para la conexión principal de puesta a tierra se va a utilizar una triada de puesta a tierra con varilla Cooperweld de 5/8" de mínimos 1,80 m de largo enterrados a una profundidad no menor a los 20 cm Las tres varillas deben estar conectadas entre si con un cable de cobre desnudo AWG#8 soldadas con soldadura isotérmica con el fin de nivelar el potencial entre las tres varillas.

Debido a que el canal no consume más de 25KVA es suficiente un montaje de este tipo. Sin embargo es importante preparar el suelo en donde va a ser enterrada la triada. Se recomienda arena arcillosa con mezcla de calizas blandas y turba húmeda. Mientras mas húmedo sea el suelo, menos resistencia presentará.

Es importante que todas las conexiones tengan conexiones a tierra entre las que están:

- Tomacorrientes,
- Malla de iluminación,
- Estructura arquitectónica,
- Carcasas metálicas de equipos,
- Sistemas de UPS.

Gráfico 4.32 Triada Puesta a tierra, vista lateral.

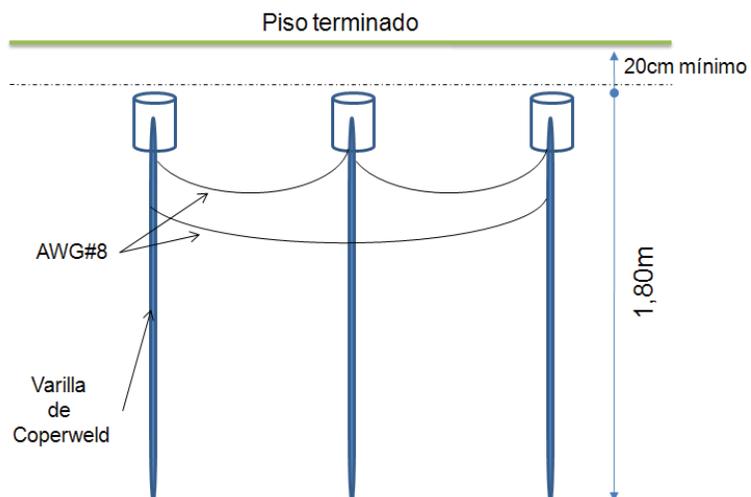
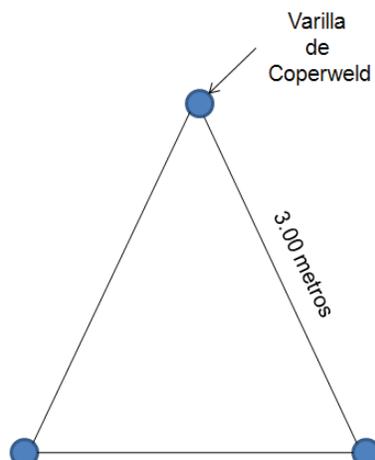


Gráfico 4.33 Triada de puesta a tierra, superior.



4.4.2 Sistema para rayos

Las descargas atmosféricas de alto voltaje pueden causar daños a los equipos eléctricos, para ayudar a eliminar esta descarga es necesario contar con puntas pararrayos cada determinada distancia y conectarlas con una malla de conductor de cobre calibre #4 mínimo entrelazando todas las puntas y llegando a una o varias varillas de tierra enterradas en el piso independiente a las conexiones a de tierra existentes.

4.5 Electroacústica

Para el diseño electroacústico se tratará de reutilizar el mayor equipo posible sin embargo se harán algunas recomendaciones en equipos, marcas y conexiones con el fin de mejorar el sistema electroacústico de Brisa TV.

4.5.1 Microfonía

La microfonía que posee actualmente Brisa TV no es recomendados ya que son micrófonos que no disponen mucha información técnica, tienen un patrón polar de tipo cardiode pero no aportan una respuesta de frecuencia ideal para el uso dentro del canal, sus receptores son susceptibles a interferencias puesto que son VHF. Se recomienda:

4.5.1.1 Micrófonos lavalier

Se sugiere la utilización de micrófonos Sennheiser Modelo EW-112 G3 ya que según las características técnicas son utilizados en muchos de los canales de televisión a nivel mundial. Su micrófono de solapa es casi invisible y transmite la señal a través de un transmisor de bolsillo con función de silencio y un receptor *diversity* portátil, además de que todos los módulos están bien equipados y son sumamente ligeros, resistentes y fáciles de usar. Sus características²¹ mas importantes se la puede ver en el capítulo de anexos.

Gráfico 4.34 Micrófono inalámbrico Sennheiser EW 122 de solapa.



Fuente: http://www.sennheiser.com/sennheiser/home_en.nsf/root/professional_evolution-wireless-g3_ew-100-g3_021112_25,

4.5.1.2 Micrófonos de mano inalámbricos

Para este tipo de micrófono se recomienda de igual manera el micrófono Sennheiser inalámbricos de la serie EW-145 G3 el cual ha sido diseñado para trabajo en escenario y estudios de televisión o radio. Tiene un gran rechazo a realimentación, así como el receptor para montaje en rack EM 100 G3 contienen 20 bancos de frecuencias, cada uno con hasta doce pre-

²¹ Información obtenido de

http://www.sennheiser.com/sennheiser/home_en.nsf/root/professional_wireless-microphone-systems_handheld-transmitter_ew-100-g3_021115

configuraciones accesibles directamente - listas para su uso inmediato. 42 Mhz de ancho de banda, ecualizador, sincronización transmisor-receptor por infrarrojos, y modo de prueba de audio.

4.5.1.3 Micrófonos de cable para aplicaciones varias

Para micrófonos de mano se recomienda el micrófono Shure modelo SM58. Es un micrófono dinámico unidireccional (cardioide) diseñado para vocalistas profesionales en situaciones de refuerzo de sonido y grabaciones en estudio. Su filtro esférico incorporado altamente eficaz reduce al mínimo los ruidos causados por el viento y por el aliento. El patrón polar cardioide aísla la fuente sonora principal a la vez que reduce al mínimo los ruidos de fondo. El SM58 tiene una respuesta ajustada para la captación de voces que produce una calidad de sonido que se ha convertido en el estándar a nivel mundial. Su fabricación y sistema de montaje resistente a choques y su rejilla de malla de acero garantizan que aún en condiciones de mal trato al aparato, el SM58 dará un rendimiento consistente.

Gráfico 4.35 Micrófono dinámico
Shure SM58



Fuente: www.shureamericas.com

Además se recomienda la adquisición de un micrófono tipo *Shotgun* para tomas aéreas o ambientales. Se sugiere el micrófono AKG C568, el cual es un micrófono de condensador hipercardiode con una respuesta de frecuencia de 20Hz a los 20kHz con muy buenas prestaciones y excelente calidad. En el caso de usarlo fuera del estudio o incluso dentro de este se recomienda colocarle un pad el cual protege al micrófono en la captación de pops y ruidos no deseados en función a viento, etc. Este micrófono es ideal para tomas a distancia en TV y cine. Tiene la posibilidad de montarlo en una cámara de video. Posee un corte de bajos conmutable. Requiere alimentación *Phantom*²².

Gráfico 4.36 Micrófono tipo shotgun AKG C568.



Fuente: http://www.ake.com/site/products/powerslave_id,242.pid,242.nodeid,2_language.EN.html

4.5.2 Consola de audio

Para el sistema electroacústica de Brisa TV en su etapa de mezcla de audio cuentan con una consola analógica marca Yamaha modelo MG32, lo ideal sería la utilización de una consola de broadcasting lamentablemente por costos y después de una entrevista con el dueño del canal el Ing. Gunther Von Lipcke, implementar una inversión que posiblemente supere los \$40.000 es imposible razón por la cual para optimizar costos vamos a reutilizar la consola existente la

²² Fuente Phamton o Alimentación fantasma es una forma de proporcional alimentación continua a equipos de audio que los requiera como micrófonos de condensador. Generalmente envía 48V y entre 10 a 15mA. También hay versiones de P29 (29V) y P12 (12V).

cual es una Yamaha MG32 la cual tiene apenas un año de uso y presenta componentes de buena calidad. Se va a cambiar las conexiones para optimizar las entradas y salidas de la consola.

Tabla 4.1 Distribución en las conexiones de entrada y salida de la consola de audio.

Canal	Señal de Entrada
1	Micrófono Sennheiser 122 G3
2	Micrófono Sennheiser 122 G3
3	Micrófono Sennheiser 122 G3
4	Micrófono Sennheiser 122 G3
5	Micrófono Sennheiser 122 G3
6	Micrófono Sennheiser 145 G3
7	Micrófono Sennheiser 145 G3
8	Micrófono Sennheiser 145 G3
9	Micrófono o línea Shure SM 58 o DI
10	Micrófono o línea Shure SM 58 o DI
11	Micrófono o línea Shure SM 58 o DI
12	Shotgun ambiental AKG C568
13	Señal de microonda
14	Reproductor DVD 1
15	Reproductor DVD 1
16	Reproductor DVD 2
17	Reproductor DVD 2
18	Sony Betacam SX L
19	Sony Betacam SX R
20	Video Casete BVU 900 L
21	Video Casete BVU 900 R
22	Sony Betacam SP L
23	Sony Betacam SP R
24	Retorno señal de teléfono
25 - 26	Conexión a computador 1
27 - 28	Conexión a computador 2
29 - 30	Compactera Denon 6000
31 - 32	Conexión desde mezcladora de video refuerzo
Auxiliares	Señal de envió hacia:
Aux 1	Apuntador 1
Aux 2	Apuntador 2
Aux 3	Apuntador 3
Aux 4	Monitor de piso L
Aux 5	Monitor de piso R
Aux 6	Conexión de envió de teléfono

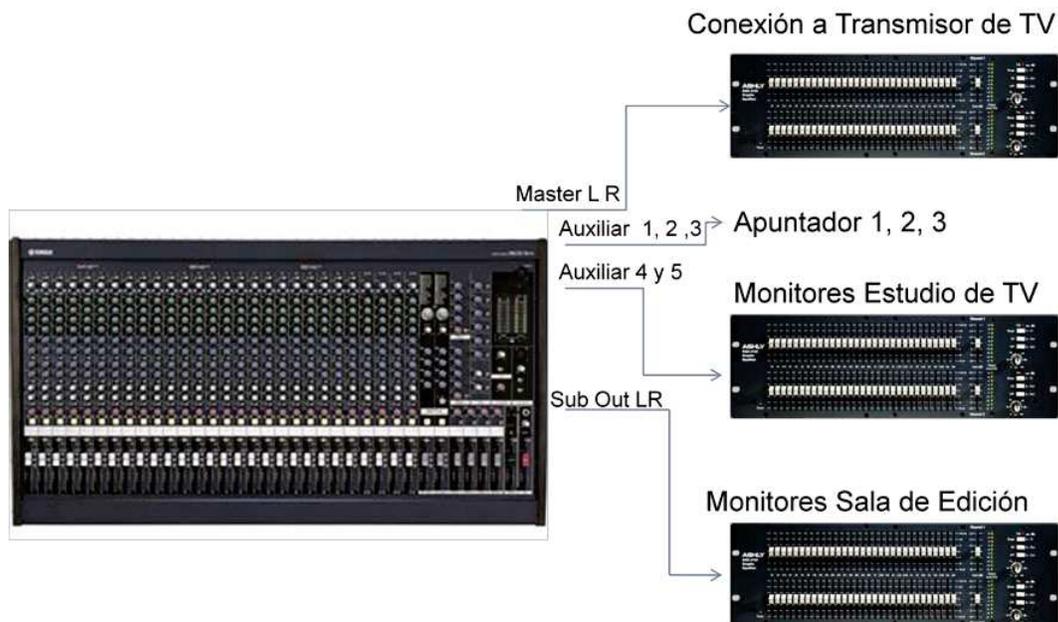
Las conexiones de los micrófonos desde el canal 1 hasta el canal 12 pueden cambiarse dependiendo básicamente de los requerimientos de la grabación, por ejemplo para la grabación de el programa de noticias es únicamente necesarios los micrófonos de solapa de la misma forma dependería de el numero de personas que vayan a estar en el estudio de televisión. Si se tiene un programa en vivo de entrevistas o show musical se puede utilizar micrófonos de mano inalámbricos o de cable y utilizar las configuraciones de canales disponibles para micrófonos o líneas. Cabe recalcar que desde el canal 1 al 6 las señales pueden comprimirse.

4.5.3 Etapa de ecualización

Se recomienda la utilización específica de ecualizadores dedicados a cada monitor o salida principal que se vaya a utilizar en Brisa TV con el fin de optimizar el sistema electroacústico.

Se recomienda la adquisición de dos ecualizadores adicionales de la misma marca y modelo del ya existente en el canal, ASHLY GQX-3102. Son ecualizadores de 2 canales cada uno de 1/3 de octava, Poseen un interruptor *bypass*, un filtro corta bajos con frecuencia seleccionable. Entradas y salidas balanceadas. Todos los sistemas de monitoreo tanto de la sala de edición como del estudio de grabación debes ir conectadas desde la consola al ecualizador y desde este a los monitores en forma independiente ya que el objetivo principal del ecualizador es permitir obtener una corrección de la respuesta de frecuencia de un parlante en una determinada sala dependiendo este de el tipo de monitor, la sala y la posición en la que el monitor se encuentre.

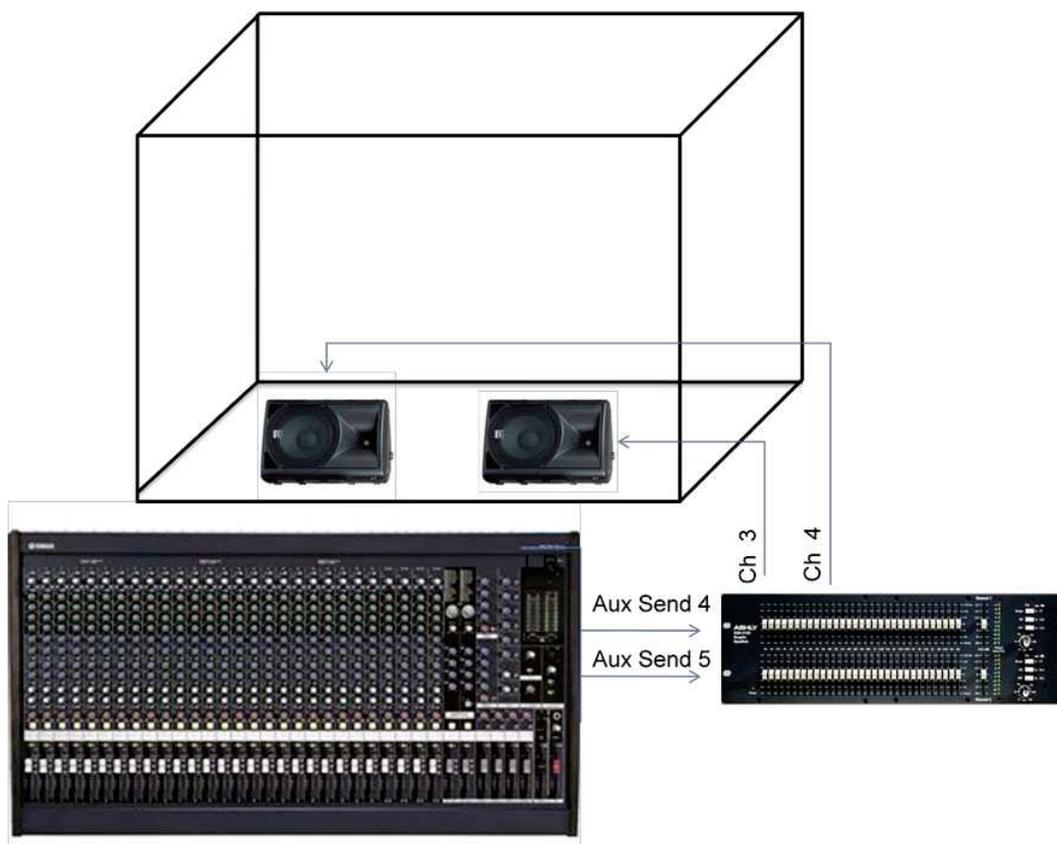
Gráfico 4.37 Conexión de ecualizadores con la consola Yamaha MG32.



4.5.4 Etapa de compresión

El compresor es un dispositivo electrónico diseñado a disminuir el rango dinámico de una señal. Un compresor actúa de forma que atenúa una señal una determinada cantidad a partir de un determinado nivel de entrada con el fin de proteger determinados equipos a posibles picos de señal o evitar un sonido saturado razón por la cual es imprescindible contar con un equipo de estas características en Brisa TV. El equipo recomendado es un Klark Teknik modelo Square One Dynamics el cual es un compresor de excelentes prestaciones de 8 canales en una unidad de rack de 19", Tiene características importantes como una puerta de ruido, limitador, de-esser, posibilidad de configuración estero (4 canales) o monofónica. (8 canales). Dos canales van a ser utilizados para las salidas principales de la consola y los otros seis canales van a ser conectados con señales de micrófono dependiendo cual sea la necesidad.

Gráfico 4.39 Diagrama de Conexiones de los monitores con el ecualizador y la consola.

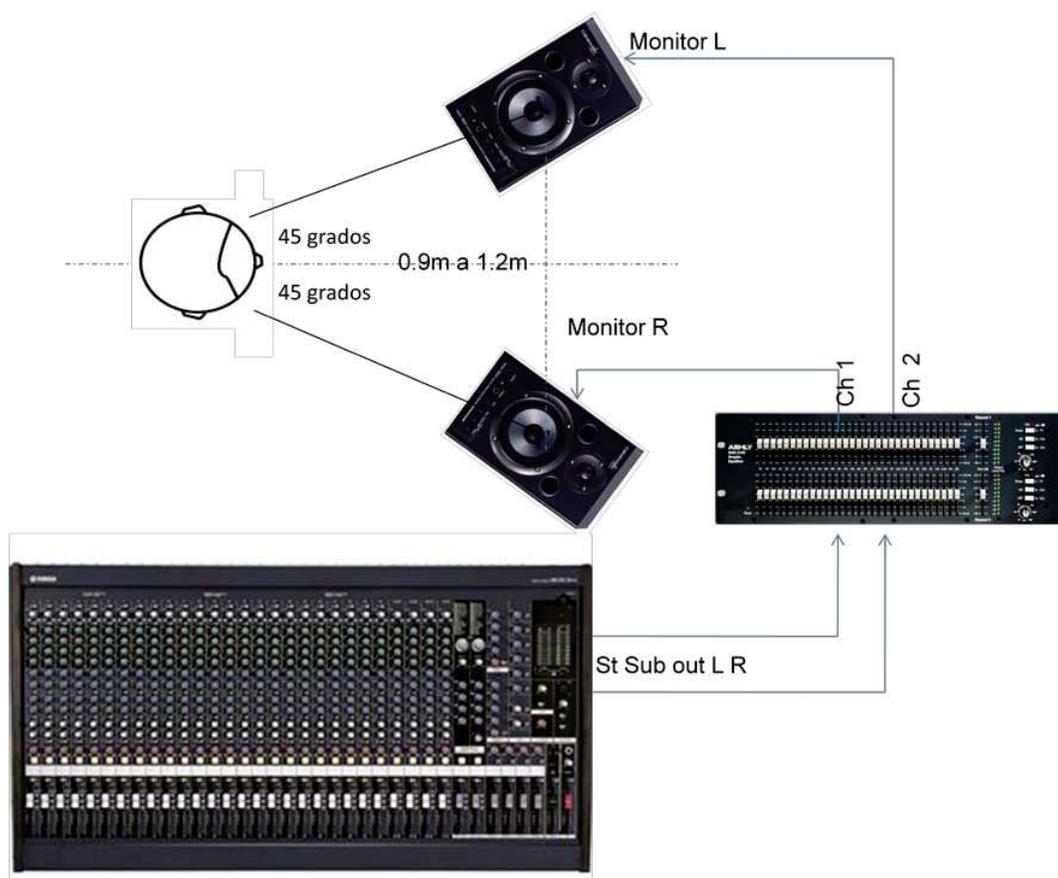


4.5.6 Monitoreo en la sala de edición

En la sala de edición se utiliza dos monitores de uso profesional con respuesta plana marca Roland modelo MA 15D. Son parlantes amplificados de 30W. Para poder tener una buena referencia es necesario tener cada monitor en un canal independiente. Es necesario verificar la respuesta de frecuencia de los monitores en la sala para lo cual se va a utilizar un RTA y ruido rosa. Por medio de el uso del ecualizador se corregirá cualquier deficiencia en la respuesta de frecuencia hasta lograr una respuesta plana o lo mas semejante posible. Es importante mantener una distancia desde los parlantes hacia el operador manteniendo un ángulo que permita tener una respuesta más real de lo que esta sucediendo en vivo, este ángulo debe ser de 45 grados con relación al operador. El tipo de monitoreo es de campo cercano con el fin de evitar

reflexiones y resonancias no deseadas. La posición de los monitores debe ser equidistante desde la pared o un punto de referencia. Se debe asegurar que exista la misma distancia entre los monitores y el las orejas del oyente como si fuese un triangulo equilátero donde los dos monitores son los puntos de la base y la cabeza del oyente es el tercer punto. Se debe asegurar un ángulo horizontal entre el centro de los monitores con el nivel de los oídos del oyente. Estas recomendaciones se las debe seguir una vez determinado la posición exacta, la ubicación de los monitores y la ubicación del oyente en la sala de edición.

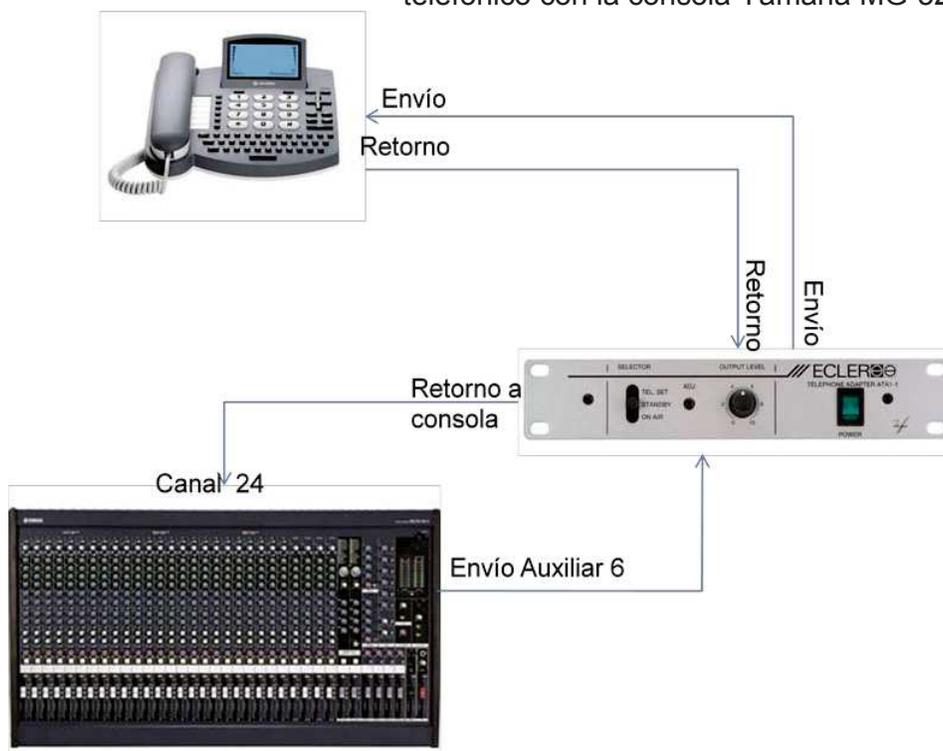
Gráfico 4.40. Diagrama de conexiones de los monitores en la sala de edición.



4.5.7 Conexión telefónica

Para poder tener una señal proveniente desde una llamada telefónica se necesita un adaptador de señal híbrido el cual puede recibir y transmitir audio normal y transformarla en señal telefónica. En Brisa TV se va a mantener el híbrido o adaptador telefónico marca ECLER Modelo ATA 1-1 el cual permite la conexión y la transformación de impedancia de una línea telefónica desde y hacia la consola, En el futuro se planea la adquisición del modelo ATA 2-1 el cual tiene dos líneas telefónicas de entrada y una salida. El flujo de señal de este equipo es el siguiente: la señal de audio del presentador se envía por medio del auxiliar No. 6 hacia el híbrido telefónico y al teléfono. El retorno de esta señal es recibida en el canal 13 de la consola de audio generalmente con un nivel de entrada de -10dB. Utilizando tanto el modelo ATA 1-1 o el modelo ATA 2-1 las conexiones se mantendrían ya que es en el mismo dispositivo donde se maneja la línea de entra con un selector y un nivel de ganancia dedicado para cada línea telefónica.

Gráfico 4.41. Diagrama de conexiones de el híbrido telefónico con la consola Yamaha MG-32.



4.5.8 Conexiones de audio

Para poder optimizar las conexiones de audio es importante antes que nada reubicar canaletas con el fin de aislar cables de audio y los cables de corriente eléctrica para de esa manera evitar inducción electromagnética. Es importante el uso de un cable múltiple como una medusa la cual va estar conectada desde la sala de edición hasta un punto céntrico y de fácil acceso en el estudio de televisión. Se recomienda una medusa de 32 canales x 8 retornos. La consola tiene capacidad para 24 canales, la distribución de los mismos podemos verlos en el enunciado 4.5.2. Los canales restantes de la medusa de 32 canales se van a aprovechar enviando señales adicionales de equipos (no necesariamente de audio) que van a ser ubicados en el estudio de televisión de la siguiente forma:

Tabla 4.2 Lista de conexiones de canales libres de la medusa.

Canal	Señal de Entrada
25	Controlador DMX 512
26	Controlador DMX 192
27	Consola de luces dimmer
28	Interruptor de la máquina de humo
29	Intercom 1
30	Intercom 2
31	Libre
32	Libre
Canal	Envíos hacia el estudio de televisión
A	Monitor Estudio L
B	Monitor Estudio L
C	Apuntador 1
D	Apuntador 2
E	Apuntador 3
F	Libre
G	Libre
H	Libre

Se debe hacer un cheque de todos los cables existentes en Brisa TV. Para tal prueba se utilizará un probador de cables el cual nos permitirá ver si el cable

esta bien soldado y tiene sus conexiones balanceadas bien echas. Este chequeo se debe hacer con cables de audio y video con terminales XLR, TRS 1/4, TS 1/4, RCA, BNC, adaptadores y acoples de cables. Se recomienda el cambio de cables deteriorados o en mal estado. Se debe instruir al personal técnico para la capacitación de la forma correcta del bodegaje del cableado, formas de enrollar sin romper la malla o desoldar algún conector. Se debe optimizar el uso de la patchera existente puesto que hay la existencia de muchos equipos periféricos especialmente de video. La Patchera esta conectada a una mezcladora de video Numark²³ AVM02 mediante la cual se hacen mezclas en vivo con efectos de transición. Este equipo es utilizado mayormente en salidas de campo con equipo vía microonda.

²³ <http://www.numark.com/avm02#>

Capítulo 5

5 Análisis económico

Para poder tener una visión mas detallada del costo que tendría a cabo realizar este proyecto se dividirá en tres grandes rubros: presupuesto para aislación y acondicionamiento acústico, presupuesto montaje eléctrico y arreglos varios y un último presupuesto para electroacústica. A partir de estos tres valores podremos tener un presupuesto general. El objetivo de dividir el presupuesto más que nada es para dar la posibilidad a los directivos de Brisa TV para que puedan ir ejecutando las obras presentadas en este trabajo en una manera gradual o por etapas.

5.1 Presupuesto de aislamiento y acondicionamiento acústico

Tabla 5.1 Presupuesto de aislamiento y acondicionamiento acústico.

Descripción	Materiales	Área	Valor unitario por m2	Costo Total
Piso de Estudio de televisión	Soportes elásticos de caucho de 2cm, loza flotante 7cm	66,67	\$ 65,00	\$ 4.333,55
Piso de Estudio de televisión	Barrederas, m lineal	30,3	\$ 8,00	\$ 242,40
Revestimiento de paredes	Placa de Gypsum, plancha de lana mineral	178,78	\$ 19,00	\$ 3.396,82
Techo	Plancha de lana mineral, y plancha de yeso de 2"	74,69	\$ 34,00	\$ 2.539,46

Puerta de conexión a oficinas estudio de televisión	Puerta doble de madera maciza con recubierta de lana mineral forrada, marco de madera con material aislante	3	\$ 280,00	\$ 840,00
Puerta de conexión a oficinas estudio de televisión	Cierres de caucho m lineal	5,2	\$ 8,00	\$ 41,60
Puerta de conexión al exterior estudio de televisión	Puerta de madera con cámara interna rellena de poliuretano recubierta con planchas de acero 2,6*2,3. Marco metálico	5,98	\$ 350,00	\$ 2.093,00
Puerta de conexión al exterior estudio de televisión	Sellos magnéticos para puerta exterior m. lineal	9,8	\$ 12,50	\$ 122,50
Piso de sala de edición	Alfombra de alto tráfico sobre cama de una lamina de caucho 1cm	22,8	\$ 30,00	\$ 684,00

Puerta de acceso a pasillos sala de edición	Puerta simple de madera maciza, marco con aislante elástico tipo caucho.	4,4	\$ 90,00	\$ 396,00
Puerta de acceso a pasillos sala de edición	cierres de caucho m lineal	4,4	\$ 8,00	\$ 35,20
Ventana de comunicación visual entre las dos salas	Ventana de vidrio doble laminado con inclinación de 10 grados con respecto al vidrio frontal. Marco de madera aislado estructuralmente con caucho y silicona, en el relleno con silica	1,44	\$ 650,00	\$ 936,00
Resonadores	resonador dedicado a 75Hz (costo por unidad)	7	\$ 160,00	\$ 1.120,00
Resonadores	resonador dedicado a 105Hz (costo por unidad)	3	\$ 160,00	\$ 480,00
Resonadores	resonador dedicado a 250Hz Unidad (costo por unidad)	3	\$ 250,00	\$ 750,00
Mano de obra	trabajos varios especialmente en		\$ 500,00	\$ 500,00

adicional	acabados y terminados			
			Subtotal	\$ 18.510,53
			IVA	\$ 2.221,26
			Total	\$ 20.731,79

5.2 Presupuesto para conexiones eléctricas y gastos varios

Tabla 5.2 Presupuesto de material eléctrico e instalación.

Descripción	Característica	Cantidad	Valor unitario	Costo Total
Cajetín principal	Cajetín metálico con pintura electrostática y barras de cobre tipo bornera	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Cajetines zonales	Para las 3 zonas, 1 aire acondicionado y 2 tomas 220V. Cajetines empotrable con bornera tipo platina	6	\$ 60,00	\$ 360,00
Breakers	Termo magnéticos de 100A trifásico	1	\$ 120,00	\$ 120,00
Breakers	Termo magnéticos de 100A monofásico	3	\$ 40,00	\$ 120,00
Breakers	Termo magnéticos 50 ^a	2	\$ 20,00	\$ 40,00

Breakers	Termo magnéticos 60 ^a	7	\$ 25,00	\$ 175,00
Breakers	termo magnéticos 30 ^a	17	\$ 20,00	\$ 340,00
Breakers	termo magnéticos 20 ^a	3	\$ 18,00	\$ 54,00
Breakers	termo magnéticos 10 ^a	3	\$ 18,00	\$ 54,00
Cable acometida principal	Cable THHN AWG#1	116	\$ 37,50	\$ 4.350,00
Cable acometida zonas	Cable AWG#6	156	\$ 22,50	\$ 3.510,00
Tuberías conduit	Tuberías para cableado acometidas	40	\$ 9,50	\$ 380,00
Tubería plástica	Tuberías para cableado en cada zona	100	\$ 3,20	\$ 320,00
Iluminación	Plafones 4x15	8	\$ 35,00	\$ 280,00
Lámparas de emergencia	Lámparas con batería 3h. De dos focos con señalética	6	\$ 20,00	\$ 120,00
Lámpara de señalética	Letrero iluminado para señal "en vivo"	3	\$25,00	\$75,00
Dimmer	Dimmer digital Liter Puter	1	\$ 1.980,00	\$ 1.980,00
Manguera	Manguera de patchado para	60	\$ 12,50	\$ 750,00

	dimmer 8x14			
Mallado	Malla de iluminación	1	\$ 350,00	\$ 350,00
Puesta a tierra	Barras de coperwel	3	\$ 40,00	\$ 120,00
Puesta a tierra	Cableado AWG#8	20	\$ 9,50	\$ 190,00
Puesta a tierra	Cableado con color código AWG#14	100	\$ 1,12	\$ 112,00
Puesta a tierra	Instalación	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Puesta a tierra	Terminales	20	\$ 1,50	\$ 30,00
Backup	UPS	6	\$ 98,00	\$ 588,00
Pararrayos	Equipo e instalación	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Instalación	Mano de obra iluminación obra civil	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Instalación	Mano de obra Eléctrico	2	\$ 350,00	\$ 700,00
Extra	Manillas de puertas	3	\$ 25,00	\$ 75,00
Tomacorriente	Tomas 110v	35	\$ 0,98	\$ 34,30
Tomacorriente	Tomas 220v	3	\$ 3,50	\$ 10,50
			Subtotal	\$ 17.287,80
			IVA	\$ 2.0747,54
			Total	\$ 19.362,34

5.3 Presupuesto para electroacústica

Tabla 5.3 Presupuesto para implementación electroacústico.

Descripción	Modelo	Cantidad	Valor unitario	Costo Total
Micrófono	Sennheiser EW122	5	\$ 750,00	\$ 3.750,00
Micrófono	Sennheiser EW145	3	\$ 740,00	\$ 2.220,00
Micrófono	Shure SM 58	8	\$ 140,00	\$ 1.120,00
Micrófono	AKG C568	1	\$ 941,50	\$ 941,50
Ecuador	ASHLY GQX-3102	2	\$ 460,00	\$ 920,00
Compresor	Klark Teknik Square One Dynamics	1	\$ 2.198,00	\$ 2.198,00
Hibrido	Ecler modelo ATA 2-1	1	\$ 950,00	\$ 950,00
Medusa	Medusa Horizon 32x8	1	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
Cableado	Rollo de cable SKP 100m	2	\$ 125,00	\$ 250,00
Conectores	De audio XLR macho y hembra (20 unidades de cada uno)	40	\$ 2,50	\$ 100,00
Conectores	RCA	40	\$ 1,25	\$ 50,00
Conectores	TRS ¼	20	\$ 2,20	\$ 44,00
Conectores	TS ¼	20	\$ 2,20	\$ 44,00

Conectores	BNC	20	\$ 4,00	\$ 80,00
Valores extras	Importación	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Valores extras	mano de obra instalación	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Subtotal				\$ 17.717,50
IVA				\$ 2.126,10
Total				\$ 19.843,60

5.4 Presupuesto total

Una vez obtenido el presupuesto parcial de cada área se puede ver el costo total que tendría la obra de reacondicionamiento acústico y electro acústico de Brisa TV.

Tabla 5.4 Presupuesto de aislamiento y acondicionamiento acústico.

Rubro	Subtotal	IVA	Total
Aislamiento y acondicionamiento acústico	\$ 18.510,53	\$2.221,27	\$ 20.731,79
Electricidad y gastos varios	\$ 17.287,80	\$2.074,54	\$ 19.362,34
Electroacústica	\$ 17.717,50	\$2.126,10	\$ 19.843,60
Total:			\$ 59.937,73

Queda a decisión de los directivos del canal hacer la inversión necesaria para lograr que este proyecto se ejecute. Sin embargo, tras conversaciones con el Ing. Gunter Von Lippke, dueño de Brisa TV, me supo comentar que por el momento es un poco complicado hacer una inversión de este tipo debido a la crisis económica que esta atravesando el canal.

Capítulo 6

6 Conclusiones y recomendaciones

- El diseño estructural de Brisa TV presenta demasiados problemas especialmente en ruido de fondo. El techo es de estructura metálica con galvalumen, las paredes son de un grosor normal, la puerta de acceso desde la calle hacia el estudio de televisión es de tol, con estructura metálica. Todos estos materiales y su configuración actual que permitió que exista un ruido de fondo de $Leq\ 50.4\ dB$, el cual no cumple con los niveles máximos permitidos dentro de las curvas NC 20 – 25 ideales para estudios de televisión.
- Se mejoró el diseño del techo del recinto, inicialmente se aportó con la solución que mejor aislación daría, una loza de concreto reemplazando a la actual estructura, sin embargo por razones de costo y por lo que el canal se vería obligado a parar su producción televisiva por un tiempo considerable, la solución más viable fue el diseño de un techo tipo sandwich en la cual se va a colocar una plancha de yeso de 2" y en el medio de las dos superficies una capa de lana mineral. Esto ayudará a reducir ruido de impacto como lluvia, transmisión aérea y ruido de tráfico. Se debe instalar los muelles elásticos necesarios tanto para la colocación de la parilla de iluminación como de los resonadores de Helmholtz que serán colgados desde el techo.
- El techo existente en la sala de edición tenía un tratamiento similar aunque contaba con un recubrimiento de entablado de madera. Pese a ello, el ruido de fondo encajó dentro de las recomendaciones de las curvas NC 40 – 45, sin embargo, ya que el objetivo primordial de este trabajo de titulación es mejorar la calidad acústica y electroacústica, se diseñó un montaje para el techo en donde considera la adición de dos placas, la una de fibra de vidrio y una segunda de caucho, con el fin de evitar el ruido de impacto, transmisión aérea y bajar el ruido de fondo. De la misma manera se recomienda que el montaje de esta estructura sea con materiales de la mejor calidad respetando el diseño con el fin de

asegurar el mejor resultado de aislación y transmisión. Todas las juntas entre el techo y las paredes deben estar selladas completamente, se puede utilizar macilla o espuma de poliuretano expandible.

- Las paredes existentes en el estudio de edición no prestan ninguna mejora a la acústica del local, son de bloque de hormigón enlucido. El costo que tendría el derrocamiento y la construcción de una nueva partición con mejores cualidades acústicas sería imposible debido a que se tendría que parar la producción del canal, y el costo sería como construir una nueva locación el cual puede ser de aproximadamente \$50 por m², razón por la cual en el nuevo diseño se reutiliza la pared existente y se añade una segunda pared de ladrillo macizo con una cámara interna rellena de arena, la razón principal de agregar una cámara rellena entre ambas paredes es para poder aumentar el aislamiento con el fin de reducir la transmisión sonora indeseada generada mayormente en bajas frecuencias por ruido de tráfico de rodadura y aéreo. Se debe procurar evitar tener espacios de aire dentro de la cámara rellena, es decir, debe estar completamente llena sin burbujas de aire ya que esto bajaría su valor de STC.
- La superficie de ladrillo debe estar enlucida y pintada en blanco color básico para lograr buena difusión de iluminación y posible utilización de cromas. Cualquier junta o grieta debe estar completamente sellada con macilla o espuma de poliuretano expandible, la unión entre techos y paredes se debe completar con ladrillo y se debe procurar sellar las juntas con espuma expandible. La atenuación que presta esta partición con la utilización únicamente de las dos paredes sin cámara de relleno es de un STC de 56. Si se agrega una cámara de 5cm rellena con arena seca se obtendrá un aumento de 6dB por lo que tendríamos un STC total de 62dB. Lo ideal es evitar cualquier tipo de conexión estructural entre ambas paredes, es decir que sean completamente independientes.

- Las mismas consideraciones deben tomarse para las paredes de la sala de edición en donde se plantea añadir una plancha de Gypsum de 2" con una cámara de 7cm rellena con lana mineral. Se debe tener cuidado con el acoplamiento estructural, evitar grietas y sellas bien las juntas entre el techo y las paredes para poder lograr la mayor absorción posible. Hay que tener extremo cuidado con el sellamiento de la cámara rellena de lana mineral ya que es nocivo para la salud.
- El aislamiento que aporta una puerta no depende únicamente del diseño de la puerta sino también del montaje que esta tenga, es decir el aislamiento de las juntas y del marco de la puerta con la estructura del recinto. Se recomienda que el marco de la puerta debe ajustarse a la pared de tal forma que no existan grietas o cavidades huecas que sirvan como vías de escape. Así mismo, la junta entre el marco y la puerta debe evitar al máximo grietas o cavidades. En ambos casos, se debe considerar además, el desacoplamiento elástico de la estructura principal, mediante juntas de caucho. La puerta de conexión al exterior es la más conflictiva debido a su gran área y su poco aislamiento, con el diseño presentado en este trabajo se propone mejorar el aislamiento de la puerta con el fin de poder evitar el ruido de tráfico y por ende lograr bajar el ruido de fondo presente en el estudio de grabación. La puerta de conexión entre el estudio y el pasillo así como la de la sala de edición mejoraran el aislamiento acústico de ambas salas, siempre y cuando se siga al pie de la letra las recomendaciones de montaje.
- El montaje de la losa flotante es muy importante ya que se planea mejorar el ruido de impacto producido por personas caminando, movimiento de trípodes, vibración por tráfico, etc., se deben seguir todas las seguridades de montaje necesarias, utilizar hormigón de buena calidad con pruebas de resistencia de material y evitar tener conexiones físicas con la estructura del recinto.
- El uso de paneles de acústica variable propuesto como objetivo no fue viable puesto que el estudio no está diseñado para ser de uso mixto o de varios sets al mismo tiempo. Únicamente se enfocan a entrevistas y

noticias, la presencia de músicos en vivo es muy esporádica y generalmente para estos casos utilizan *playback*. Se considera que la mejor opción es tener una respuesta de frecuencia bastante plana en la sala y bajar el ruido de fondo. Se ha priorizado en tener una sala mayormente seca, sin embargo que no sea al extremo ya que se perdería calidez en el sonido.

- Los problemas existentes en la sala los cuales fueron analizados después de haber hecho las mediciones eran frecuencias de resonancia específica, esto se resolvió mediante el uso de resonadores unitarios con el fin de poder controlar la excitación anormal de dichas frecuencias.
- La fabricación de los resonadores debe ser hecha con el mejor material y mano de obra respetando con exactitud las medidas con los cuales fueron diseñados. Su instalación debe hacerse con muelles elásticos y sin que entorpezca la parilla de iluminación o algún acceso en la sala de edición
- En la sala de edición, después de la aplicación de la solución con resonadores tendría una respuesta aplanada, sin embargo si se desea se puede realizar un difusor QRD bidimensional desde los 2kHz y tres octavas de alcance con el fin de elevar un poco las altas frecuencias. Según los datos obtenidos no es necesario dicho cambio puesto que mayormente se trabaja con la voz y la respuesta obtenida en la sala es muy buena para la aplicación deseada. Sin embargo se deja a opción de los dueños del canal dicho cambio.
- Se plantea la reutilización de los equipos encontrados en el canal y el mejoramiento de la cadena electroacústica añadiendo equipos nuevos con mejores prestaciones.
- Lo ideal sería tener una consola de broadcasting en el canal ya que son equipos dedicados para esta tarea, lamentablemente por el alto costo que tienen estos equipos nos vimos obligados a reutilizar la consola que tenían anteriormente. En el caso de existir la posibilidad en un futuro de adquirir una consola de broadcasting, se recomienda la Soundcraft BB100 la cual cumpliría con todas las necesidades del canal de

televisión, el costo actual en el mercado de este equipo es de aproximadamente \$30.000.

- El nuevo diseño electroacústico mejora las etapas dinámicas con la adquisición de compresores, se envían señales independientes para monitoreo con su debido ecualizador dedicado con el fin de poder realizar una ecualización óptima de los equipos en función de la sala. Se recomienda el uso de un RTA y ruido rosa para poder obtener la respuesta de frecuencia de la sala y de esa manera, con el uso de los ecualizadores, compensar cualquier falencia que esta tenga.
- Las conexiones eléctricas encontradas en Brisa TV no tienen un criterio de diseño, no cumplían con ninguna norma de seguridad ni distribución de corrientes específicas. Para mejorar esa realidad, se diseñó una nueva distribución eléctrica en la cual dividimos toda la instalación en 3 zonas cada una con tres fases y un neutro común con el fin de poder dividir cargas y destinar el tipo de uso de la red. Es así como se logró independizar las conexiones de audio, video e iluminación. Los cálculos de breakers están basados en equipos convencionales para canales de televisión. Se contemplan tomas de 220V con un cajetín independiente hacia medidores específicos los cuales deben ser solicitados a la Empresa Eléctrica. Estas tomas serán usadas para equipos especiales como luces con focos HMI de descarga, etc.
- Debido a que ya existe una obra civil en el sitio, se recomienda la excavación de zanjas para colocar tuberías eléctricas, de preferencia deben ser construidas a mano ya que esto hace que su conformación sea más regular. Dentro de las zanjas se debe colocar tuberías para conductores eléctricos conduit de tipo rígido con la capacidad necesaria para los cables de acometida. La zanja deberá tener una profundidad mínima de 40cm, además se debe conformar una cama de arena de 10cm sobre la cual se van a instalar las tuberías. Cada cajetín zonal debe tener su tubería independiente para evitar sobrecalentamiento por inducción electromagnética entre las diferentes cargas de las diferentes zonas.

- El cableado debe ser THHN o cable sucre flexible multifibra con aislamiento de PVC y nylon.
- Se recomienda que cada cajetín vaya en su propia tubería.
- Los tomacorrientes deberán ser ubicados a una altura de 30cm desde el piso para conexiones a 110V y debe tener su cajetín correctamente instalado con puesta a tierra y respetando la normativa de conexiones de fase y neutro en los polos
- Evitar el uso de empalmes en los cableados ya que aumenta la resistencia del cable y puede producir un sobrecalentamiento excesivo en esa sección.
- Es muy importante que Brisa TV cuente con la señalética necesaria en donde se indique puntos de reunión, rutas de evacuación, salidas de emergencia, se debe instalar sistemas de lámparas de emergencias y luces de “en vivo” (si está contemplado en el diseño), sistemas de detección de humo y aspersores de fuego. Se debe etiquetar de una forma clara y de Fácil entendimiento los cajetines zonales y los circuitos que estos controlan.
- Las puestas a tierra así como la protección para rayos es sumamente importante ya que permite cuidar los equipos de descargas indeseadas, variaciones de voltaje, ruidos de tierra, etc. Se debe cumplir con todos los parámetros de montaje y debe ser realizado por personal capacitado.
- Una de las cosas que afecta hoy en día a los canales de televisión es la falta de producciones de calidad por lo cual es necesario la implementación de normativas que permitan mejorar la calidad, con programas que tengan un contenido sano, con una idea clara y que el televidente pueda disfrutar. No sirve de nada tener la mejor infraestructura acústica y electroacústica si la producción del canal es de pésima calidad. Es algo que debe ir de la mano con el objetivo de ir aumentando el rating y el posicionamiento del canal.
- Es importante la capacitación del personal técnico con el fin de que se aproveche los nuevos diseños eléctricos y electroacústicos. Tener dentro del personal del canal a técnicos o ingenieros de audio,

iluminación e imagen profesionales y darles una capacitación continua con instructores calificados en donde se les enseñe procedimientos, normas, formas de uso de equipo, etc. Es una herramienta clave que sin duda mejorará la calidad del canal.

- Proyección General del Trabajo.- Se busca con este trabajo de titulación la especialización en el diseño e implementación de cadenas electroacústicas y acondicionamiento acústico para estudios de televisión, radio y grabación, como una forma de aplicación en el aspecto laboral como Ingeniero de Sonido y Acústica.

Capítulo 7

7 Bibliografía

- [1] BARRERA, Rubén, Software de predicción de aislamiento acústico a partir de elementos constituyentes v1.1. Aplicación Software.
- [2] BRAVO, Juan Manuel, Aislamiento acústico de particiones ligeras con fisuras perimetrales. Influencia del sellado, Revista de Acústica Vol. 36 No3-4, Valencia, pp 4-10.
- [3] CARRION, Antonio Isbert, Diseño acústico de espacios arquitectónicos, Editorial UPC, 1998, Barcelona, pp 63-68
- [4] GILL, Gualter, Todo sobre antenas de Televisión, Depósito Legal, 1977, Brasil, p.1
- [5] GLYN, Alkin, Sound Techniques for video & TV, Editorial Butterworth, 1989, USA. pp 14-18, pp 24-32, pp 34-62, p 106, pp 118-146
- [6] HIGIN, Arau, ABC de la Acústica Arquitectónica. Editorial Ceac 1990, España, pp 105-114, pp115-169, p 172, p 178, pp 184-192
- [7] KNUDSEN, Vern, Acoustical Designing in Architecture. Acoustical Society of America, 1988, USA, pp 74-111, pp 135-146, pp 205-246, pp 355-400
- [8] MIRAYA, Federico, Control de Ruido, 1999, p 5-1, p 5-3, pp 6.19-7.18, pp 7-50 pp 7-53.
- [9] NERI, Alejandro, Acoustic, <http://www.aiu.edu/publications/>, 2011-05-02
- [10] RECUERO, Manuel, Ingeniería Acústica, Editorial Paraninfo, 1999, España, pp 411-430
- [11] SOMMERHOFF, Jorge, Acústica de Locales Acondicionamiento Acústico interior de salas, Editorial Limusa, 1989, Valdivia, pp 4.1 – 4.29. p 5.2,
- [12] WHITTAKER Ron, Sonido en T.V. principios básicos, <http://www.cybercollege.com/span/tvp037.htm>, 2004, 21 de junio 2010, p.37

Capítulo 8

8 Anexos

8.1 Mediciones tomadas en Brisa TV

8.1.1 Medición de ruido de fondo del estudio de televisión con las luces encendidas

LEQ(A)	50,6
LEQ(C)	62,5

Freq	Z [dB]	A [dB]
20 Hz	50,3114	-0,188568
25 Hz	51,6527	6,95275
31.5 Hz	58,4535	18,9535
40 Hz	51,4733	16,8733
50 Hz	50,3422	20,1422
63 Hz	50,469	24,269
80 Hz	49,4657	26,9657
100 Hz	41,4251	22,2251
125 Hz	37,4927	21,3927
160 Hz	35,674	22,274
200 Hz	33,417	22,517
250 Hz	32,2941	23,6941

315 Hz	32,4503	25,8503
400 Hz	33,7789	28,9789
500 Hz	32,8441	29,6441
630 Hz	33,3471	31,4471
800 Hz	33,5658	32,7658
1 kHz	34,1006	34,1006
1.25 kHz	34,6081	35,2081
1.6 kHz	35,3531	36,3531
2 kHz	36,1223	37,3223
2.5 kHz	37,1238	38,4238
3.15 kHz	38,4677	39,6677
4 kHz	39,9361	40,9361
5 kHz	40,0644	40,6644
6.3 kHz	40,9942	40,8942
8 kHz	41,6818	40,5818
10 kHz	42,7679	40,2679
12.5 kHz	43,7756	39,4756
16 kHz	44,8732	38,2732
20 kHz	46,7098	37,4098

8.2 Medición de ruido de fondo del estudio de televisión con las luces apagadas

LEQ(A)	50,4
LEQ(C)	61,5

Freq.	Z [dB]	A [dB]
20 Hz	48,7194	-1,78064
25 Hz	47,6445	2,9445
31.5 Hz	58,9028	19,4028
40 Hz	51,8414	17,2414
50 Hz	47,8535	17,6535
63 Hz	49,0517	22,8517
80 Hz	48,531	26,031
100 Hz	41,9206	22,7206
125 Hz	40,8739	24,7739
160 Hz	37,0353	23,6353
200 Hz	34,9507	24,0507
250 Hz	34,9215	26,3215
315 Hz	34,4173	27,8173
400 Hz	33,5517	28,7517
500 Hz	33,0715	29,8715

630 Hz	33,0532	31,1532
800 Hz	33,2252	32,4252
1 kHz	33,9391	33,9391
1.25 kHz	34,4797	35,0797
1.6 kHz	35,2132	36,2132
2 kHz	36,0702	37,2702
2.5 kHz	37,0005	38,3005
3.15 kHz	38,14	39,34
4 kHz	38,8199	39,8199
5 kHz	39,7718	40,3718
6.3 kHz	40,5527	40,4527
8 kHz	41,4608	40,3608
10 kHz	42,6271	40,1271
12.5 kHz	43,7528	39,4528
16 kHz	44,8776	38,2776
20 kHz	46,7105	37,4105

8.1.3 Medición del espectro de frecuencia del estudio de televisión

Freq	A [dB]
20 Hz	51,3319
25 Hz	55,8154
31.5 Hz	61,1826
40 Hz	68,0393
50 Hz	76,1726
63 Hz	80,9411
80 Hz	84,5054
100 Hz	80,1962
125 Hz	75,5636
160 Hz	74,2933
200 Hz	75,346
250 Hz	79,2738
315 Hz	80,6768
400 Hz	76,689
500 Hz	77,1505
630 Hz	75,732
800 Hz	74,9628
1 kHz	71,4322
1.25 kHz	69,8376

1.6 kHz	71,0703
2 kHz	72,2924
2.5 kHz	69,8279
3.15 kHz	72,6181
4 kHz	73,3695
5 kHz	73,715
6.3 kHz	72,2551
8 kHz	70,8633
10 kHz	70,362
12.5 kHz	66,6354
16 kHz	59,4242
20 kHz	48,2092

8.1.4 Medición de ruido de fondo de la sala de edición

LEQ(A)	51,3
LEQ(C)	58,0

Freq	Z [dB]	A [dB]
20 Hz	44,1496	-6,35037
25 Hz	44,4708	-0,229195
31.5 Hz	46,1921	6,69209
40 Hz	42,2004	7,6004
50 Hz	48,6297	18,4297
63 Hz	42,5023	16,3023
80 Hz	45,5487	23,0487
100 Hz	40,9021	21,7021
125 Hz	42,3191	26,2191
160 Hz	40,9822	27,5822
200 Hz	38,2772	27,3772
250 Hz	36,4492	27,8492
315 Hz	37,7834	31,1834
400 Hz	37,4808	32,6808
500 Hz	37,5951	34,3951
630 Hz	36,7998	34,8998

800 Hz	36,6825	35,8825
1 kHz	35,873	35,873
1.25 kHz	36,3801	36,9801
1.6 kHz	36,7263	37,7263
2 kHz	37,1178	38,3178
2.5 kHz	37,8857	39,1857
3.15 kHz	38,5548	39,7548
4 kHz	39,641	40,641
5 kHz	40,5392	41,1392
6.3 kHz	41,2134	41,1134
8 kHz	42,0754	40,9754
10 kHz	43,1513	40,6513
12.5 kHz	44,2972	39,9972
16 kHz	45,4851	38,8851
20 kHz	47,1515	37,8515

8.1.5 Medición del espectro de sala de la sala de edición

Frecuencia [Hz]	NPS [dB]
20 Hz	48,4091
25 Hz	55,9129
31.5 Hz	64,2352
40 Hz	75,2442
50 Hz	66,7258
63 Hz	77,1636
80 Hz	87,1266
100 Hz	86,3758
125 Hz	79,5202
160 Hz	83,5297
200 Hz	82,9599
250 Hz	88,4571
315 Hz	85,3875
400 Hz	85,297
500 Hz	82,1254
630 Hz	83,8976
800 Hz	78,3899
1 kHz	76,9605

1.25 kHz	76,347
1.6 kHz	77,2634
2 kHz	79,0031
2.5 kHz	75,2776
3.15 kHz	78,141
4 kHz	79,3235
5 kHz	78,0765
6.3 kHz	74,0886
8 kHz	69,0056
10 kHz	62,4433
12.5 kHz	51,9549
16 kHz	46,4538
20 kHz	47,4435

8.2 Glosario

- **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.
- **Apuntador:** Sistema de comunicación tipo retorno o monitoreo utilizado en televisión en el cual se da instrucciones de cualquier tipo a presentadores, entrevistados, etc.
- **Bypass:** Es un switch con el cual se puede hacer
- **Cóncavo:** una curva que se hunde hacia dentro
- **Convexo:** una curva que sobresale
- **Control room:** Ó cuarto de control, es conocido como el lugar en donde se controla todos los equipos de un estudio de televisión o radio. En consolas se refiere a una salida en la cual se tiene una mezcla copia de la principal con un control de volumen independiente.
- **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.
- **Dimmer:** Es un dispositivo electrónico el cual controla voltaje utilizado para aplicaciones de iluminación y así poder controlar la cantidad de iluminación en un cierto circuito.
- **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 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.
- **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
- **Galvalumen:** 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.

- **Headroom:** Es el margen de sobrecarga entre el nivel nominal y el nivel a partir del cual empieza a distorsionarse la señal. Es un parámetro que te da una idea de como de bueno es el diseño del equipo sobre todo en cuanto a la fuente de alimentación. El headroom dependiendo del tipo de equipo y de su uso para el que fue diseñado puede variar, no implicando que un headroom bajo sea malo, si no al revés visto mas bien como un nivel nominal alto.
- **Impedancia:** Resistencia al paso de corriente.
- **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.
- **Oscilación:** Variación en el tiempo de un medio o sistema.
- **Padind ó pad:** Superficie semi-rígida elástica con propiedades impermeables.
- **Peak:** Valor de Pico o donde empieza a saturar una señal.
- **Phantom Power:** Fuente Phamton o Alimentación fantasma es una forma de proporcional alimentación continua a equipos de audio que los requiera como micrófonos de condensador. Generalmente envía 48V y entre 10 a 15mA. También hay versiones de P29 (29V) y P12 (12V).
- **Pin:** Parte de un conector.
- **Transmisión vía microonda:** Envía y recibe señales desde un punto específico.
- **Playback:** Es una escenificación en donde el artista realiza la mímica de tocar algún instrumento mientras el verdadero audio sale desde un reproductor como si fuese una pista sobre la cual interpreta.
- **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.
- **Radiación:** Propagación de energía en forma 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 rosa:** Señal que su contenido de energía por frecuencia disminuye 3 dB por octava.
- **Saturación:** Distorsión de la señal sonora.
- **Shotgun:** Tipo de micrófono ambiental de tipo condensador con patrón polar super e hipercardiode utilizado generalmente en televisión y cine ya sea en interiores o exteriores.
- **Silica:** Oxido de silicio, usado en la producción de cristal de ventanas, vasos.
- **Superficie sólida:** superficie dura, rígida.
- **Uniones Mecánicas:** Unión de elementos mecánicos.

8.3 Registro fotográfico.

Gráfico 8.1 Ubicación de micrófono en Posición 1 para iniciar mediciones en el estudio de televisión



Gráfico 8.2 Micrófono de medición y parlante Tapco (fuente).



Gráfico 8.3 Interface Utilizada en las mediciones al final



Gráfico 8.4 Micrófono de medición ubicado a 1m, fuente a 94db. Micrófono e interface de medición: HARMONIE



Gráfico 8.5 Medición según la norma de 1m de distancia desde la fuente hacia el micrófono y un NPS de 94dB. al final



Gráfico 8.6 Medición de barrido de frecuencias para MNV,



Gráfico 8.7 Calibración del parlante Tapco y micrófono para la medición. En el fondo, puerta de conexión con el exterior.



Gráfico 8.8 Parrilla de iluminación ubicada en el estudio de televisión



Gráfico 8.9 Ubicación de espacios en el estudio de televisión.



Gráfico 8.10 Control máster de video.



Gráfico 8.11 Estaciones de Edición.



Gráfico 8.12 Ubicación detallada de áreas de trabajo de Brisa TV.

