

FECHA	27 de Junio de 2008
-------	---------------------

NÚMERO RA	
PROGRAMA	Ingeniería de Sonido

AUTOR (ES)	ALARCÓN CASTRO, Jaime; CÁCERES CORAL, Oscar y ANGEL HERNANDEZ, Javier.
TÍTULO	PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE LA EMISORA DE RADIO ONLINE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, SEDE BOGOTÁ D.C. Y DISEÑO ACÚSTICO DEL RECINTO.

PALABRAS CLAVES	<ul style="list-style-type: none"> • Emisora de radio online. • Absorción equivalente. • ADSL. • Campo libre. • Compresión. • Difracción. • Difusión. • Enmascaramiento. • Membrana basilar. • NC. • NRC. • Onda electromagnética. • RRUC. • Streaming. • TL. • Webcast.
-----------------	--

DESCRIPCIÓN	<p>Una emisora de radio online es un medio de comunicación a través del cual se puede difundir cualquier tipo información noticiosa, publicitaria o de entretenimiento.</p> <p>Al igual que una emisora convencional que transmite por medio de un transmisor y a través del espectro electromagnético administrado por el Ministerio de Comunicaciones, una emisora de radio online posee los mismos procesos de producción, la única diferencia es el modo en que se emite, ya que la emisora de radio online utiliza la Internet para transmitir a todo el mundo, además de que no necesita incurrir en tantos gastos como tocaría con una emisora de radio que pretenda transmitir con un transmisor.</p> <p>En cuanto al diseño acústico del recinto en donde se va a situar la emisora de radio online, no se especifican parámetros para su diseño, por lo contrario existen opiniones distintas en cuanto a su adecuación, pero lo mas importante es que se puede adoptar cualquier tipo de parámetro acústico y técnico para su puesta en marcha.</p> <p>Finalmente una emisora de radio online es de mayor accesibilidad para un ente educativo y/o cualquier otro publico, privado, natural o jurídico y de mas fácil ejecución que una emisora de radio que necesite una licencia de funcionamiento que emita el Ministerio de Comunicaciones.</p>
-------------	--

<p>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS</p>	<p>Textos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño Acústico de espacios arquitectónicos, Antoni Carrión Isbert, Editorial Alfaomega. • Ingeniería Acústica, Manuel Recuero. • Recording engineer's, Bobby Owsinski • Física para ciencias e ingeniería, Serway - Beichner • Emisora de radio independiente sin ánimo de lucro, "diseños alternativos, "tecnología transmisión de radio via Internet", (Barcelona España), www.radiobronka.info/IMG/pdf/radio-online.pdf - • Declaración Mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y Acción, y Marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior. • Barron Randall. Industrial Noise Control and Acoustics. Marcel Dekker 2001. • Beranek L. Acoustics. 1993. ASA. • Harris C. Shock and Vibration Handbook. 5th Ed McGraw Hill - 2002. • Arte de proyectar en arquitectura. Fundamentos, normas y prescripciones sobre construcción, dimensiones de edificios, locales y utensilios, instalaciones, distribución y programas de necesidades, de Ernest Neufert. Ediciones G. Gilli, S.A., 1999 • Audio Systems design and installation de Philip Giddings. • Redes de área local, editorial McGraw-Hill, 1997 de Alfredo Abad • Redes para proceso distribuido: área local, arquitecturas, rendimiento, banda ancha de Computec-Rama, 1997. <p>Sitios Web:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de comunicaciones de la republica de Colombia. (Bogota DC), 2003, www.mincomunicaciones.gov.co • Unidad administrativa especial dirección nacional de derechos de autor, ministerio del interior y de justicia, "derechos de autor", (Bogota DC), año 2002, www.derautor.gov.co • Conferencia mundial sobre la educación superior, declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI, "estrategias tecnológicas de educación superior", 9 de octubre de 1998 • www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm <p>Contactos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero Fernando Luís Pérez Manzano - Ministerio de Comunicaciones. • Señor Guillermo Gaviria - Coordinador Nacional de la RRUC (Red de Radios Universitarias de Colombia) y Director Ejecutivo de la emisora de radio Javeriana Estéreo de la Pontificia Universidad Javeriana. • Señor Fernando Rivera - Asistente Administrativo de la emisora de radio Javeriana Estéreo de la Pontificia Universidad Javeriana. • Señor Nixon Arenas - Director de la emisora de radio de la Universidad de la Sabana. • Señor Julián Saad - Director de la emisora de radio del Colegio Gimnasio Moderno. • Señor Juan Carlos García Otalvaro – Director de recaudos de Sayco & Acinpro. • Asomedios (Asociación Nacional de Medios de Comunicación)
-----------------------------------	---

NÚMERO RA	
PROGRAMA	Ingeniería de Sonido

CONTENIDOS	<p>OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>OBJETIVO GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar una propuesta para la creación de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. y diseño acústico del recinto. <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar la localización de la planta física más adecuada, que sirva como soporte para la puesta en marcha de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. Identificar los procesos de producción de una Emisora de Radio Online. Definir los parámetros acústicos, de equipamiento y de software debidos, para la creación de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. Determinar los requerimientos legales ante Sayco & Acinpro y los reglamentarios de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C., para la puesta en marcha de la Emisora de Radio Online. Diseñar el link de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. Generar transmisiones de prueba desde la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. <p>Con la propuesta para la creación de la emisora de radio online de la Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá D.C., y diseño acústico del recinto se desarrollaron las siguientes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recolección de información: en el numeral 2 consignado en la tabla de contenido dentro del documento se puede observar y leer detalladamente todos los antecedentes investigativos que dieron base teórica para el desarrollo de este proyecto. Levantamiento del recinto en estudio – Salón 417 del edificio Duns Scotto: en el numeral 4.1.1. y 4.1.1.1 se definen los distintos procesos de elección y levantamiento del recinto original en estudio. Mediciones del Salón en estudio: en el numeral 4.1.2 y hasta el numeral 4.1.5 se detalla extensamente todos los distintos procedimientos para las diferentes mediciones realizadas al recinto original. Análisis de los resultados de la medición del recinto original: acompañado por las
------------	---

distintas mediciones realizadas se encuentran consignados en la sección de anexos todos los detalles gráficos y de tabulación arrojados durante el proceso de selección y posterior erección del recinto a estudiar.

- Propuesta de diseño: en el numeral 4.1.6, 4.3, 5.1 y 5.2 se explica ampliamente todo el diseño propuesto para el montaje y adecuación de la emisora de radio online junto con su debido equipamiento.
- Configuración del servidor para emitir online: en el numeral 4.2 se explica como configurar de manera sencilla cualquier equipo como servidor para poder emitir algún tipo de programación desde la emisora de radio online.
- Visualización final de la propuesta: en los diferentes anexos se encuentran todos los detalles constructivos y arquitectónicos de la propuesta y de igual manera en el numeral 4.1.6 y 5.1 se puede observar como puede llegar a quedar la planta física de la emisora de radio online.

NÚMERO RA	
PROGRAMA	Ingeniería de Sonido

METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN Dentro del enfoque de la investigación, este proyecto se define como empírico- analítico ya que cuyo interés es el técnico, orientado a la interpretación y transformación del mundo material; se pretende realizar un balance entre la parte teórica y la verificación experimental para poder desarrollar con bases sólidas la propuesta para la creación y puesta en marcha de la emisora de radio online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. • LINEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA El proyecto se desarrolla dentro de la línea de investigación denominada Tecnologías actuales y sociedad ya que la dinámica de los medios de comunicación evoluciona constantemente, debido a esto la radio online se involucra directamente con la sociedad siendo de gran importancia para aquellos que pretenden explorar dentro de este campo. La sublínea de investigación de este proyecto se desarrolla dentro de los sistemas de información y comunicación, ya que la radio online tiene como fin ser medio de difusión masiva, lo anterior nos ubica en el campo temático de la acústica y el diseño de sistemas de sonido, los cuales son de vital importancia para la creación de una emisora con estándares técnicos a nivel profesional. • TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Para este proyecto se utilizaron varios métodos e instrumentos los cuales nos mostraron claramente los resultados, estos métodos fueron seleccionados por la magnitud del resultado al cual nos iba a conllevar. Asimismo estos funcionaron de una manera excelente ya que se les dio un orden adecuado y a medida que se iba utilizando uno, el anterior lo soportaba dándole así mayor credibilidad. • RECONOCIMIENTO DEL CAMPO El primer punto que se tuvo en cuenta dentro del proyecto fue indagar acerca del

funcionamiento de este tipo de emisoras en cuanto a constitución e historia se refería; es de esta manera como se procedió a realizar búsquedas de esta información por medio de la Internet y de libros los cuales mostraban estos primeros resultados, dando una idea general del enfoque el cual tendría el proyecto. Asimismo se encontraron los comienzos de esta manera de hacer radio conociendo precursores, implementadores y tipo de público (capacidad de visitantes), los cuales son los directos implicados dentro del proyecto. Este método muestra básicamente conocer el producto al cual se quiere acceder.

- VISITAS GUIADAS

Para la programación de citas con personal idóneo en cuanto al tema que este proyecto se refiere, se realizaron algunos contactos dentro del medio de radiodifusión, de esta manera se muestra una idea general de la forma de operación que se tiene en este medio. En este punto no solamente se tuvieron en cuenta las emisoras online, sino que también emisoras ya conformadas como importantes dentro del medio, con un dial en la radio establecido; esto a razón de mostrar una visión a modo futuro de un funcionamiento completo de una emisora, también se analizó de manera concisa el manejo de una emisora y los alcances y resultados que estas han tenido.

Para establecer los requerimientos legales los cuales son de absoluta exigencia para poder llevar a cabo las transmisiones de la emisora On-line se utilizaron las visitas guiadas que fueron en este caso explícitamente ante el ministerio de comunicación y ante Sayco y Acinpro, de esta manera saber con información de primera mano, cuales son las posibilidades de acceso a una emisora de este tipo.

No obstante y a modo de investigación, se indagó sobre este tipo de información, de las emisoras a nivel mundial y su funcionamiento esto ayudó a que la propuesta mostrara bases más fuertes y claras.

Las visitas guiadas en sí fueron bastantes constructivas, sobre todo en sentido de cooperación de los contactos en casi todas las ocasiones, de igual manera se indagó este caso con algunas de las universidades que utilizan este medio, como uno de sus pilares formativos.

- GALERÍA DE FOTOS

Luego de las visitas guiadas y paralelo a ellas se desarrollará un archivo fotográfico el cual servirá como apoyo visual y estructural el cual indique sustancialmente el proceso que se lleva a cabo y la manera de proceder durante el desarrollo ingenieril del proyecto.

- LOCALIZACION DEL RECINTO

Para la localización del recinto se aplicó la técnica de medición por medio del sonómetro descrita y referenciada en el marco teórico, esta técnica es la ideal para enfocar e identificar claramente la localización del recinto que se va a tener en cuenta, ya que la universidad tenía varios recintos posibles para la realización del diseño.

No se utilizaron otras técnicas de medición como por ejemplo demostraciones de simulación por que esta técnica no tendría consecuencias concretas, pues sus cifras son muy poco eficaces para lo que se busca dentro de este proyecto, ya que estos simuladores (Demos), muestran resultados muy generales y poco fiables; para que esta técnica sea altamente efectiva y tenga validez dentro de un proyecto como este, se debe utilizar un simulador profesional y estos simuladores resultaron ser económicamente inasequibles al presupuesto indicado dentro de esta investigación.

- HIPÓTESIS

Al realizar transmisiones de Radio On-line desde el servidor de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C., se tendrá la capacidad de ofrecer la señal a 80 usuarios conectados al mismo tiempo.

- VARIABLES
 - VARIABLE INDEPENDIENTE
 - Disponibilidad de la emisora para fines educativos.
 - Interés por parte de los estudiantes.
 - Nivel de ruido de fondo.
 - Temperatura.
 - Humedad relativa.
 - VARIABLE DEPENDIENTE
 - Ubicación de la emisora.
 - Personal idóneo que opere la emisora.
 - Tiempo de reverberación.
 - Nivel de aislamiento.

CONCLUSIONES

- La hipótesis no se cumple ya que el ancho de banda para el servidor, suministrado por parte de la universidad fue de 1Mbps, con el cual se obtuvo un total de 22 usuarios con una compresión de envío de 40 Kbps, de igual manera se obtiene un total de 11 usuarios con una compresión de envío de 80Kbps, la compresión puede ser menor a 40 Kbps en formato Mp3 pero la calidad de audio disminuye notablemente principalmente en frecuencias altas.
- El recinto en el cual se realizaron las pruebas y el diseño de la emisora fue el adecuado según las mediciones hechas durante el proyecto, demostradas y sustentadas dentro del mismo.
- Los procesos de producción de la emisora Online son los mismos de cualquier emisora con licencia de transmisión emitida por parte del Ministerio de Comunicaciones.
- La emisora descrita en el proyecto maneja un buen criterio de diseño acústico, respaldado por la parte teórica de la propuesta.
- Gran parte de los materiales acústicos mencionados dentro de la bibliografía son de difícil adquisición en nuestro país.
- Los requerimientos legales para una emisora Online no son de gran exigencia económica, comparados con la incursión en gastos que debe tener una emisora que utiliza el espectro electromagnético.
- El diseño del link de la emisora no es un requerimiento para su funcionamiento ya que existe una página a la cual se puede acceder a través de la dirección IP del servidor una vez que este entre en funcionamiento.
- Para una transmisión de excelente calidad con un alto grado de audiencia es imprescindible obtener un ancho de banda amplio, para así garantizar una excelente calidad de audio.

PROYECTO DE GRADO

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE LA EMISORA DE RADIO ONLINE DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, SEDE BOGOTÁ D.C. Y
DISEÑO ACÚSTICO DEL RECINTO

AUTORES:

JAIME ALARCÓN CASTRO – 20031114019
OSCAR CÁCERES CORAL - 20023114037
JAVIER ANGEL HERNANDEZ - 20021114053

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SONIDO
BOGOTA D.C.

2008

PROYECTO DE GRADO

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE LA EMISORA DE RADIO ONLINE DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, SEDE BOGOTÁ D.C. Y
DISEÑO ACÚSTICO DEL RECINTO

ASESORES DE PROYECTO:

FISICO LUIS JORGE HERRERA FERNANDEZ
LICENCIADA OLGA LUCIA MORA
INGENIERO FABIAN MOJICA

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SONIDO
BOGOTA D.C.

2008

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogota D.C., Junio de 2008

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar primordialmente nuestros sentimientos de gratitud y un merecido reconocimiento al total apoyo y llana confianza que nos brindaron incondicionalmente nuestros padres para lograr así el total desarrollo, y hasta buen termino, del titulo de este proyecto.

A nuestros asesores de proyecto, quienes nos brindaron todos sus conocimientos y talentos para el buen entendimiento durante las distintas etapas que se vivieron en la realización del proyecto. Al Físico Luis Jorge Herrera por su invaluable ayuda en el desarrollo acústico, a la Licenciada Olga Lucia Mora por su sincera disposición y valiosos aportes, al Ingeniero Juan Carlos Fernández por su desinteresada voluntad de colaborarnos en cualquier momento, al Ingeniero Fernando Luís Pérez Manzano quien fue un soporte oportuno del Ministerio de Comunicaciones, al Señor Guillermo Gaviria Coordinador Nacional de la RRUC, Red de Radios Universitarias de Colombia y Director Ejecutivo de la emisora de radio Javeriana Estéreo de la Pontificia Universidad Javeriana, quien vislumbro la idea de crear la emisora online, al Señor Fernando Rivera Asistente Administrativo de la emisora de radio Javeriana Estéreo de la Pontificia Universidad Javeriana, quien nos brindo las pautas para los procesos de producción, al Señor Nixon Arenas Director de la emisora de radio de la Universidad de la Sabana, quien nos amplio la idea de cómo podría ser un posible equipamiento de la emisora, al Señor Julián Saad Director de la emisora de radio del Colegio Gimnasio Moderno, quien indirectamente nos mostró, cómo no debería hacerse una emisora de radio, al Señor Juan Carlos García Otálvaro Director de recaudos de Sayco & Acinpro quien nos asesoró sobre toda la parte económica en la que se debe incurrir para el mantenimiento de la emisora, y finalmente unos agradecimientos muy especiales para el Arquitecto Johan Núñez por su valiosa, clara, oportuna y pertinente colaboración y asesoría en la parte constructiva, arquitectónica y en general de diseño durante todo el desarrollo del proyecto.

Yo Jaime Alarcón Castro quiero dar unos agradecimientos muy especiales a mi esposa Nancy y a mis hijos Santiago e Isabella quienes son el motor que me impulsan día a día y nunca me dejan desfallecer para lograr todos mis objetivos.

A todos nuestros familiares, a todas las personas, profesores, amigos y compañeros que de una u otra forma colaboraron, al Ingeniero, amigo y compañero Cristian Perdomo, quien en una tarde sentados en la plazoleta principal de la universidad y sin tener las cosas muy claras aun para una idea de un anteproyecto, se le ocurrió la grandiosa idea de que desarrolláramos un proyecto como este, para él y para todas las personas que no recuerdo en este momento y se me escapan de mi memoria, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3 JUSTIFICACIÓN	14
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	16
1.5.1 ALCANCES	16
1.5.2 LIMITACIONES	16
2. MARCO DE REFERENCIA	17
2.1 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	17
2.1.1 AREAS ESTRUCTURALES DE UNA EMISORA	17
2.1.1.1 ÁREA DE PROGRAMACIÓN.....	17
2.1.1.2 ÁREA DE PRODUCCIÓN	18
2.1.1.3 ÁREA DE EMISIÓN	19
2.1.2 EQUIPAMIENTO TÉCNICO DE UNA EMISORA.....	20
2.1.2.1 MEZCLADOR DE AUDIO PARA RADIODIFUSIÓN.....	21
2.1.2.2 AUDIO CODIFICADORES ESTACIONARIOS.....	22
2.1.2.3 MULTIPLEXOR	22
2.1.2.4 PATCH PANEL	23
2.1.2.5 HÍBRIDO TELEFÓNICO	23
2.1.2.6 MEDIDOR DE FASE	24
2.1.2.7 AIRE ACONDICIONADO.....	24

2.1.3	ACÚSTICA -----	25
2.1.3.1	TIEMPO DE REVERBERACIÓN (RT)-----	25
2.1.3.2	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA (NRC)-----	27
2.1.3.3	EARLY DECAY TIME (EDT) -----	27
2.1.3.4	AISLAMIENTO ACÚSTICO -----	27
2.1.3.5	EL RUDIO, FUENTES Y MOLESTIAS -----	31
2.1.3.6	MATERIALES PARA ACONDICIONAMIENTO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS.-----	34
2.1.4	EMISORA ONLINE-----	38
2.1.4.1	MONTAJE DE EMISORA ONLINE-----	39
2.1.4.1.1	MATERIAL NECESARIO-----	39
2.1.4.1.2	DE LOS USUARIOS-----	40
2.1.4.1.3	CONFIGURACION DEL SERVIDOR-----	41
2.1.4.1.4	COMIENZO DE LA EMISION -----	42
2.1.4.1.5	COMPUTADOR PARA LA EMISORA ONLINE -----	44
2.1.4.1.6	SERVIDOR WEB -----	45
2.1.4.1.7	ANCHO DE BANDA GARANTIZADO-----	45
2.1.4.1.8	SOFTWARE EMISOR-----	46
2.1.4.1.9	SOFTWARE RECEPTOR-----	46
2.1.4.1.10	CONEXIÓN DE USUARIOS PARA RECEPCION DE SEÑAL -----	47
2.1.4.1.11	CAPACIDAD DE CONEXIÓN A INTERNET Y MULTIPLEXIÓN -----	47
2.1.4.1.12	SISTEMA DE EMISIÓN Y PROTOCOLOS-----	48
2.1.4.1.13	DISTRIBUCIONES EMISORAS ONLINE -----	48
2.1.4.1.14	EN CUANTO AL LINK -----	49
2.2	MARCO LEGAL O NORMATIVO -----	52
2.2.1	EN CUANTO A SAYCO & ACINPRO -----	52
2.2.2	EN CUANTO A LA ACÚSTICA SE REFIERE-----	54
2.2.2.1	MEDICION TIEMPO DE REVERVERACION -----	55
2.2.2.2	NORMATIVA MEDICION DE AISLAMIENTO-----	57

3.	METODOLOGÍA	60
3.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	60
3.2	LINEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA	60
3.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	61
3.3.1	RECONOCIMIENTO DEL CAMPO	61
3.3.2	VISITAS GUIADAS	61
3.3.3	GALERÍA DE FOTOS	62
3.3.4	LOCALIZACION DEL RECINTO	63
3.4	HIPÓTESIS	63
3.5	VARIABLES	63
3.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	63
3.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE	64
4.	DESARROLLO INGENIERIL	65
4.1	DESARROLLO ACÚSTICO	65
4.1.1	ELECCIÓN DEL RECINTO	65
4.1.1.1	RECINTO SELECCIONADO	67
4.1.2	MEDICIÓN DE RUIDO	75
4.1.3	DEFINICION DEL NOISE CRITERIUM	78
4.1.4	MEDICIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN	79
4.1.4.1	CALCULO DE LA ABSORCION Y EL RT60:	81
4.1.5	MEDICIÓN DE LA DIFERENCIA DE NIVEL	82
4.1.6	DISEÑO ARQUITECTONICO DEL RECINTO	89
4.1.6.1	HABILABILIDAD Y PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO.....	90
4.1.6.2	VENTILACION PARA EL RECINTO.....	91
4.1.6.3	ZONAS DE ACCESO DEL DISEÑO PROPUESTO.....	95
4.1.6.4	CALCULOS DEL TL	105
4.1.6.5	CALCULO DEL RT SABINE	137

4.2. DESARROLLO ONLINE -----	139
4.2.1. PROCESO DE CONFIGURACIÓN Y EMISIÓN -----	139
4.2.2 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB-----	143
4.3 EQUIPAMIENTO TECNICO DE UNA EMISORA.....	147
4.3.1 INSTALACIONES ELECTRICAS.....	147
4.3.2 RED DE COMUNICACIONES.....	150
5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	151
5.1. DISEÑO ACÚSTICO -----	151
5.2. EMISIÓN -----	154
6. CONCLUSIONES -----	157
7. RECOMENDACIONES -----	159
BIBLIOGRAFÍA-----	161
GLOSARIO-----	163
ANEXOS -----	169
ANEXO 1. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 306 DEL EDIFICIO PEDRO SIMÓN-----	170
ANEXO 2. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 302 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO -----	171
ANEXO 3. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 417 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO -----	172
ANEXO 4. RUIDO EXTERNO-----	173
ANEXO 5. RUIDO INTERNO-----	179
ANEXO 6. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN-----	183

ANEXO 7. APÉNDICE C: PROPIEDADES DE LAS PLACAS SÓLIDAS -----	184
ANEXO 8. ESPECIFICACIONES DEL EQUIPAMIENTO DE MEDICIÓN.....	185
ANEXO 9. ESPECIFICACIONES DEL ACOUPLE ENTRE EL MURO QUE SEPARA EL CUARTO DE CONTROL Y EL LOCUTORIO CON LA FACHADA.....	189
ANEXO 10. PLANTA, CORTES Y DETALLES DE LOS ISOMETRICOS.....	190
LISTA DE FIGURAS-----	195
LISTA DE GRAFICAS-----	197
LISTA DE TABLAS-----	199

INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación han tenido una influencia decisiva en el desarrollo económico, político, social y cultural de cualquier país, logrando posicionarse como una herramienta sólida dentro de una sociedad. Es por esto, que toda información tecnológica y de educación ha sido moldeada eficazmente a través de este sector.

El intercambio sociocultural y de nuevas tecnologías han dado pie para que Colombia crezca en todos los campos; de acuerdo a información dada por el Ministerio de Comunicaciones, el sector de la radio aumentó cerca de un 10% en los últimos años, lo cual incidió directamente en la creación de emisoras de radio on-line, Asimismo la economía nacional vio en la radio on-line una posibilidad para incrementar sus recursos a nivel comercial e industrial por medio de la difusión de sus mercancías.

En la actualidad las diferentes instituciones han acogido el tema de las emisoras online como medio de expresión hacia la comunidad académica. Podemos encontrar entre estas, la emisora universidad de Antioquia, la universidad Jorge Tadeo Lozano, la Universidad Javeriana de Bogotá y de Cali, al Politécnico Gran Colombiano; entre otras, que sin necesidad de incurrir en grandes gastos crearon hace un tiempo las emisoras de radio online para sus respectivas instituciones sin requerir permisos especiales por parte del Ministerio de Comunicaciones para procurar informar de sus actividades interinstitucionales.

Este proyecto pretende mostrar el proceso y diseño para la creación de la emisora de radio on-line y su respectivo diseño acústico en la universidad de San Buenaventura sede Bogotá, exponiendo toda la parte legal, técnica y administrativa a la cual esta propuesta conlleva; de igual manera aplicando las diferentes herramientas y procesos que implica la creación de una emisora on-line con un optimo funcionamiento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En el año de 1920 luego de la creación de la emisora KDKA en Pittsburg (EEUU), se crean tres tipos de emisoras dejando ver así el progreso de la misma, estas fueron: las públicas, las comerciales y las comunitarias. En los últimos años se dio origen a una nueva forma de emisión la cual se denomina como broadcast on-line, que significa radiodifusión por Internet; en la actualidad emiten más de 1000 emisoras por Internet en el mundo y en tiempo real están emitiendo actualmente más de 300 emisoras.

“La primera emisora de radio on-line, se denominó Internet Talk Radio, la cual fue desarrollada por Carl Malumud en 1993 y usaba una tecnología llamada MBONE. En Febrero de 1995, surgió la primera emisora de radio on-line exclusiva de tiempo completo, llamada Radio HK, emitiendo música de bandas independientes esta emisora fue creada por Norman Hajjar y el laboratorio mediático Hajjar/Kaufman New Media Lab. El método de Hajjar fue usar un reflector de conferencia web CU-SeeMe conectado a un CD de audio personal corriendo en un loop infinito. Después, Radio HK fue convertido a uno de los originales servidores de RealAudio. Hoy en día, las estaciones de radio por Internet como VoyagerRadio, Y Radio.fm, entre otros utilizan la tecnología de servicios Web de proveedores como Live365 para hacer webcast en tiempo completo. En el año 2003, Windows que ya había incurrido con éxito con su serie de servidores Windows 2000 en materia de multimedia, lanza Windows 2003 server, permitiendo con suficiente ancho de banda un manejo inteligente de "unicast" y la posibilidad de que miles de oyentes puedan conectarse a una transmisión única, en forma estable y con calidad de sonido que puede alcanzar hasta 128 kbps, lo que iguala el sonido de una Radio por Internet a una radio FM tradicional.”

La primera radio universitaria del país fundada es la radio de la universidad de Antioquia – 1933. La segunda radio universitaria del país es la radio de la

universidad Bolivariana (Medellín) y la tercera radio universitaria del país es la radio de la universidad Javeriana (Bogotá D.C.), las cuales al igual que la gran mayoría de las emisoras del país cuentan con el sistema de difusión de radio on-line.

Actualmente ha aumentado la creación de emisoras on-line en diversas instituciones educativas, por ejemplo: en el Colegio Gimnasio Moderno de la ciudad de Bogotá el 8 de mayo de 2006, por medio de un servidor, se transmitió a través de su página oficial por Internet.

Desde el ámbito legal, la Constitución Nacional de 1991 reconoce el derecho a la libre expresión y condena la censura fortaleciendo la democracia del país otorgando la libre comunicación de las ideas a través de la radiodifusión.

1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá, no se cuenta con una Emisora de Radio On-line la cual debe tener un acondicionamiento acústico para interactuar de forma real, como un ejercicio propio de los perfiles de formación ofrecidos; motivo por el cual los estudiantes no tienen contacto directo con todos los procesos que se llevan a cabo dentro de un medio tan importante como lo es la radiodifusión; dicha ausencia marca una brecha frente a las posibilidades de interacción estudiantil, profesional y en todos los procesos que tienen que ver con el ejercicio de la comunicación; mas aun cuando se cuenta con una fuerte y reconocida facultad de ingeniería que día a día denota su avance y crecimiento. Lo anterior nos lleva a la siguiente pregunta: ¿Cómo crear la Emisora de Radio On-line y el recinto acústico de la misma para la Universidad de San Buenaventura sede Bogota D.C., a partir de la definición de parámetros acústicos, de equipamiento y de software?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Según información obtenida directamente en el ministerio de comunicación las emisoras universitarias on-line del país en la actualidad prestan servicios de información científica, tecnológica y cultural que hacen del plan educativo nacional una posibilidad cada día más eficiente. Es por lo anterior que la Universidad de San Buenaventura se beneficia al tener un espacio de radiodifusión on-line, el cual permita presentar diferentes servicios y proyectos de investigación que se realizan dentro de la institución, aprovechando la oportunidad de extender los espacios en los cuales la universidad puede actuar difundiendo el pensamiento y el que hacer de la comunidad Bonaventuriana. De igual manera este medio junto con los que ya existen dentro de la universidad, permitirá que los estudiantes expresen sus ideas e inquietudes respecto a la institución y al campo en el cual se están desarrollando.

Al existir una emisora de radio on-line de la universidad, los estudiantes de la facultad tendrán la posibilidad de realizar prácticas en este campo de acción, ampliando su formación integral implícita en sus capacidades y conocimientos extendiendo así sus oportunidades laborales.

La emisora de radio on-line ofrece a los estudiantes de la Universidad de San Buenaventura la posibilidad de tener una formación en radio a través de talleres de producción radial, locución, fonética, dicción, realización de libretos, entre otros.

Los medios de comunicación que existen actualmente dentro de la Universidad son eficientes y de gran ayuda para la comunidad bonaventuriana; creando la emisora de radio on-line de la universidad se amplían estos beneficios, convirtiéndola en una herramienta útil mediante el uso de la información como fuente de progreso para prestar un servicio social, cultural y científico a la comunidad bonaventuriana. Con lo anterior se amplían los espacios de información y publicidad de la universidad, en beneficio de todos los miembros de la misma.

La universidad de san Buenaventura como pionera en ingeniería de sonido a nivel nacional, esta impulsando el desarrollo dentro del campo de la información; una emisora de radio online universitaria complementa dicho propósito.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta para la creación de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C. y diseño acústico del recinto.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la localización de la planta física más adecuada, que sirva como soporte para la puesta en marcha de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.
- Identificar los procesos de producción de una Emisora de Radio Online.
- Definir los parámetros acústicos, de equipamiento y de software debidos, para la creación de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.
- Determinar los requerimientos legales ante Sayco & Acinpro y los reglamentarios de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C., para la puesta en marcha de la Emisora de Radio Online.
- Diseñar el link de la Emisora de Radio Online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.

- Generar transmisiones de prueba desde la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1 ALCANCES

- Implementar la emisora de radio on-line para la universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C, dentro de sus instalaciones.
- Con base en la experiencia adquirida a través de una emisora on-line, es posible participar en licitaciones con el Ministerio de Comunicaciones para la adjudicación de una licencia, logrando así emitir dentro del campo electromagnético.
- Desarrollar talleres de producción radial mediante socios y convenios con canales de cultura y/o distintos agentes del medio audiovisual.

1.5.2 LIMITACIONES

- La puesta en marcha está sujeta a requerimientos legales por parte de Sayco & Acinpro y los reglamentarios por parte de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.
- El ancho de banda asignado por parte de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C., para el servidor de pruebas de transmisión restringe notablemente el número de usuarios.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1.1 AREAS ESTRUCTURALES DE UNA EMISORA

De acuerdo con a la investigación realizada acerca de los procesos que se llevan a cabo dentro de una emisora, según el director de la (RRUC), red de radio universitarias de Colombia el señor Guillermo Gaviria, las emisoras por lo general cuentan con tres áreas básicas que se complementan entre sí, estas áreas tienen un orden lógico dentro de la estructura de la siguiente manera: programación-producción-emisión.

Las áreas estructurales de una emisora on-line no varían, debido a que los procesos conllevan a un mismo fin, la diferencia radica en el envío de la señal final obtenida para la emisión.

2.1.1.1 ÁREA DE PROGRAMACIÓN

En esta área se encuentra la fonoteca que está a disposición de la emisora, en esta área se puede encontrar material fonográfico para el diseño y realización de los programas radiales sirviendo también como un espacio en el cual se pueden desarrollar habilidades para la creación de programas de los mismos, entre los cuales existen foros culturales, y muchas otras operaciones que tienen que ver con la emisora, teniendo como base un amplio número de herramientas como cd's, dvd's, libros, entre otros. Estas fonotecas son de amplia ayuda en una emisora de radio. Este sería el primer nivel que debe tener una emisora, ya que es el archivo en el cual se van a crear los diferentes programas y espacios radiales, y en el que se va a estructurar debidamente.

2.1.1.2 ÁREA DE PRODUCCIÓN

En esta área se procesa toda la información indicada por los realizadores y libretistas llevando a cabo toda la producción del material recopilado, estas producciones pueden ser de productores independientes o asociados.

En esta área podemos encontrar los equipos y software los cuales se necesitan para los procesos de edición, nivelación y demás.

Es de vital importancia saber delimitar paso a paso los procesos de producción que debemos tener en cuenta:

La grabación consiste en registrar sonidos en un medio analógico o digital mediante transductores electroacústicos (micrófonos), los cuales convierten la energía acústica en energía eléctrica mediante un diafragma el cual vibra en fase con las ondas sonoras que llegan a él, para la captación de altas frecuencias dicho diafragma debe ser lo más ligero posible.

Se debe tener cuenta el rango dinámico del micrófono y la amplificación de la señal al momento de hacer el registro para obtener una buena relación señal/ruido sin llegar a la saturación.

Para grabar el programa debidamente, lo primero que hace falta es el llamado “trabajo de mesa”, el cual consiste en un diálogo entre el director realizador y sus locutores, sean uno, dos o más, para darles a conocer cuál será el contenido del programa y cuál es el punto de vista o impresión que desea dejar en los radioyentes. Los locutores necesitan conocer a qué público va dirigido el programa, en qué momento del día será transmitido y las características de cortinas y fondos musicales.

Los programas grabados previo a su transmisión, ofrecen la oportunidad de que los niveles de realización sean superiores. Con un guión técnico-literario, es posible aprovechar al máximo los recursos del lenguaje radiofónico.

El punto más importante en una grabación es el mantener la forma de onda original, es decir que no se vea alterada por exagerados niveles de ganancia (saturación), ni cortada a lo largo de su espectro.

Es primordial tener en cuenta que no se puede dejar una grabación extremadamente pequeña en su forma de onda, ya que al ser amplificada (Gain), el ruido dentro del locutorio también se incrementaría, afectando el producto final.

La mezcla es el segundo proceso a realizar dentro del área de producción. La mezcla requiere tanto de experiencia, como eficacia en la manipulación del sonido a través de los diferentes software, en este proceso se utilizan elementos dinámicos y de tiempo.

En la mezcla es de vital importancia escuchar con atención la grabación, ya que es posible que se descubran fallas con posibilidad de ser corregidas o agregar efectos (reverberación, delay, etc.) para crear un ambiente que transporte al oyente a la situación descrita en el libreto.

El proceso final de la mezcla consiste en determinar cual será el nivel de cada pista, para definir bien dicho nivel es necesario establecer prioridades respecto a las pistas que tengan mayor importancia y ajustarlas con mayor nivel que las pistas con menor prioridad. El ajuste de estos niveles depende del criterio de quien hace la mezcla.

2.1.1.3 ÁREA DE EMISIÓN

En el área de emisión encontramos el sitio en el cual se transmitirán los programas, con sus debidos procedimientos.

Es donde se encuentran los elementos más significativos de una emisora de radio on-line (equipamiento), el área de emisión es el ultimo paso de la emisora on-line, generalmente es manipulada por una persona la cual es la encargada de difundir los programas radiales según la programación, (control master).

Dentro del área de emisión, existe la opción de desarrollar los programas en vivo, esta opción es usada por casi todas las emisoras del país. Se utiliza

generalmente para entrevistas en vivo o para invitados especiales en los diferentes espacios radiales.

Otra opción utilizada a nivel general dentro del área de emisión, es la realización de programas pregrabados, estos son aquellos que se mantienen archivados para transmitirlos según un orden de programación ya estipulado por parte de la emisora. Estos programas son desarrollados generalmente por productores independientes que contrata la emisora o creativos de la misma.

La señal llega al computador ya sea monofónica o estereo a las entradas de la tarjeta de audio y para el envío de la señal por la red se configura un programa de emisión en el cual se escoge un formato de compresión según la calidad de audio que se desee y la capacidad del número de oyentes a los cuales se podrá transmitir el producto.

2.1.2 EQUIPAMIENTO TÉCNICO DE UNA EMISORA

Para una emisora de radio es de vital importancia conocer el equipamiento mínimo que esta debe tener para su buen funcionamiento.

Según lo analizado en las diferentes emisoras de radio on-line universitarias existen una serie de complementos para un mejor funcionamiento, es importante saber que por ser accesorios no dejan de ser importantes para la parte del equipamiento.

En si los accesorios son necesarios según la medida de las necesidades que tenga la emisora o la facilidad que le permita la realización de los diferentes trabajos requeridos dentro de su funcionamiento.

A continuación se expone el equipamiento necesario para la puesta en marcha de una emisora online:

2.1.2.1 MEZCLADOR DE AUDIO PARA RADIODIFUSIÓN

Es uno de los equipos más importantes en este proceso ya que a través de este se monitorea y controla el producto que se va a emitir. Estos mezcladores (consolas), tienen una gran variedad dentro del mercado, ya que existen mezcladores de varios tipos y para varias funciones, es importante tener en cuenta que para la radiodifusión no es necesario tener un mezclador para grabación, o con las especificaciones requeridas para sonido en vivo, los cuales son claramente mas grandes y de un mayor costo, así pues hay mezcladores con un menor costo y que son especiales para la radiodifusión.

Una consola de mezclas cumple 3 funciones fundamentales:

- Procesamiento de la señal: Preamplificación, ajuste de nivel, corrección de la respuesta en frecuencia, mezcla de efectos.
- Mezcla: Determinación de los niveles de emisión por canal.
- Distribución de la señal: Distribución a varios canales de grabación así como a etapas de salida de amplificadores, a la sala de realización y a las salidas de dos pistas.



FIGURA 1 MEZCLADOR DE AUDIO PARA RADIODIFUSION¹

¹ Consola para radiodifusión – [www. Emissionlocal.com/upload/mix-52.jpg](http://www.Emissionlocal.com/upload/mix-52.jpg)

2.1.2.2 AUDIO CODIFICADORES ESTACIONARIOS

Este audio codificador tiene la capacidad de resolver en un sólo equipo todas las necesidades para la transmisión de voz en una emisora de radio así como comunicaciones estereofónicas ó monofónicas de alta calidad en diferentes modos de compresión.

Este equipo también permite la transmisión de señales desde puntos remotos, con bajo retardo para evitar problemas de predelay los cuales resultan ser inconvenientes bastante comunes en el proceso radial.

Los modelos que se están usando ya se están estandarizando de alguna manera, ya que gracias a este tipo de equipamiento la emisora radial a llegado a mucha mas audiencia de una manera mucho mas sencilla y clara.

2.1.2.3 MULTIPLEXOR

En el campo de las telecomunicaciones el multiplexor se utiliza como dispositivo que puede recibir varias entradas y transmitir las por un medio de transmisión compartida. La aplicabilidad de este accesorio es dividir el medio de transmisión en múltiples canales, para que varios nodos puedan comunicarse al mismo tiempo. Una señal que está multiplexada debe demultiplexarse en el otro extremo.



FIGURA 2 MULTIPLEXOR²

² Multiplexor- http://ecobroadcast.net/catalog/images/MPG_2_multiplexor.jpg

2.1.2.4 PATCH PANEL

El Patch panel es de los accesorios mas importantes, ya que a través de el organizamos la parte de cableado de algunos de los equipos por medio de entradas de plug. Estos patch pannels están fabricados en plugs de tipo hembra de 1/4" de larga estructura para una mayor resistencia y fiabilidad. Cada panel está hecho de una única pieza de fenol, cada Jack es ajustado manualmente e inspeccionado. Estos incorporan soporte para etiquetado de metacrilato para así manejar el pach panel de una manera ordenada y estructurada.

2.1.2.5 HÍBRIDO TELEFÓNICO

Este es unos de los elementos mas utilizados en el medio de la radiodifusión, el cual consta de una interfase entre una línea telefónica estándar y una mesa de mezclas. Este accesorio facilita la grabación o radiodifusión de la conversación entre una llamada y el presentador, de una forma bastante aplicable. Tiene incorporada una separación de audio entre señales de entrada y salida, conseguida por un cuidadoso diseño del circuito interno.

Los híbridos telefónicos sin importar su marca generalmente llevan las mismas especificaciones:

- Salida: nivel de micrófono balanceada -20dB.
- Entrada: nivel de línea 0dBu balanceada.
- Balance: R/C Totalmente ajustable.
- Separación: más de 40dB



FIGURA 3 HIBRIDO TELEFONICO³

³ Hibrdo telefónico – www.castel.cl/images/17_371.jpg

2.1.2.6 MEDIDOR DE FASE

Este medidor indica la relación de fase entre sus 2 entradas desde 0 grados hasta 180 grados.

De 0 a 90 grados está indicado por LED's verdes para mostrar la aceptación de compatibilidad mono, mientras que las diferencias de "phase" entre 90 grados y 180 grados están indicadas por LED's rojos para mostrar las señales de fase.

El medidor de fase es uno de los elementos de muestreo más importante en cuanto a confiabilidad de señal de salida en todo momento, de esta manera comprobamos claramente los niveles de la señal de entrada muy claramente.



FIGURA 4 MEDIDOR DE FASE⁴

2.1.2.7 AIRE ACONDICIONADO

El aire de una habitación no debería tener más del 1% de anhídrido carbónico (lo que libera el ser humano durante el proceso de la respiración). En edificios aislados, incluso con ventanas cerradas, el aire se renueva cada 30 a 45 minutos, si hay puertas abiertas o ventanas la renovación de aire será más rápida y por consiguiente será menor la cantidad de aire por metro cúbico que necesitará un adulto y/o un niño.

Cuando el ser humano esta en reposo la temperatura mas comfortable esta entre los 18 y 20 grados centígrados y si esta trabajando entre 15 y 18 grados centígrados.

⁴ medidor de fase – www.solidnepso.com/c2300/2300xl-vector.jpg

Dentro de los requisitos que se necesitan para un recinto de palabra hablada, caso de una emisora, es que exista mínimo 4m³ por persona, con estos datos se puede saber si es o no necesario implementar el aire acondicionado en un recinto.

2.1.3 ACÚSTICA

En cualquier clase de emisora es de vital importancia el tratamiento acústico dentro del área de emisión, por lo tanto en el estudio de este proyecto también se dedica parte a la ciencia encargada de estudiar el sonido, los siguientes conceptos están basados principalmente en las investigaciones de los autores Antoni Carrión y Manuel Recuero López.

2.1.3.1 TIEMPO DE REVERBERACIÓN (RT)

“El tiempo de reverberación RT se define como el tiempo que transcurre desde que el foco emisor se detiene hasta que el nivel de presión sonora cae 60dB, en general, el RT depende de la frecuencia”⁵.

Según Sabine el tiempo de reverberación dentro de un recinto se puede calcular mediante la fórmula matemática propuesta por él:

$$RT = 0.161 * V / \Sigma Stot * \alpha \quad (2.1)$$

Donde V = volumen del recinto m³, Stot = superficie total y α = coeficiente de absorción.

³ Diseño acústico de espacios arquitectónicos, – Antoni Carrion Isbert – pagina 63

Según Barron, la valoración subjetiva del RT se denomina reverberancia e indica el grado de reverberación percibido en la sala. También se corresponde con la denominación coloquial de “viveza” de la sala.

Según Beranek, considerando volúmenes entre, aproximadamente 10000 y 30000 m³, el valor medio de los RT correspondientes a las bandas de 500Hz y 1kHz de una sala de conciertos totalmente ocupada y destinada a un amplio repertorio de música sinfónica debe estar comprendido entre: $1,8 \leq RT_{mid} \leq 2$ s, donde $RT_{mid} = RT(500\text{hz}) + RT(1\text{Khz}) / 2$

El valor mas adecuado de R_{tmid} depende tanto del volumen del recinto como de la actividad para la cual se vaya a destinar, por ejemplo, cuando se trata de salas destinadas a la palabra, es conveniente que los valores de RT sean bajos, debido a la inteligibilidad de la palabra, mientras que en salas de conciertos es preferible un RT mas elevado a fin de que la audición musical resulte óptima.

En la siguiente tabla se dan los márgenes recomendados de RT_{mid} para diferentes tipos de salas (incluyendo un locutorio de radio) según Antoni Carrión:

TIPO DE SALA	R_{tmid} sala ocupada (en seg)
Sala de conferencias	0,7 - 1,0
Cine	1,0 - 1,2
Sala polivalente	1,2 - 1,5
Teatro de opera	1,2 - 1,5
Sala de conciertos (música de camara)	1,3 - 1,7
Sala de concertos (música sinfónica)	1,8 - 2,0
Iglesia/catedral (órgano y canto coral)	2,0 - 3,0
Locutorio de radio	0,2 - 0,4

TABLA 1: MARGENES RECOMENDADOS PARA RT_{mid}

2.1.3.2 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA (NRC)

En ocasiones, en lugar de hacer uso de todos los valores de los coeficientes de absorción por bandas de frecuencias, el grado de absorción acústica de un material absorbente se indica con un único coeficiente. Dicho coeficiente, denominado coeficiente de reducción acústica NRC (“Noise Reduction Coefficient”), se define como la media aritmética de los coeficientes de absorción correspondientes a las bandas centradas en 250 Hz, 500 Hz, 1kHz y 2kHz:

$$\text{NRC} = [\alpha(250\text{Hz}) + \alpha(500\text{Hz}) + \alpha(1\text{kHz}) + \alpha(2\text{kHz})] / 4^6 \quad (2.2)$$

2.1.3.3 EARLY DECAY TIME (EDT)

El EDT se define como seis veces el tiempo que transcurre desde que el foco emisor deja de radiar hasta que el nivel de presión sonora cae 10 DB. Al igual que en el caso del RT, el EDT varía en función de la frecuencia. El decaimiento teórico de la energía sonora en una sala sigue una evolución exponencial, que se traduce en una línea recta al pasar a escala semilogarítmica. Dicho decaimiento se produciría solamente en el caso hipotético de que existiese una perfecta difusión del sonido en el recinto producida por una geometría regular del mismo y por una distribución homogénea y uniforme de los materiales utilizados como revestimientos. En tal caso, el valor de EDT coincidiría con el de RT. En la práctica, sin embargo, la curva de decaimiento energético puede presentar en distintos puntos de la sala una doble pendiente como consecuencia de una falta de difusión perfecta, ello implica que el correspondiente valor de EDT puede ser significativamente diferente que el de RT.⁷

2.1.3.4 AISLAMIENTO ACÚSTICO

Según Manuel Recuero López, se puede definir como aislamiento acústico a ruido aéreo de una pared, a la pérdida de energía que experimentan las ondas

⁶ Diseño acustico de espacios arquitectonicos, - Antoni Carrion Isbert -pag 77 y 78

⁷ Diseño acustico de espacios arquitectonicos, - Antoni Carrión Isbert -pag 226

sonoras al atravesar la pared. Una partícula de aire próxima a la superficie de una pared, se verá forzada a desplazarse al llegar la onda.

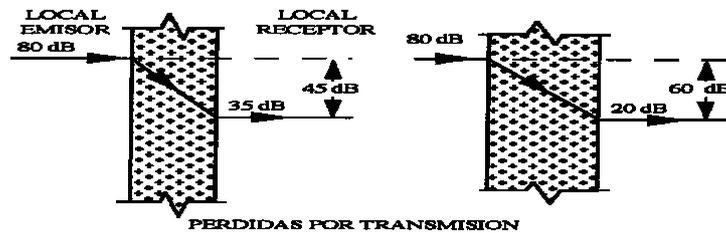


FIGURA 5 Aislamiento acústico específico de un elemento constructivo.

Esta energía que llega, hace vibrar a la superficie sólida y comprime el aire próximo a ella, en la dirección opuesta a dicha pared. Es decir, que una parte de la energía incidente sobre la pared se refleja mientras que otra se transmite.

La parte de energía transmitida, hace que se desplacen las partículas del sólido, mientras la perturbación se propaga, y otra parte se disipa absorbiéndola el material, por efecto de las fuerzas intermoleculares.

En su propagación por el interior del sólido, la perturbación alcanza la superficie de éste opuesta a la que recibe la onda inicialmente, y mediante un proceso análogo se radia nuevamente en forma de sonido aéreo. Es decir, al incidir sobre una pared una onda, se transmitirá parte de la energía de ésta, originándose una vibración mecánica en la pared, que a su vez se transformará en ondas sonoras, con una pérdida de energía debido a las reflexiones y a la absorción interna del material.

Las frecuencias graves son más difíciles de aislar que las agudas debido a la longitud de onda, la cual es más pequeña en estas últimas; en general, para un material dado, si se desea tener un buen aislamiento, el grosor del mismo debe ser mayor cada vez que la frecuencia disminuya⁸.

Una forma común de construcción consiste en elementos en paralelo en una pared compuesta, tal como una ventana o puerta en la pared.

La potencia total transmitida a través de la pared es la sumatoria de la potencia transmitida a través de cada elemento, porque la intensidad acústica incidente es la misma para todos los elementos.

⁸ Ingeniería Acústica – Manuel Recuero Lopez – pagina 512

El coeficiente de transmisión de potencia sonora en conjunto para elementos en paralelo en una pared compuesta esta dado por:

$$a_t = \sum a_{tj} S_j / S \quad (2.3)$$

Donde:

a_{tj} = Coeficiente de transmisión de potencia sonora para cada elemento individualmente.

S_j = area individual de superficies

S = area total de superficies

La pérdida por transmisión (TL) esta dada por la siguiente ecuación:

$$TL = 10 \log 1/ a_t \quad (2.4)$$

Según Randall Barron, para efectos de diseño se debe estar en capacidad de predecir la pérdida por transmisión en un amplio rango de frecuencias, la variación general de TL (perdida por transmisión) con la frecuencia para una pared homogénea se divide en tres regiones:

- Rigidez:

A bajas frecuencias la pared o el panel vibra en su totalidad, y la transmisión del sonido a traves del panel esta determinada primordialmente por la rigidez del mismo, a medida que la frecuencia de la onda incidente aumenta, el panel entra en resonancia en una serie de frecuencias llamadas frecuencias resonancia, la frecuencia de resonancia mas baja marca la transición entre la región 1 y la región 2.

- Masa:

Para frecuencias mayores a la de resonancia, la pérdida por transmisión del panel es controlado por la masa del mismo independientemente de su rigidez, en esta región, parte de la energía acústica es transmitida a través del panel y la restante es reflejada.

- Amortiguamiento:

Para frecuencias superiores a la frecuencia crítica, la pérdida por transmisión es dependiente de la onda sonora incidente y del amortiguamiento interno del material del panel.

Las siguientes tablas de niveles de aislamiento en un estudio de producción radial fueron extraídas del capítulo 10.3 de Ernst-Joachim Voelker titulado Studio Production Systems:

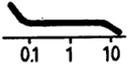
T_m , s	T for f , kHz	Δf , Hz	NR, dBA	$L_{p,max}$, dB	Sound reduction studio/control room D , dB	
0.30		125 ↓ 12,500	15 25	80	Wall	52
					Door	· ·
					Window	· ·
					Σ	45
Sound reflections R at the recording microphone						
First strong R desired	No R permitted	Many R 's, even first R , desired	Higher-ordered R 's permitted		Strong first R 's not permitted	Less R 's desired
				x	x	x

Tabla 2. Requerimientos para el control room

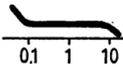
T_m , s	T for f , kHz	Δf , Hz	NR, dBA	$L_{p,max}$, dB	Sound reduction studio/control room D , dB
0.30		125	15		Wall 68
		↓ 12,500	25		Door . . Window 62 Σ 64
Sound reflections R at the recording microphone					
First strong R desired	No R permitted	Many R 's, even first R , desired	Higher-ordered R 's permitted		Strong first R 's not permitted Less R 's desired
			x		x

Tabla 3: Requerimientos para estudios con estación de radio

2.1.3.5 EL RUDIO, FUENTES Y MOLESTIAS

Según el autor Manuel Recuero López, se conoce como ruido a todo sonido no deseado. Ciertos sonidos agradables se clasifican generalmente como musicales, aunque pueden convertirse en ruido, de acuerdo con la definición anterior. Por tanto, vemos que la diferencia entre sonido agradable y sonido molesto, depende tanto del nivel de presión sonora, como de la respuesta subjetiva. El grado de molestia de un ruido depende principalmente de su nivel de presión sonora, siendo la respuesta subjetiva, dependiente de la naturaleza del sonido.

En cualquier lugar, existe ruido procedente de diferentes fuentes, unas próximas y otras lejanas, puede venir reflejado por las superficies, e incluso una parte de él, puede proceder de todas las direcciones. De acuerdo con lo expuesto, el ruido total asociado con un determinado entorno, se llama "ruido ambiental".

El ruido se puede clasificar de diferentes formas, una por ejemplo en función del nivel de presión sonora:

- De elevado nivel de intensidad (nivel de ruido >90 fonos), produce dolor y pérdida de audición.
- De nivel de intensidad intermedia (40 fonos < nivel de ruido < 90 fonos), estos ruidos se pueden soportar, aunque son molestos;

- De pequeño nivel de intensidad (nivel de ruido < 40 fonos), no producen trastornos físicos, aunque si pueden ser psicológicos.

El cero absoluto no se obtendrá nunca, y además se debe de evitar, puesto que afecta al sistema nervioso humano. Los ruidos se producen en unos focos sonoros o fuentes (calle, televisor, discoteca, etc), se transmiten a través de un medio (cuerpos sólidos, líquidos, aire), y por último llegan al receptor (un individuo, una comunidad, etc). Se puede decir, que cuando la salida de un foco sonoro se ve influenciada por el medio o el receptor, la impedancia de radiación del foco, ha sido alterada por su entorno, de forma análoga la reacción del receptor depende de las características del medio y de la fuente.

Se puede suponer que muchos ruidos complejos, están formados por un gran número de componentes, distribuidas continuamente en el espectro de frecuencias. Es conveniente a veces, emplear el nivel del espectro de presión acústica L_{ps} , que es el nivel de presión acústica en una banda de 1 Hz de ancho. El nivel de presión en la banda L_{band} , es el nivel de presión acústica dentro de una banda limitada por dos frecuencias, f_2 y f_1 , siendo su ancho $f_2 - f_1$.

En general, la conversión de un nivel de presión en una banda, al correspondiente en otra, se realiza restando del primer nivel, diez veces el logaritmo del cociente de los respectivos anchos de banda. Por ejemplo, un nivel de presión en banda L_{50} , se ha medido con un ancho de banda $\Delta f = f_2 - f_1 = 50$ Hz, y si se desea saber el nivel de presión en una banda de 25 Hz de ancho, centrada geoméricamente dentro de la banda de 50 Hz, su valor será:

$$L_{25} = L_{50} - 10 \log \frac{50}{25} = L_{50} - 3 \text{ dB} \quad (2.5)$$

De una forma similar, se puede calcular el nivel de presión acústica en una banda de 1 Hz, o nivel de espectro de presión acústica L_{ps} , a partir de un nivel de presión acústica en banda L_{band} , medido en una banda de ancho $\Delta f = f_2 - f_1$:

$$L_{ps} = L_{band} - 10 \log \frac{\Delta f}{1} \text{ dB} \quad (2.6)$$

Para efectuar medidas de ruido se utilizan medidores de nivel de presión sonora (sonómetros), en los que la presión se transforma en tensión por medio de un micrófono, un voltímetro asociado al aparato proporciona la lectura en una escala graduada en dB.

Los sonidos cuyo espectro de frecuencias es amplio, como el de un reactor, parecen más fuertes que tonos puros o bandas estrechas de ruido, aunque ambas tengan el mismo nivel de presión. Las pruebas que se realizan para comprobar este hecho, empiezan por someter al oyente a la audición de una banda estrecha de ruido centrada en una frecuencia determinada f_0 . Se

va aumentando progresivamente el ancho de banda mientras se reduce la intensidad acústica, con el fin de mantener el mismo nivel de presión. Existe un cierto punto a partir del cual se siente mayor sonoridad, este punto define el llamado ancho de banda crítico. Para anchos de banda menores del crítico, la sonoridad es la misma, para los mayores la sonoridad aumenta proporcionalmente con el ancho de banda. Para cada frecuencia central se define un ancho de banda crítico diferente, que se determina en forma empírica. No obstante, se ha comprobado que cada ancho de banda viene a ser un intervalo de frecuencia de 100 mel, es decir 1 bark, luego 1 bark, es la anchura de una banda crítica.

Aunque la energía en casi todos los tipos de ruido de fondo tiene una distribución continua sobre un ancho de banda de frecuencias, esta distribución no es uniforme. La forma de variación de la intensidad con la frecuencia se representa mediante un gráfico que muestra el espectro sonoro de ruido. En abscisas tenemos frecuencias y en ordenadas el nivel espectral del sonido para cada frecuencia. Para una frecuencia específica f , el nivel del espectro de intensidad se define como el nivel de intensidad del sonido contenido en una banda de ancho de frecuencia de 1 Hz, centrada a la frecuencia f , viniendo dado por la expresión:

$$L_{IS} = 10 \lg (I/I_{re}\Delta f) \text{ dB} \quad (2.7)$$

Donde $I_{re} = 10^{-12} \text{ w/m}^2$ y $\Delta f =$ ancho de banda del filtro en Hz. Como L_I es el nivel de intensidad sonora, la expresión se puede escribir:

$$L_{IS} = L_I - 10 \lg \Delta f \text{ dB} \quad (2.8)$$

Cuando el nivel del espectro de ruido es relativamente constante, la intensidad de una banda estrecha de este ruido es directamente proporcional al ancho de banda, y por tanto, el enmascaramiento expresado en dB aumenta directamente con $10 \lg \Delta f$. Se conoce como ancho de banda crítico, a un ancho de banda extendido que incluye todas las frecuencias del ruido que excitan la misma región de la membrana basilar, para enmascarar un tono puro.⁹

⁹ Ingeniería Acústica – Manuel Recuero López – paginas 373, 374, 375

2.1.3.6 MATERIALES PARA ACONDICIONAMIENTO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS.

Según el autor Manuel Recuero López, Los materiales y estructuras para tratamiento acústico, se pueden describir como aquellos que tienen la propiedad de absorber o reflejar una parte importante de la energía de las ondas sonoras que chocan contra ellos. Pueden emplearse para aislar y para acondicionar acústicamente, de diferentes maneras, como:

- Estructuras para reducir la transmisión sonora.
- Elementos para barreras y cerramientos.
- Unidades suspendidas individuales.
- Recubrimientos de paredes suelos y techos.

El aislamiento acústico consiste en impedir la propagación de una señal sonora a través del aire, mediante diferentes obstáculos reflectores, para lo que son necesarias paredes duras y pesadas, que reflejan el sonido, pero no lo absorben. También se puede realizar el amortiguamiento del sonido, mediante la absorción del mismo. Es difícil en la realidad conseguir una estructura que refleje todo el sonido, sin que absorba una parte del mismo. La pérdida por transmisión PT indica la capacidad de una pared para atenuar las ondas.

El aislamiento de vibraciones, consiste en impedir la propagación de las vibraciones, mediante sistemas que vibren en concordancia de fase, es decir con cuerpos de dimensiones pequeñas frente a la longitud de onda. La frecuencia límite entre sonido y vibración de un cuerpo sólido se puede situar alrededor de los 100 Hz.

Cuando una onda sonora choca contra una pared, una parte de la energía que transporta la onda se transmite a través de la pared, y otra parte se refleja. La capacidad que tiene una pared para impedir que el sonido se transmita a través de ella, se da mediante su aislamiento acústico normalizado R, dado en dB a las frecuencias de 125, 250, 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz, que informa sobre el aislamiento acústico que presenta esa pared entre dos recintos adyacentes.

Los materiales empleados para aislar a ruido aéreo, que es el sonido no deseado transmitido por el aire, son ladrillos de

diferentes tipos, como por ejemplo de 2 pies o 1 pie, huecos, macizos, etc. Así mismo, se emplean otros materiales como yeso, cartón-yeso, fibras de diferentes densidades, así como otros muchos tipos de materiales. Un factor importante en la elección de materiales para paredes maestras con relación a su aislamiento acústico a ruido aéreo, es la masa de la pared por metro cuadrado de superficie. En la práctica, para masas iguales las paredes de madera son menos conductoras de sonido que los ladrillos que dan mejores resultados que el concreto. Desde el punto de vista del ruido aéreo, las paredes maestras y las fachadas de los edificios que se hacen pesadas y gruesas por razones de solidez, pueden asegurar suficiente aislamiento acústico a ruido aéreo (50-55 dB); sin embargo, esas paredes muy frecuentemente sirven para transmitir vibraciones a través de la estructura. Los métodos más simples de defensa son el uso de materiales aislantes en la estructura de los edificios y el empleo de rellenos de materiales densos o plásticos (gomas, corcho). El primer método reduce la posibilidad de la transmisión indirecta de ruidos por medio de vibraciones longitudinales, el segundo impide la distribución de las vibraciones longitudinales y de las flectoras; el espesor de la capa elástica puede elegirse entre 25 y 40 mm, algunas veces se emplean muelles de metales especiales como rellenos elásticos.

Un método más efectivo para luchar contra los ruidos que penetran a través de los elementos de la construcción de un edificio, es tener una separación total entre la estructura del edificio y el recinto que debe protegerse del ruido. Este método se emplea cuando se necesita un aislamiento muy bueno, como en estudios de radio, televisión, etc. Tal sistema de protección, conocido como "flotante", tiene al recinto totalmente aislado de los elementos sustentadores de la construcción y descansando sobre artificios de plástico o suspendidos de ellos. La atenuación introducida por la conexión oscilante da como resultado una gran reducción de ruido aéreo, percusivo o vibratorio. Si es necesario aislar el recinto del ruido de maquinaria, se recomienda que además de montar la misma en unos cimientos separados deberá colocarse en un recinto separado. Las paredes se hacen de un material opaco al sonido (ladrillo) con un tratamiento interno de materiales absorbentes sonoros.

Las paredes interiores no pueden ser macizas y gruesas debido a su elevado costo económico y a la imposibilidad de colocar cargas pesadas en las partes de soporte de carga de la estructura. Por lo tanto, surge la necesidad de aumentar el aislamiento de las paredes con masas comparativamente pequeñas. Esto se realiza mediante el uso de construcciones de capas múltiples y de materiales porosos. Es deseable que dos

elementos de pared formando una construcción compleja, siempre que sea posible, sean de diferentes materiales, uno de otro en masa, espesor y elasticidad. Tales medidas reducen la posibilidad de la aparición de resonancias que causan depresiones en la característica de frecuencia del aislamiento. En el caso de una pared ligera de dos capas se puede aumentar a un nivel similar al de una pared grande y sólida colocando en la cavidad una capa de material poroso blando. Aparte del aislamiento adicional, esto introduce un desorden dentro del sistema, que reduce las resonancias mejorando el rendimiento del sistema.

Los suelos, que como muchas paredes son fronteras límites, se distinguen de ellas por el hecho de que están más expuestos a los golpes (pisotones, movimientos de muebles, etc). Como se observa en la transferencia de sonido aéreo, los suelos no son diferentes de las paredes y su aislamiento aumenta con el incremento de la masa. Los suelos normales con un peso de 200 - 300 Kg/m² tienen una pérdida de transmisión de 45 - 50 dB. Sin embargo, este aislamiento es insuficiente para protegerlo contra los impactos y se tienen que tomar medidas adicionales. Algunos caminos posibles de transmisión sonora a través de una estructura son: 11) *directa a través de la pared común*, 21) *por flancos a través tanto de elementos comunes como de otros elementos de la partición*. El techo suspendido reduce la transmisión directa a través del suelo pero no la influencia de la transmisión por flancos. El suelo flotante reduce el impacto generado por la fuente y disminuye la transmisión por flancos a través del suelo. Un aislamiento adicional de las paredes del recinto reduciría el remanente de la señal directa y la transmisión por flancos.

Un techo flotante, suspendido sobre resortes, puede aumentar el aislamiento si su masa no es muy pequeña, si la capa de aire entre el techo y el suelo tiene un espesor de 10 cm, y si el puente del techo flotante tiene ranuras ocupadas con rellenos elásticos donde se apoyan las paredes. En este caso, se crea una partición normal de dos capas, cuyo aislamiento se puede aumentar todavía más colocando una hoja de material poroso en el espacio aéreo (fibra de vidrio o fieltro). Un suelo flotante presenta una protección contra los impactos de ruido, debiendo estar el suelo completamente aislado de la pared y del verdadero suelo soporte de carga. Por esto el falso suelo se coloca sobre rellenos blandos resistentes (fibra de vidrio, corcho o caucho, gomas), separado de la pared por rellenos similares. Así, con un suelo flotante y debajo de un techo flotante, el suelo se vuelve como una construcción de tres capas, cuyo aislamiento total es mucho más elevado que cualquier suelo ordinario. Finalmente, la transmisión del impacto

se puede reducir todavía más si la superficie del suelo se cubre de materiales blandos. En particular donde el suelo está cubierto de una alfombra de caucho esponjoso, el aumento del aislamiento es de 14 dB, y con varias capas es de 20 dB.

Los materiales acústicos se emplean también como superficie de acabado de diferentes tipos de construcciones, con el fin de satisfacer unas determinadas condiciones. Algunas de las propiedades que merecen consideración, además de la absorción sonora, son el efecto decorativo, reflectividad lumínica, mantenimiento, duración, resistencia al fuego, etc. Las pérdidas de energía en los materiales se pueden caracterizar mediante el coeficiente de absorción sonora, entendiendo por tal a la relación entre la energía sonora absorbida por un material y la energía sonora incidente sobre dicho material, por unidad de superficie y que puede variar desde un 1 o 2 % al 100 %, para diferentes materiales. El coeficiente de absorción sonora de un material depende de la naturaleza del mismo, de la frecuencia de la onda sonora y del ángulo con el que la onda incide sobre la superficie. Ya que el coeficiente de absorción varía con la frecuencia, se suelen dar los mismos a las frecuencias de 125, 250, 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz.

Los materiales de acabado de interiores, tales como hormigón, yeso, vidrio, mampostería, terrazo, etc, son lo suficientemente rígidos y no porosos como para ser muy reflectantes, con unos coeficientes de absorción inferiores a 0,05, sobre todo a las bajas frecuencias.

Se define como absorción equivalente de un objeto, a la absorción total de un metro cuadrado de superficie, cuyo coeficiente de absorción es numéricamente igual a la absorción producida por un objeto. El coeficiente de reducción de sonido (NRC) es el promedio de la absorción a 250, 500, 1.000 y 2.000 Hz, redondeando al más próximo en 0,05.

Un elemento que interviene en la absorción sonora, principalmente en el campo de las bajas frecuencias, es el espesor del volumen de aire existente entre la cara del material y la superficie rígida que lo soporta. Este volumen puede variar en la practica desde cero cuando el material se monta directamente sobre el soporte rígido, hasta algunos metros como en el caso de los techos acústicos suspendidos. Es necesaria una anchura de al menos 10 cm para mantener una alta absorción a las bajas frecuencias.

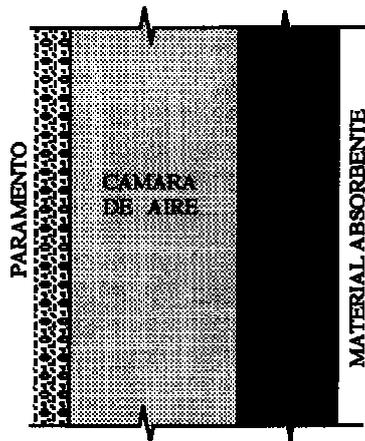


FIGURA 6 Detalle de Adecuación de un material con una cámara de aire

En general, los materiales acústicos, presentan una curva de absorción en función de la frecuencia en forma de campana, con un pico más o menos agudo en función de la anchura de volumen de aire.

Los materiales acústicos comerciales utilizados para recubrir superficies de paredes y techos, se pueden clasificar de diferentes formas, dependiendo de las propiedades físicas y estructurales que se consideren, de esta manera se puede exponer las ideas generales sobre varios tipos de ellos dependiendo principalmente de sus características¹⁰.

2.1.4 EMISORA ONLINE

Desde hace pocos años se está consolidando la tecnología de transmisión de radio vía Internet, también llamado streaming, esta nueva tecnología se ha convertido en una buena alternativa para hacer radio y es ya una realidad que particulares y colectivos puedan crear una estación de radio de bajo costo con cierta facilidad, esta facilidad resuelve los problemas derivados a la hora de obtener una frecuencia en un dial saturado donde se impone la ley del mas fuerte (es decir, aquel que emite con más Kw). A su vez permite ampliar la oferta de contenidos con nuevas voces que ofrezcan nuevos puntos de vista¹¹.

¹⁰ Ingeniería Acustica – Manuel Recuero Lopez – pginas 506, 507, 508, 509

¹¹ Emisora de radio independiente sin animo de lucro, "diseños alternativos, "tecnología transmisión de radio via Internet", (Barcelona España), www.radiobronka.info/IMG/pdf/radio-online.pdf -

Es importante tener en cuenta que hasta que el acceso inalámbrico a Internet sea algo universal, el streaming de radio estará en segundo plano respecto a la radio analógica a la espera de lo que suceda con la nueva radio digital.

2.1.4.1 MONTAJE DE EMISORA ONLINE

Antes de determinar que elementos se necesitan para el montaje de una estación de radio, se debe saber con detalle que es lo que pretendemos conseguir.

Si lo que se quiere es únicamente emitir audio por la red en momentos determinados o por el contrario, emular el funcionamiento de una estación de radio (emisión continua 24 horas, gestión de audio, intercalado de directos y diferidos en la programación, grabación de programas para su repetición, etc.) se debe estudiar cada elemento con la visión suficiente para evaluar las necesidades desde una perspectiva mas genérica.

Una de las formas de instalar una emisora Online es con SHOUTCAST, ya que es compatible con Windows, plataforma muy común entre los usuarios, al igual que el reproductor (winamp), lo cual genera compatibilidad entre software, este programa permite múltiples opciones de configuración con un sencillo manejo. A continuación se analiza la forma de montaje de este software.

2.1.4.1.1 MATERIAL NECESARIO

El software necesario en este caso se opera de forma gratuita y se puede instalar con los programas de Nullsoft. Para configurar el servidor se necesita:

Winamp que se descarga desde <http://www.winamp.com/>

Shoutcast DSP plugin, version 1.90 para Windows, el cual se descarga de <http://www.shoutcast.com/download/broadcast.phtml>

Shoutcast DNAS, programa el cual se encarga de crear el servidor para distribuir los contenidos, version 1.9.5 para Windows el cual se puede descargar desde <http://www.shoutcast.com/download/serve.phtml>

Un programa que permita almacenar las grabaciones en formato mp3 el cual puede ser Audacity, cuya pagina es <http://audacity.sourceforge.net/> .

2.1.4.1.2 DE LOS USUARIOS

El número máximo de usuarios al cual se puede servir vendrá determinado por el resultado de la siguiente formula:

$$(\text{Ancho de banda} * 0.9) / \text{kbps a transmitir}$$

De esta manera si se dispone de una adsl de 512 kbps y se quiere transmitir en la calidad mas baja posible en STEREO (40 Kbps), se podría dar servicio a $(512 * 0,9) / 40$ lo cual muestra un total de 11 usuarios, mientras que si se hace la misma transmisión en MONO (24 kbps) se podría dar el servicio simultaneo a $(512 * 0,9) / 24$ para un total de 19 usuarios.

El resultado de la medida de Kbps muestra un indicativo muy aproximado de la calidad, teniendo en cuenta que los 128 Kbps indican una calidad parecida a la de un CD de audio, 64 Kbps seria la calidad de una emisora de FM y alrededor de 32 una calidad algo superior a una emisora de radio AM. Si lo que se pretende es transmitir música habrá que tener en cuenta que por debajo de 96 kbps las frecuencias mas agudas se debilitaran radicalmente, sin embargo esto no tiene demasiada importancia si nuestra intención es la de transmitir voz como medio principal.

2.1.4.1.3 CONFIGURACION DEL SERVIDOR

Este es el paso siguiente al de haber instalado el software que se va a utilizar, existen varias rutas que se pueden seguir para configurar el servidor y de igual manera establecer varios parámetros; la siguiente es una de las formas de configuración con cada uno de sus elementos:

Maxuser: Es el numero de oyentes máximo que se pueden tener, para saber cual es el numero optimo es necesario saber cuantos Kbps se están transmitiendo y cual es la compresión que se esta utilizando para transmitir.

Password: por defecto es “change me” pero puede ser cualquier otro que se elija a conveniencia.

PORTBASE: indica el numero de puerto por el cual se conecta a nuestro servidor shoutcast DNAS, por defecto se establece el puerto 8000.

SHOWLASTSONGS: permite ver el número de canciones reproducidas a partir de la actual, se configura este parámetro accediendo al servidor SHOUTcast DNAS con un navegador, de la forma <http://direccionip:8000>,

SrcIP: especifica la dirección IP a la cual se conecta al servidor para poder transmitir. El valor por defecto “any”. Es necesario cambiar este “valor” por la dirección IP, y se debe averiguar esta “dirección IP” cada vez que el servidor se reconecte, ya que la dirección es dinámica, en Windows xp se la puede averiguar ejecutando el comando CMD en INICIO-EJECUTAR y después se digita IPCONFIG.

DESTIP: Es la dirección IP de destino (IP del usuario).

YPORT: esta opción sirve para conectar y listar la estación de radio en el directorio de Shoutcast.com al conectar el servidor este, es el puerto 80 generalmente

Es importante entender que si se esta en un área aleatoria de Internet, no se podría listar en el directorio de shoutcast.com, además que tampoco se podría transmitir hacia Internet, únicamente en una red local. Para otra alternativa existe también un servidor propio con nombre de dominio en el PC, al activarlo (NameLookUps) en la opción (1), los usuarios podrán acceder a la estación de la forma <http://servidor.com:8000>, este valor estará en 0 por defecto.

Existen muchos mas parámetros de menor importancia, que se pueden cambiar pero funcionan bien por default.

2.1.4.1.4 COMIENZO DE LA EMISION

En el momento de comenzar la emisión lo primero que se hace es iniciar el servidor, para esto la opción mas fácil es crear un acceso directo en el escritorio, el cual puede ser copiado desde la dirección donde se encuentra la aplicación instalada previamente "Archivos de programas SHOUTcastc_serv.exe".

Se debe tener en cuenta que la instalación sobre el equipo en castellano crea un grupo "Programs" al que se accede desde el inicio y en el que aparece el subgrupo Shoutcast DNAS y el icono de acceso al servidor, cualquier método que se halla utilizado para arrancar el servidor mostrara la ventana de (Nullsoft SHOUT cast Server Monitor).

Luego se inicia el Winamp y se cargan algunos archivos mp3 para su reproducción, se presiona control + P para poder acceder a las preferencias, en la columna del lado izquierdo se selecciona "Plug-ins DSP/Effects" y del lado

derecho se elige “Nullsoft SHOUTCast Source DSP v 1.90” marcando “Null SHOUTcast Source” en la zona inferior y pulsando “Configure”. Inmediatamente nos mostrara en una pantalla que no estamos conectados al servidor (SHOUTcast Source).

El siguiente paso es cambiar a la pestaña de “Encoder”, se selecciona “Encoder1”, y en “Encoder Type” seleccionamos “MP3 Encoder”. En “Encoder Settings”, nos muestra la calidad de la transmisión, dependiendo las consideraciones que se hicieron al principio en cuanto a calidad y número de usuarios simultáneos a los cuales se desea atender.

Luego se cambia a la pestaña Output, seleccionando “Output1” y con el boton “Conection” se anexaran los siguientes valores:

ADDRESS: la dirección del servidor. Se debe averiguar cada vez que se conecte con el método previamente explicado. (inicio – ejecutar – cmd – Ipconfig)

PORT: seria el puerto que se asigno en la configuración (8000).

PASSWORD: también el ya previamente establecido. (emisora2007)

El siguiente paso es seleccionar el botón “Yellowpages” para así asignar los valores de la siguiente manera:

DESCRIPTION: el nombre de la estación el cual aparecerá en el reproductor del usuario; puede ser cualquiera.

URL: esta seria la dirección de la pagina de la estación de radio, o también se podría poner la dirección IP seguida de “:8000” y quedaría de la forma:
http://direccionip:8000

GENRE: Es el género que tendrá la emisora.

De esta manera ya comienza el punto clave de la transmisión, únicamente oprimiendo el botón “Conect”, si toda la parte de la configuración es correcta en el cuadro de “STATUS” se podrá observar el tiempo transcurrido de transmisión y así mismo los Bytes que se están enviando.

2.1.4.1.5 COMPUTADOR PARA LA EMISORA ONLINE

Lo que se requiere es acoplar en un computador una serie de servicios y aplicaciones de código abierto con las cuales se pueda satisfacer estas necesidades en concreto. Realmente esta máquina no requiere de un equipamiento excepcional pero si hay que tener en cuenta ciertos aspectos:

Un computador poco potente permitirá la emisión de programas ya grabados, uno más potente permitirá además la grabación y compresión de audio en tiempo real.

Si se quiere mantener una programación de 24 horas, se necesita un computador capaz de soportar largas temporadas encendido sin terminar sobrecalentado.

Con mayor capacidad de disco duro más fácil será la administración del audio y más diversa será la programación. Con mayor ancho de banda hacia internet mayor será el número de oyentes simultáneos que se podrán conectar. También sería posible enviar esa señal a un servidor externo que a modo de repetidor serviría a un mayor número de oyentes simultáneos.

Diversas compañías muestran varias formas para convertir cualquier computador en un servidor de radio en directo. SHOUTcast de la empresa Nullsoft, por ejemplo, es gratuita y siguiendo algunos pasos se podrá disponer de una emisora online casi en cualquier lugar.

2.1.4.1.6 SERVIDOR WEB

El servidor Web es la herramienta más importante para la puesta en marcha de la emisora por Internet (Online) y es la manera de expandir la emisora por el mundo a través de la red.

Es muy importante saber si el proveedor posee sus servidores ubicados en un Data Center propio. En caso contrario, este proveedor está dependiendo de un tercero para dar el servicio, con lo cual nunca podrá garantizar una calidad de servicio igual que el proveedor que controle y sea propietario totalmente de sus sistemas. Es lógico, siempre tendrán que depender de un proveedor y no pueden controlar directamente las conexiones que se realicen y todos los servicios que prestan.

2.1.4.1.7 ANCHO DE BANDA GARANTIZADO

Cualquier emisión por Internet de radio o televisión requiere la asignación de un ancho de banda de comunicaciones garantizado para poder mandar a través de él los datos necesarios para que los receptores puedan reproducir el contenido.

Si el ancho de banda utilizado no está garantizado, se producirán cortes en la recepción de la señal por parte del usuario que provocarán una apreciación de mal servicio o mala calidad de emisión.

Existen en internet muchas emisoras de radio que emiten directamente desde su propia ADSL, ofreciendo un servicio que no garantiza un ancho de banda ideal para ofrecer una buena emisión de radio por internet.

2.1.4.1.8 SOFTWARE EMISOR

Programa capaz de convertir la señal de audio o de video a un formato digital de datos que se transmitirá sobre la red de Internet. Este software debe ser capaz de generar una señal digital que pueda ser recibida por el usuario.

El software necesario que debe estar instalado en el computador para poder realizar la emisión de audio tiene dos tipos de programas: Un servidor de streaming que como su nombre indica, servirá esa señal de audio a los diversos clientes (oyentes) que a él se conecten y un encoder (codificador) que enviará la salida de audio de una tarjeta de sonido, lista de reproducción o directorio, previamente recodificado al servidor de streaming.

Las posibilidades que ofrece el software libre y de código abierto son diversas, tanto en busca de servidores de streaming (darkice, icecast, icecast2, muse) como en encoders (liveice, ices, ices2).

El icecast solo permite emitir el stream en mp3 mientras que icecast2 también permite emitir en formato ogg Vorbis.

Algo parecido sucede con los encoders, ya que versiones actuales de ices2 solo permiten la lectura de ficheros ogg (en listas de reproducción y directorios). Para solucionar la lectura y compresión de ficheros mp3 habría que conseguir una versión anterior de ices (v. 0.3), aunque este paso es innecesario si lo que se quiere es emular el funcionamiento de una radio, caso en el cual lo que se quiere es tener la salida de audio en tiempo real de una tarjeta de sonido.

2.1.4.1.9 SOFTWARE RECEPTOR

Programa o "plug-in" que tiene que estar instalado en el computador del usuario para poder acceder a dicha emisión. Para este software se recomienda usar

programas estándar del mercado. Existen en el mercado básicamente 4 sistemas de difusión (mediante streaming) de audio y vídeo por Internet considerados estándares de mercado (Windows Media, Real Player, Winamp y Quicktime).



FIGURA 7 REPRODUCTOR DE MP3

2.1.4.1.10 CONEXIÓN DE USUARIOS PARA RECEPCIÓN DE SEÑAL

Existen proveedores que en el proceso de emisión realizan una función de simple pasarela que conecta a los usuarios que desean recibir el contenido al computador emisor y normalmente a su ADSL.

Estos servicios ofrecen poca calidad porque todo el tráfico y emisión funciona a través del ADSL del propio cliente que contrata el servicio de emisión, repercutiendo directamente sobre el ADSL que se tenga instalado, afectando a todos los servicios que de ella puedan depender, como por ejemplo la navegación por Internet o el correo electrónico.

2.1.4.1.11 CAPACIDAD DE CONEXIÓN A INTERNET Y MULTIPLEXIÓN

En caso de ser el proveedor quien reciba las conexiones de los usuarios que desean conectarse al contenido, se debe consultar la capacidad o ancho de banda que posee dicho proveedor y su multiplexión.

Para saber los usuarios simultáneos capaces de escuchar la emisión se debe dividir la capacidad del proveedor entre todos sus clientes y después dividir por la calidad de emisión, así se obtiene la capacidad real de audiencia que tiene dicho proveedor.

Si la multiplexión es diferente de 1:1, es decir sin multiplexión, la calidad de servicio nunca podrá ser garantizada y acabará produciendo cortes.

2.1.4.1.12 SISTEMA DE EMISIÓN Y PROTOCOLOS

Se debe conocer el sistema de emisión y protocolo que se usa para conocer la cantidad de usuarios que puedan disponer de dicho sistema instalado en el computador.

Se debe tener mucho cuidado si el sistema de emisión utilizado se basa en tecnología MP3. Dicha tecnología guarda en local el contenido que se está emitiendo, el cual puede ser copiado y archivado por el usuario vulnerando así las leyes de la propiedad intelectual. No se deben utilizar sistemas que no basen su emisión en protocolos de "streaming" ya que no están pensados para esto.

2.1.4.1.13 DISTRIBUCIONES EMISORAS ONLINE

La siguiente es una representación gráfica de los pasos que sigue la señal de audio hasta llegar a los oyentes:

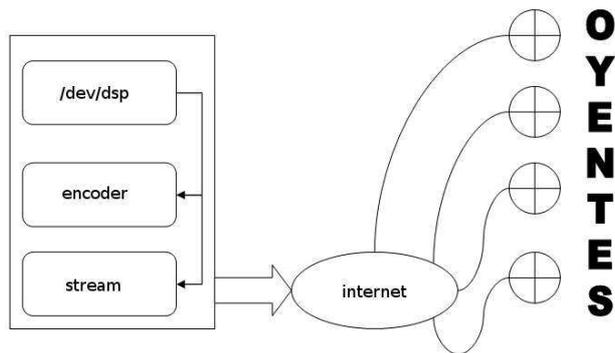


FIGURA 8. DISTRIBUCION DE EMISORA

Otra manera a modo de distribución que se encuentra dentro de las emisoras online comunes muy parecida pero con algunas pequeñas modificaciones en su funcionamiento es:

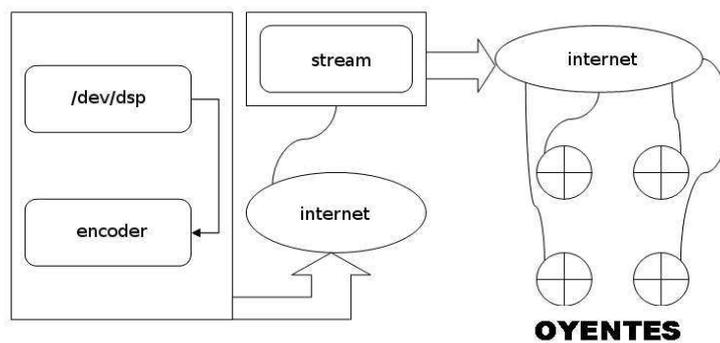


FIGURA 9. DISTRIBUCION DE EMISORA

2.1.4.1.14 EN CUANTO AL LINK

Los links son componentes estáticos ó dinámicos los cuales hacen parte fundamental de la arquitectura de la World Wide Web sin limitarse únicamente al concepto de HTML ó a la web, ya que casi cualquier medio electrónico puede crear alguna forma de Hiperenlace.

Literalmente un link ó enlace podría traducirse como un acoplamiento, es decir, un elemento que conecta con otro y viceversa dándose la oportunidad de interactuar entre sí para algún tipo de beneficio mutuo. Hoy por hoy en la

Internet se habla bastante de links, los cuales significan algo no muy distinto a lo que significa en su literalidad. Estos links funcionan eficientemente como hipervínculos ó enlaces que conducen desde una página de Internet principal a otra de mayor interés y viceversa, esta conexión con otro documento web se da por medio de la dirección URL que significa Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos). Esta dirección URL es una secuencia de caracteres (según formato estándar) que se usa para nombrar recursos (como documentos ó imágenes en Internet) por su localización.

Un link ó enlace dentro de una página de Internet, se puede encontrar en forma de texto ó de imágenes, a los cuales un usuario puede tener acceso con solo hacer click.

Dentro de las acciones que puede desarrollar un link se encuentra: Saltar a una página web ó a otro lugar dentro de la misma página web donde se encuentra el link, abrir un correo electrónico, producir la instalación de aplicaciones que permiten ver ciertos archivos ó imágenes dentro de Internet, enlazar a un archivo el cual se descargará cuando oprima click en este link entre otras cosas. Lo que realmente ocurre cuando se le da click a un link ó enlace está determinado por los archivos MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) que significa Multipropósito de correo de Internet. Estos archivos MIME son un tipo de archivos que especifican cómo debe un programa (inicialmente un programa de correo ó un navegador web), transferir archivos multimedia adjuntando un archivo de cabecera a cada archivo, especificando el tipo y el subtipo del contenido del archivo principal. Gracias a esta información, tanto el servidor como el navegador pueden manejar y presentar correctamente los datos.

A los links se les puede llamar hipervínculos, hiperenlaces, hipertexto, hiperlinks, vínculo, entre otros y se codifican en HTML por los autores ó programadores de los sitios web. Este código HTML significa HyperText Markup Language (Lenguaje de marcas hipertextuales) y esta diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertextos, es decir textos que se enlazan con otros recursos. Este hipertexto es el formato de las páginas web y se puede editar

desde cualquier editor de texto básico, para esto se necesita tener ciertos conocimientos acerca de este lenguaje de programación, sin embargo existen programas a los que se les conoce como editores WYSIWYG que significa What you see is what you get (Lo que ves es lo que obtienes), estos programas sirven para hacer diseños de páginas web ó edición de códigos HTML pudiendo ver en tiempo real el resultado de lo que se está editando, esto no quiere decir que se hagan sitios web de otra manera, es solo que con estos programas el desarrollo de esta tarea se hace más cómodo y fácil, ya que estos programas poseen una sección de códigos HTML que se van generando a medida que se trabaja con la vista preliminar, evitando así la engorrosa necesidad de aprender a programar, hay que tener en cuenta que de todas formas se hace más útil la elaboración de estos diseños si se posee el conocimiento de ambos métodos, ya que resulta mas interesante combinarlos haciendo que se ayuden entre si, por ejemplo, si se termina de editar todo el HTML e hizo falta algún código, lo único que se debe hacer para no tener que revisar toda la programación, es dirigirse al editor de WYSIWYG, corregir desde la vista preliminar y listo, pero hay oportunidades donde resulta más fácil dirigirse directamente al editor de HTML y escribir allí el código de alguna característica que se quiera adherir al sitio, que ponerse a buscar la opción en el programa mismo. Finalmente los links pueden ser diseñados por medio de programación, asistentes de diseños web de algunos programas en especial ó combinar los dos métodos eficientemente.

2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO

2.2.1 EN CUANTO A SAYCO & ACINPRO

El derecho de autor en Colombia está amparado por las leyes 23 de 1982, la ley 44 de 1993, la decisión Andina que es de la Comunidad Andina de Naciones y el Convenio de Berna básicamente. Estas leyes tienen dentro de su articulado algunas prerrogativas para los autores y compositores de las obras, es decir, que el autor y el compositor ó sus representantes, en este caso Sayco y Acinpro, son quienes pueden autorizar el uso y la ejecución pública de esas obras que se vayan a interpretar.

El Artículo 76 de la ley 23 de 1982 dice que:

Los autores de obras científicas, literarias o artísticas y sus causahabientes tienen el derecho exclusivo de autorizar o prohibir:

D. La comunicación al público, por cualquier procedimiento o medios, tales como:

1. La ejecución, representación, recitación o declamación.
2. La radiodifusión sonora o audiovisual.¹²

En este caso la emisora de radio estaría implicada siendo una fuente de radiodifusión sonora, es por esto que antes de hacer cualquier utilización de una obra por parte de un utilizador ó en este caso por parte de la emisora de radio de la Universidad de San Buenaventura Sede Bogotá, se debe tener una autorización de Sayco y Acinpro para poder llevar a cabo esa comunicación pública.

Sayco y Acinpro es el representante en Colombia de más de 3500 autores y compositores afiliados a ellas y es el representante a la vez de más de 110 sociedades en todo el mundo a través de unos contratos de representación recíproca que tiene suscritos con otras sociedades del mismo genero en otros países del mundo, por ejemplo, en España hay una sociedad que se llama la ESGAE (Sociedad General de Autores y Editores de España), ahí están afiliados

¹² Ley de derechos de Autor – Artículo 76 ley 23 de 1982

los autores y compositores españoles, al Sayco & Acinpro tener un contrato de representación recíproca con la ESGAE, Sayco & Acinpro en Colombia, es el representante de esas obras que representa ESGAE por sus autores afiliados, de igual forma la ESGAE representa a los autores Colombianos a través de ese convenio de representación recíproca.

Ahora en el caso de que la emisora sea colgada en la red o Internet ya intervendría Sayco & Acinpro porque ahí cualquier persona desde cualquier lugar del mundo puede, sin tener nada que ver con la universidad ni con la emisora de radio, escuchar las distintas emisiones de la emisora de radio de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá, ahí si trascendería la emisora de radio.

Si la página tiene ingresos, es decir, si la emisora de radio de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá, a través de la página venden publicidad, requerirían de un pago que equivale al 6% de los ingresos de la página.

En la Ley 1.582/00 del convenio de Berna en el Artículo 8 dice:
Derecho de comunicación al público: Sin perjuicio de lo previsto en los Artículos 11.1) ii), 11bis.1) i) y ii), 11ter.1) ii), 14.1) ii) y 14bis.1) del Convenio de Berna, los autores de obras literarias y artísticas gozarán del derecho exclusivo de autorizar cualquier comunicación al público de sus obras por medios alámbricos o inalámbricos, comprendida la puesta a disposición del público de sus obras, de tal forma que los miembros del público puedan acceder a estas obras desde el lugar y en el momento que cada uno de ellos elija (Véase la declaración concertada respecto del Artículo 8.¹³

Esta ley se refiere básicamente a Internet, es decir, que cualquier persona que pueda sintonizar cualquier emisora ubicada en una página de Internet y escucharla estaría haciendo caso a una ejecución pública y como tal el trámite requiere de una autorización por parte de Sayco & Acinpro, entonces si la página es exclusivamente para la emisora y venden publicidad y tiene ingresos, es el

¹³ Ley 1.582/00 del convenio de Berna - Artículo 8: Derecho de comunicación al público

6% de lo que genere en publicidad, si venden publicidad pero no es la página exclusivamente para la emisora de radio como tal es el 1.5% de los ingresos que genere la publicidad de la página y si no hay publicidad por ningún lado se paga por un año una licencia equivalente a dos salarios mínimos mensuales legales vigentes, es decir, si en este momento el salario mínimo está en \$433.700, entonces por 2 salarios mínimos, quiere decir que se pagaría una tarifa equivalente a \$867.400 por una licencia de un año.

Ahora, específicamente en el caso de la emisora de radio para la Universidad de San Buenaventura, como ya existe la página de Internet de la Universidad de San Buenaventura, lo único que se hace simplemente, es colgarle un link para la emisora, entonces si esta página de la Universidad de San Buenaventura genera ingresos por publicidad, teniendo en cuenta que esta página no sería exclusivamente para la emisora, se pagaría el 1.5% de los ingresos de la página solo por el hecho de que la página como tal contiene la emisora.

Cabe aclarar que se entiende como publicidad de la página los links ajenos al fin educativo, por ejemplo, links de tipo comercial como Bavaria, Alkaseltzer ó la peluquería de Marco Antonio, entre otros. De igual forma, no se considera publicidad los seminarios que difunda la universidad ó las facultades que existen dentro de la misma y que se promueven, por lo tanto se pagaría el equivalente a dos salarios mínimos con una licencia de un año.

2.2.2 EN CUANTO A LA ACÚSTICA SE REFIERE

Algunas Normas Técnicas Colombianas ICONTEC de las cuales podemos basarnos para el desarrollo de la propuesta para la creación de la emisora de radio para el campus de la universidad de San Buenaventura son:

NTC 1440 – Muebles de oficina. Consideraciones generales relativas a la posición de trabajo: Silla - Escritorio. Documentos de referencia NF D67-607:73
Esta norma indica y establece las dimensiones de trabajo y posición para cualquier operador dentro de un recinto dependiendo de su antropometría.

NTC 1507 – Terminología de mobiliario de oficina. Documento de referencia NF D67-002: 73

NTC 1819 – Factores humanos. Fundamentos ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. Documento de referencia ISO 6385

NTC 1943 – Factores humanos. Fundamentos ergonómicos de señales aplicables a los puestos de trabajo. Documento de referencia NF X35-101:78

GTC 8 – Electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados. Norma de la Guía Técnica Colombiana. Documento de referencia ISO 8995

DIN 52216 – Aislamiento acústico. Acústica de locales. Norma Alemana

2.2.2.1 MEDICION TIEMPO DE REVERBERACION

El tiempo de reverberación es considerado como un parámetro importante y así mismo tiene una gran relación con otros tipos de mediciones como los relativos niveles de presión sonora a principios y finales de la energía radial, lateral y en fracciones; la correlación interaural cruzada, funciones y niveles de ruido de fondo, los cuales son elementos igualmente necesarios para una completa evaluación de la calidad acústica de salas.

Esta norma internacional no pretende del recinto, especificar la calidad acústica de tiempo de reverberación por sí solo, sino que introduce otros dos niveles de complejidad en la medición acústica de la sala.

ISO 3382, (La medición de tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos). Esta norma tiene como definición: El tiempo de reverberación de una sala utilizada para considerar el indicador acústico predominante de sus propiedades.

La norma trata sobre los métodos específicos estándar internacionales de la medición de tiempo de reverberación en recintos, esta no se limita a los auditorios o las salas de concierto; Por otra parte, esta destinada para la aplicación del módem digital y técnicas de medición para la evaluación acústica de recintos de parámetros derivados a la respuesta al impulso.

Definiciones de la norma aplicadas al proyecto:

Curva de decaimiento: el decaimiento de presión sonora es la función en la cual en un punto específico del recinto luego de ser excitado, comienza a tener un decaimiento hasta el final.

NOTA 1: estos decaimientos pueden ser medidos después de un corte de una continua fuente de sonido en la habitación o derivados de la inversión de tiempo integrado obtenido luego de la respuesta al impulso del recinto.

NOTA 2: el decaimiento obtenido sin haber realizado la excitación del recinto no es recomendable para una óptima evaluación del tiempo de reverberación, este método es utilizado únicamente para efectos de encuestas.

Método de ruido interrumpido: es la obtención de las curvas de decaimiento de la grabación directa del nivel de presión sonora, luego de haberse excitado el recinto abruptamente

Utilizando el método de medición de ruido interrumpido se evalúa el decaimiento en el rango desde 5dB, hasta 35Db por debajo del nivel inicial RT30, y desde 5 dB hasta 25db debajo de RT20.

Para este método generalmente se utiliza el ruido rosa, ya que este obtiene un barrido general en las diferentes frecuencias, el nivel de este ruido dentro de la excitación de la sala debe ser ampliamente mayor al del ruido de fondo.

Respuesta al impulso: función del tiempo de la presión sonora recibida en una habitación como consecuencia de la excitación de la sala por un delta de Dirac

Dentro de este método se pueden utilizar varios elementos para obtener la respuesta de la excitación repentina, como bien lo son las bombas las cuales al ser reventadas provocan una respuesta al impulso en la medición, este impulso tiene una clara respuesta arriba de 30dB con respecto al ruido de fondo, necesario para obtener una respuesta satisfactoria de la medición de tiempo de reverberación.

La Fuente de sonido: debe ser lo más omni-direccional como sea posible. Deberá producir un nivel de presión sonora suficiente para proporcionar las curvas de decaimiento con el mínimo rango dinámico requerido sin contaminación por el ruido de fondo.

Teniendo en cuenta lo anterior para la fuente emisora de ruido puede ser utilizado como herramienta el dodecaedro, ya que tiene una respuesta omni-direccional y puede producir sin ningún inconveniente niveles de ruido mayores a los del ruido de fondo.

2.2.2.3 NORMATIVA MEDICION DE AISLAMIENTO

La parte 140 de la norma especifica los métodos de campo para medir el ruido aéreo al interior de las paredes, pisos y puertas de dos habitaciones en un campo difuso, de igual manera establece condiciones sonoras en recintos para determinar la protección auditiva que ofrece a los ocupantes dentro del mismo.

Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para comparar el aislamiento acústico entre recintos y así mismo comparar el sonido real con los requisitos especificados.

Norma ISO 140-4 (mediciones acústicas de aislamiento en recintos y elementos). Las mediciones sobre el terreno de aislamiento de ruido aéreo entre salas

Definiciones de la norma aplicadas al proyecto

- Promedio de nivel de presión sonora, L:

En la práctica usualmente los niveles de presión sonora son igual a L_j para ser medidos, en los cuales L es determinado por la función:

$$L = 10 \log (1/n \sum 10 (L_j/10)) \text{ dB}$$

Donde L_j son los niveles de presión sonora L_1 y L_n en diferentes posiciones del recinto.

- Diferencias de nivel D:

$$D = L_1 - L_2$$

Donde L_1 es el promedio del nivel de presión sonora en fuente emisora y L_2 es el promedio del nivel de presión sonora en la fuente receptora.

- Diferencia de nivel normalizado D_n :

$$D_n = D - 10 \log (A/A_0) \text{ dB}$$

Esta fórmula corresponde al área de absorción de referencia del cuarto receptor. Donde D es la diferencia de nivel en dB, A es el área del sonido absorbido equivalente y A_0 es la referencia del área de absorción.

- Diferencia de nivel estándar: es el valor de referencia del tiempo de reverberación en el cuarto receptor.

$$D_{nT}: D + 10 \log (T / T_0) \text{ dB}$$

Donde T es el tiempo de reverberación del cuarto receptor y $T_0 = 0.5$ Seg, es el tiempo de reverberación de referencia, El cual corresponde a un área absorbente de referencia de $0.32 * \text{el volumen total}$.

Generación de campo sonoro en el cuarto emisor: El sonido generado en el cuarto emisor puede ser constante y tener un espectro continuo en el rango de frecuencia considerado. Si se utilizan filtros, utilizar 1/3 de octava, recomendado para el análisis de ruido blanco y ruido rosa, para analizar las bandas de frecuencia afectadas.

En cualquier caso el espectro sonoro en el cuarto emisor no debe tener diferencias mayores a 6dB entre cada banda DE 1/3 de octava.

La potencia sonora debe ser suficientemente alta para que así el nivel en el cuarto receptor sea por lo menos 10dB mayor al ruido de fondo en cualquiera de las bandas

Posición de los micrófonos:

Distancias mínimas

- 0,7 entre los diferentes micrófonos / 0.5 metros entre cualquier pared del recinto o difusor y el micrófono (sonómetro).
- 1 metro entre la fuente sonora y cualquiera de los micrófonos.
- Se debe utilizar un mínimo de 6 micrófonos distribuidos en el cuarto
- Se utiliza para cada medición con las mismas medidas, sin importar las diferentes posición de fuente sonora
- La posición de la fuente debe ser mínimo de 1m con respecto a cualquiera de las paredes del recinto.

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro del enfoque de la investigación, este proyecto se define como empírico-analítico ya que cuyo interés es el técnico, orientado a la interpretación y transformación del mundo material; se pretende realizar un balance entre la parte teórica y la verificación experimental para poder desarrollar con bases sólidas la propuesta para la creación y puesta en marcha de la emisora de radio online de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.

3.2 LINEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA

El proyecto se desarrolla dentro de la línea de investigación denominada Tecnologías actuales y sociedad ya que la dinámica de los medios de comunicación evoluciona constantemente, debido a esto la radio on-line se involucra directamente con la sociedad siendo de gran importancia para aquellos que pretenden explorar dentro de este campo.

La sub-línea de investigación de este proyecto se desarrolla dentro de los sistemas de información y comunicación, ya que la radio on-line tiene como fin ser medio de difusión masiva, lo anterior nos ubica en el campo temático de la acústica y el diseño de sistemas de sonido, los cuales son de vital importancia para la creación de una emisora con estándares técnicos a nivel profesional.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para este proyecto se utilizaron varios métodos e instrumentos los cuales nos mostraron claramente los resultados, estos métodos fueron seleccionados por la magnitud del resultado al cual nos iba a conllevar. Asimismo estos funcionaron de una manera excelente ya que se les dio un orden adecuado y a medida que se iba utilizando uno, el anterior lo soportaba dándole así mayor credibilidad.

3.3.1 RECONOCIMIENTO DEL CAMPO

El primer punto que se tuvo en cuenta dentro del proyecto fue indagar acerca del funcionamiento de este tipo de emisoras en cuanto a constitución e historia se refería; es de esta manera como se procedió a realizar búsquedas de esta información por medio de la Internet y de libros los cuales mostraban estos primeros resultados, dando una idea general del enfoque el cual tendría el proyecto. Asimismo se encontraron los comienzos de esta manera de hacer radio conociendo precursores, implementadores y tipo de público (capacidad de visitantes), los cuales son los directos implicados dentro del proyecto.

Este método muestra básicamente conocer el producto al cual se quiere acceder.

3.3.2 VISITAS GUIADAS

Para la programación de citas con personal idóneo en cuanto al tema que este proyecto se refiere, se realizaron algunos contactos dentro del medio de radiodifusión, de esta manera se muestra una idea general de la forma de operación que se tiene en este medio. En este punto no solamente se tuvieron en cuenta las emisoras online, sino que también emisoras ya conformadas como importantes dentro del medio, con un dial en la radio establecido; esto a razón

de mostrar una visión a modo futuro de un funcionamiento completo de una emisora, también se analizó de manera concisa el manejo de una emisora y los alcances y resultados que estas han tenido.

Para establecer los requerimientos legales los cuales son de absoluta exigencia para poder llevar a cabo las transmisiones de la emisora On-line se utilizaron las visitas guiadas que fueron en este caso explícitamente ante el ministerio de comunicación y ante Sayco y Acinpro, de esta manera saber con información de primera mano, cuales son las posibilidades de acceso a una emisora de este tipo.

No obstante y a modo de investigación, se indagó sobre este tipo de información, de las emisoras a nivel mundial y su funcionamiento esto ayudó a que la propuesta mostrara bases más fuertes y claras.

Las visitas guiadas en sí fueron bastantes constructivas, sobre todo en sentido de cooperación de los contactos en casi todas las ocasiones, de igual manera se indago este caso con algunas de las universidades que utilizan este medio, como uno de sus pilares formativos.

3.3.3 GALERÍA DE FOTOS

Luego de las visitas guiadas y paralelo a ellas se desarrollará un archivo fotográfico el cual servirá como apoyo visual y estructural el cual indique sustancialmente el proceso que se lleva a cabo y la manera de proceder durante el desarrollo ingenieril del proyecto.

3.3.4 LOCALIZACION DEL RECINTO

Para la localización del recinto se aplicó la técnica de medición por medio del sonómetro descrita y referenciada en el marco teórico, esta técnica es la ideal para enfocar e identificar claramente la localización del recinto que se va a tener en cuenta, ya que la universidad tenía varios recintos posibles para la realización del diseño.

No se utilizaron otras técnicas de medición como por ejemplo demostraciones de simulación por que esta técnica no tendría consecuencias concretas, pues sus cifras son muy poco eficaces para lo que se busca dentro de este proyecto, ya que estos simuladores (Demos), muestran resultados muy generales y poco fiables; para que esta técnica sea altamente efectiva y tenga validez dentro de un proyecto como este, se debe utilizar un simulador profesional y estos simuladores resultaron ser económicamente inasequibles al presupuesto indicado dentro de esta investigación.

3.4 HIPÓTESIS

Al realizar transmisiones de Radio On-line desde el servidor de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C., se tendrá la capacidad de ofrecer la señal a 80 usuarios conectados al mismo tiempo.

3.5 VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Disponibilidad de la emisora para fines educativos.
- Interés por parte de los estudiantes.

- Nivel de ruido de fondo.
- Temperatura.
- Humedad relativa.

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Ubicación de la emisora.
- Personal idóneo que opere la emisora.
- Tiempo de reverberación.
- Nivel de aislamiento.

4. DESARROLLO INGENIERIL

En este desarrollo ingenieril tenemos dos grandes ítems que se tienen en cuenta ya que sobre estos dos puntos en particular se desarrolla nuestra propuesta.

4.1 DESARROLLO ACÚSTICO

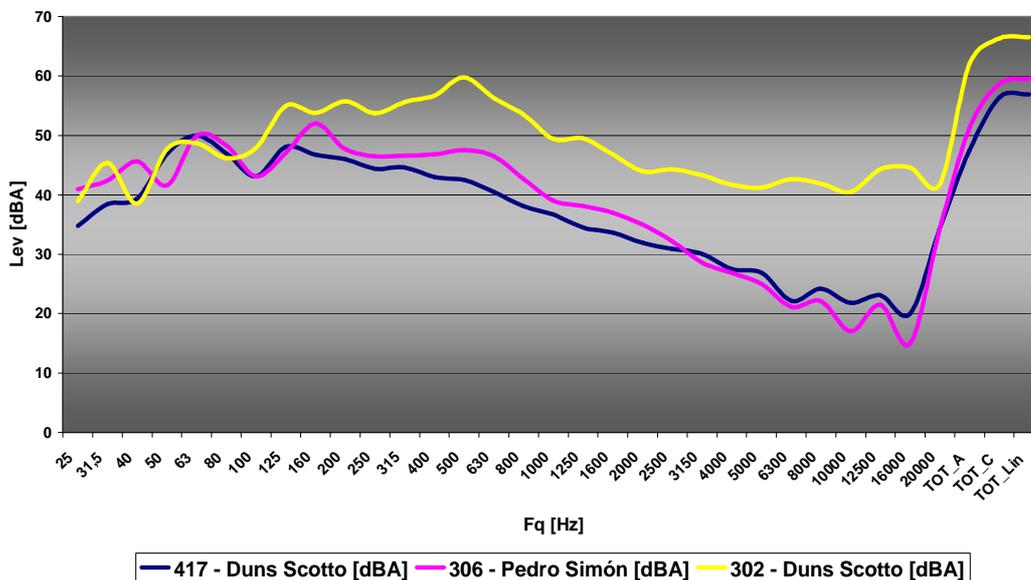
Durante el desarrollo de este proyecto, a la luz de la teoría, se propondrá el estudio y posterior análisis de un recinto específico con unos determinados parámetros acústicos. Finalmente con los datos analizados, se procederá a formular un acondicionamiento acústico para el mismo, de tal manera que se pueda generar la propuesta para la creación de la emisora de radio de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá D.C.

4.1.1 ELECCIÓN DEL RECINTO

Para determinar la ubicación de la emisora de radio dentro de la universidad, se identificaron los posibles lugares en los cuales se podía disponer como soporte para la puesta en marcha de la misma, exceptuando el edificio Guillermo de Ockam, ya que está en construcción y sus recintos ya tienen fines particulares por parte de la universidad. Posteriormente se tomaron tres recintos estratégicos dentro de la universidad ubicados uno en cada edificio de la misma para su posterior análisis, estos recintos son el salón 306 del edificio Pedro Simón y los salones 302 y 417 del edificio Duns Scotto. A estos recintos se les practicó una medición de ruido de fondo (los cuales se pueden ver detalladamente en los anexos) para determinar cuál de estos se adaptaba mejor para la implementación de este proyecto. Esta medición dio como resultado los siguientes datos:

Fq [Hz]	417 - Duns Scotto [dBA]	306 - Pedro Simón [dBA]	302 - Duns Scotto [dBA]
25	34,8	41,0	38,9
31,5	38,4	42,4	45,4
40	39,4	45,6	38,5
50	46,9	41,6	47,7
63	50,0	49,9	48,7
80	47,0	48,3	46,2
100	43,1	43,1	47,9
125	48,1	47,1	55,0
160	46,7	52,0	53,8
200	46,0	47,7	55,7
250	44,4	46,5	53,7
315	44,6	46,6	55,6
400	43,0	46,8	56,7
500	42,5	47,5	59,8
630	40,5	46,5	56,3
800	38,1	42,7	53,5
1000	36,7	39,0	49,4
1250	34,5	38,1	49,5
1600	33,6	37,0	46,8
2000	31,9	35,0	44,0
2500	30,9	32,2	44,3
3150	30,1	28,6	43,3
4000	27,5	26,9	41,7
5000	26,9	25,0	41,2
6300	22,2	21,1	42,6
8000	24,2	22,1	41,9
10000	21,8	17,0	40,5
12500	23,1	21,5	44,3
16000	20,0	15,0	44,6
20000	34,3	34,2	41,7
TOT_A	47,5	51,3	62,1
TOT_C	56,4	58,7	66,3
TOT_Lin	56,9	59,5	66,5

Tabla 4. Valores de Ruido de fondo de los tres recintos



Gráfica 1. Ruido de fondo de los tres recintos

A la luz de las mediciones de ruido de fondo, la elección del salón se determinó de la siguiente manera: claramente la gráfica deja ver el alto nivel de ruido de

fondo que poseen los salones 302 del edificio Duns Scotto y 306 del edificio Pedro Simón.

El salón 417 del edificio Duns Scotto, además de poseer evidentemente un nivel de ruido de fondo bajo comparado con los otros dos salones en estudio, presenta elementos constructivos los cuales hacen más viable el acondicionamiento de la emisora en este lugar. Uno de estos elementos son las ventanas que, comparadas con las de los otros salones, son más pequeñas, además la altura del techo proporciona mayor comodidad al momento de realizar modificaciones para instalar un cielo raso, lo anterior facilita la realización de un diseño más cómodo.

4.1.1.1 RECINTO SELECCIONADO

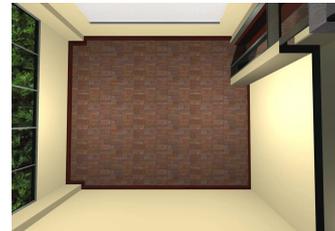
El recinto a relevar es el salón **(417)** ubicado en el 4to. Piso del edificio Duns Scotto de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá, en donde se ubicarían las instalaciones de la Emisora de Radio.



Vista hacia pared derecha



Vista hacia pared izquierda



Vista superior

Figura 10. Condiciones originales del salón 417 del edificio Duns Scotto

Este recinto con una capacidad para 25 personas está destinado como aula de clases dentro de la Universidad, tiene un área de $34,5 \text{ m}^2$, una altura de 3m y un volumen de $103,5 \text{ m}^3$, tiene paredes en ladrillo con un pañete pintado y un ancho de 0,16m, tanto sus columnas como sus vigas precisan ser de concreto, su piso es en baldosa sobre una plancha de concreto, la misma que se descubre en el techo, tiene una única puerta en madera hueca con un área de $1,8 \text{ m}^2$, al lado de esta se ubica un vidrio con un área de $0,7 \text{ m}^2$, en su interior posee un tablero en

acrílico blanco el cual posee un área de $4,8\text{m}^2$, hay 5 ventanas las cuales suman un área total de $4,93\text{m}^2$ con marcos en aluminio entre ellas, en la parte superior de la pared derecha del salón se encuentra un vidrio rectangular instalado desde la pared de atrás hasta la pared de adelante el cual genera un área de $3,3\text{m}^2$, finalmente se releva un antepecho del mismo material de las paredes con un área de $5,9\text{m}^2$.

Los materiales del recinto a relevar son: Ladrillo, concreto, pañete de cemento pintado, tabletas de baldosa, madera hueca, vidrios de un solo cristal, acrílico y aluminio.

La distribución de estos materiales es:

Superficie 1 (pared derecha):

Puerta en madera hueca = $1,8\text{m}^2$

Vidrio = 4m^2

Pared en ladrillo y pañete de cemento pintado = $10,26\text{m}^2$

Rejillas y marco en aluminio = $0,83\text{m}^2$

Superficie 2 (pared izquierda):

Antepecho en ladrillo y pañete de cemento pintado = $5,9\text{m}^2$

Ventanas en vidrio de un solo cristal = $4,81\text{m}^2$

Marcos en aluminio = $0,71\text{m}^2$

Pared en ladrillo y pañete de cemento pintado = $0,92\text{m}^2$

Superficie 3 (pared del frente):

Tablero en acrílico blanco = $4,81\text{m}^2$

Pared en ladrillo y pañete de cemento pintado = $17,67\text{m}^2$

Superficie 4 (pared de atrás):

Pared en ladrillo y pañete de cemento pintado = $19,56\text{m}^2$

Superficie 5 (piso):

Piso de concreto cubierto con tabletas en baldosa = $34,49\text{m}^2$

Superficie 6 (techo):

Techo de concreto con pañete de cemento pintado = $33,53\text{m}^2$

El levantamiento del recinto se expone a continuación:

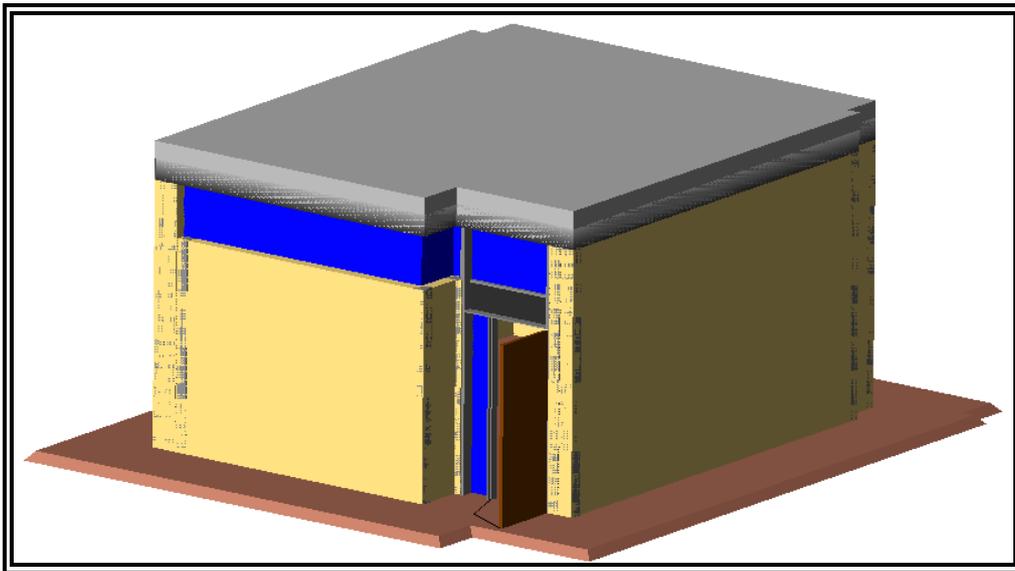


Figura 11. Vista isométrica del recinto cubierto

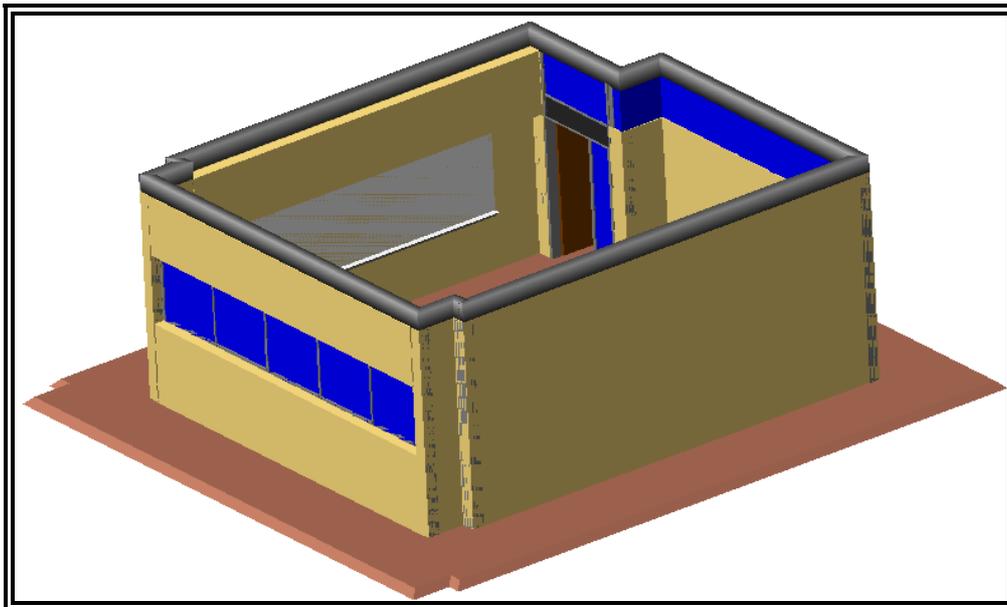


Figura 12. Vista isométrica del recinto descubierto

PLANTA GENERAL:

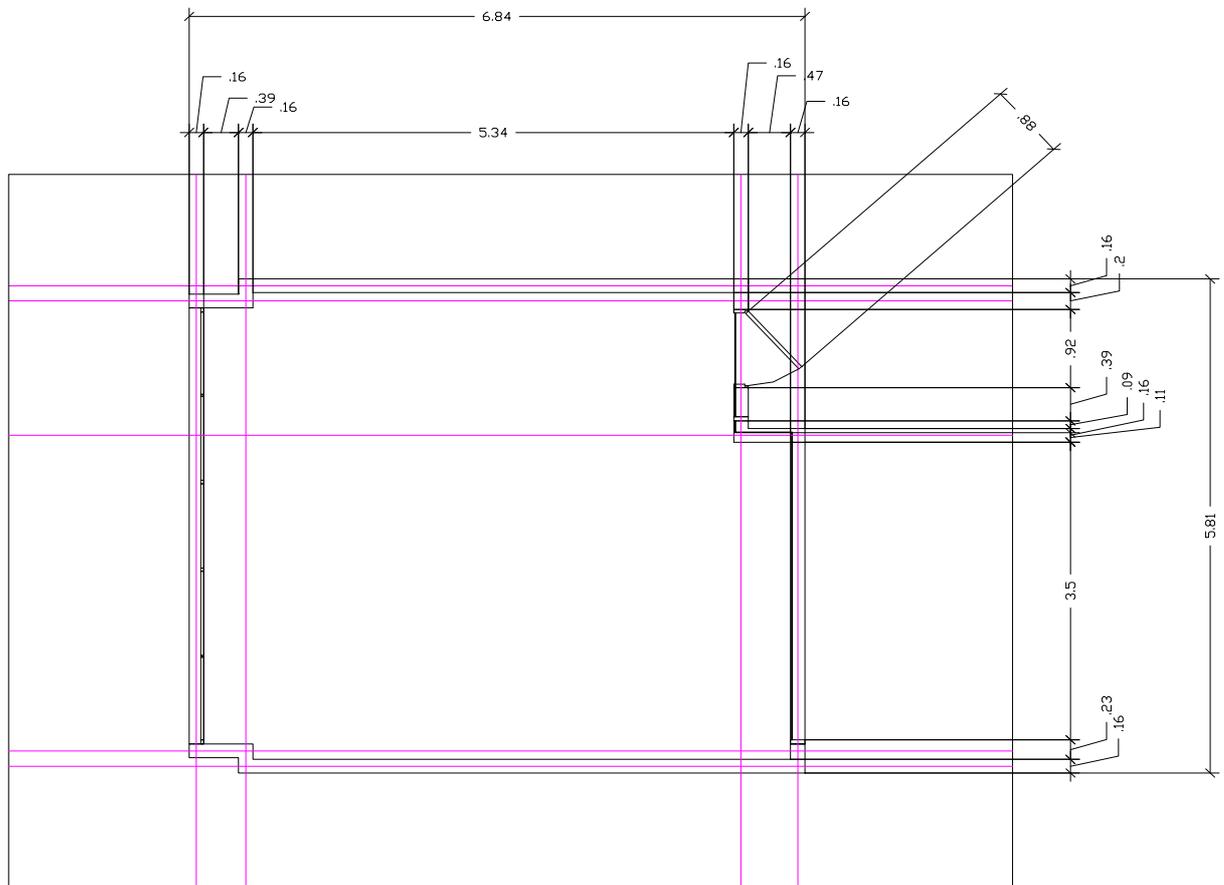


FIGURA 13. Planta general del recinto

CORTE DERECHO:

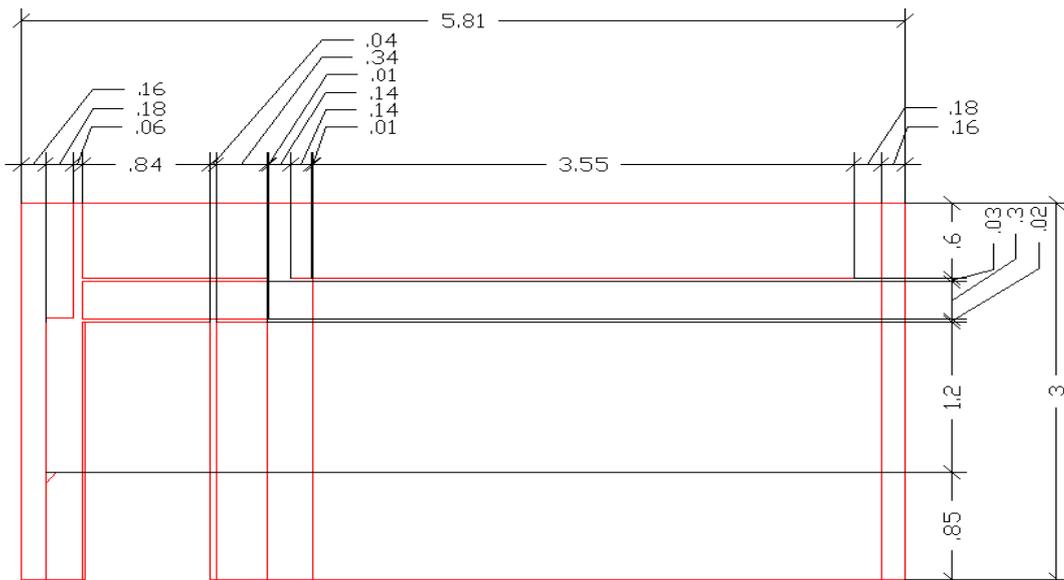


FIGURA 14. Corte derecho recinto inicial

CORTE IZQUIERDO:

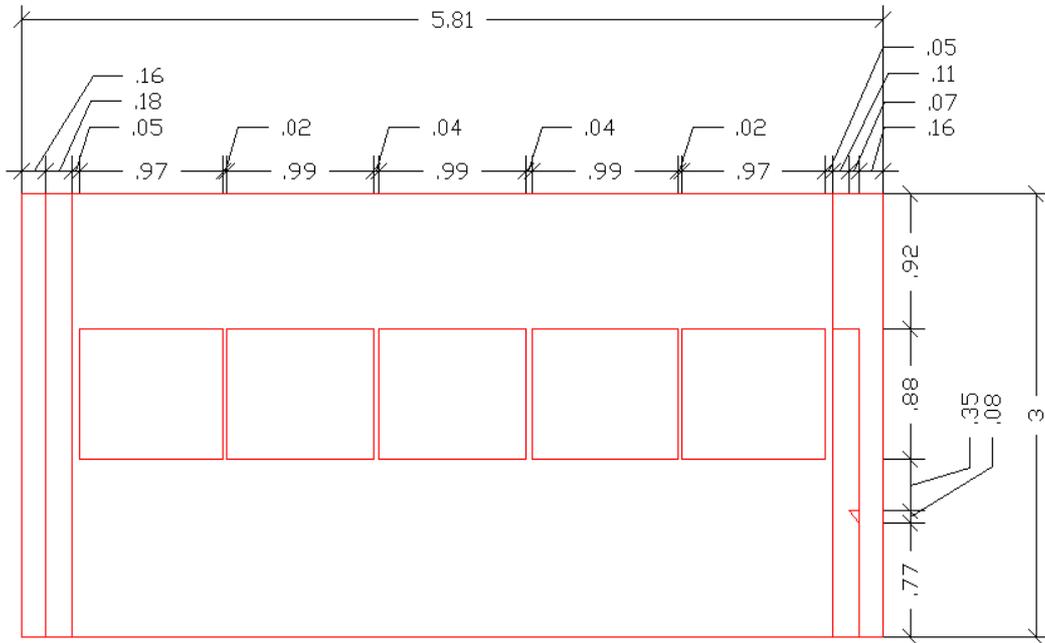


FIGURA 15. Corte izquierdo recinto inicial

CORTE TRASERO:

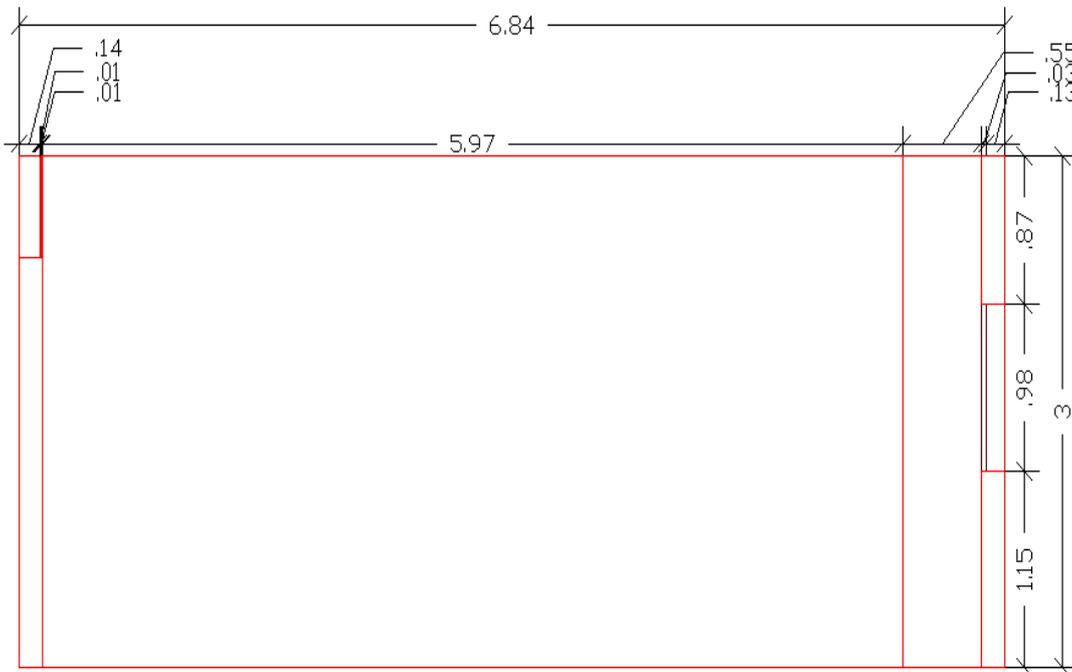


FIGURA 16. Corte trasero recinto inicial

CORTE FRONTAL:

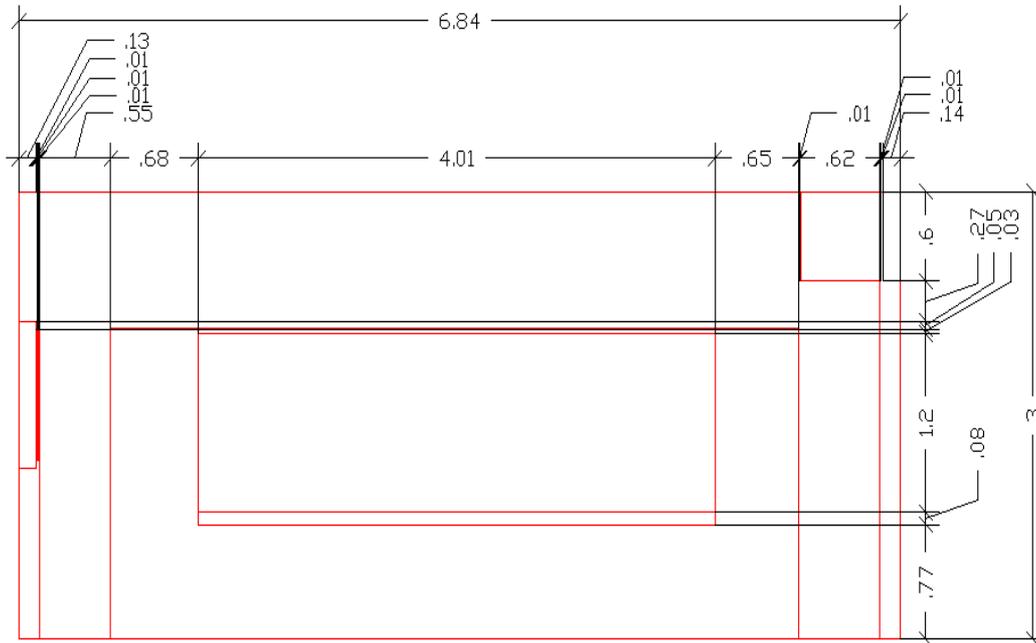


FIGURA 17. CORTE FRONTAL RECINTO INICIAL

TABLA DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS PARA LA PROPUESTA

MATERIAL	AREA [M ²]	LUGAR
Ladrillo	20,7623	Muros
Pañete	43,7164	Muros
Madera	27,5212	Marcos y puertas
Vidrio	8,8528	Vidrio al exterior
Vidrio	5,25	Vidrio Interno del control y locutorio
Vidrio	6,3215	Vidrio interno al corredor
Caucho	0,24	Entre muros y vidrios
Alfombra	32,1528	Pisos
Drywall en yeso	9,3616	Techo
Drywall en fibrocemento	22,4667	Control Room y Locutorio
Fibra de vidrio	22,4667	Control Room y Locutorio
Espuma troquelada	22,4667	Control Room y Locutorio

TABLA 5. MATERIALES CONSTRUCTIVOS PARA LA PROPUESTA

Para la medición de ruido y tiempo de reverberación del recinto, se usó la misma ubicación de los puntos, ubicados tanto internos como externos, a una altura de 1,5m desde el piso. Los puntos de medición externos e internos son:

PUNTOS EXTERNOS:

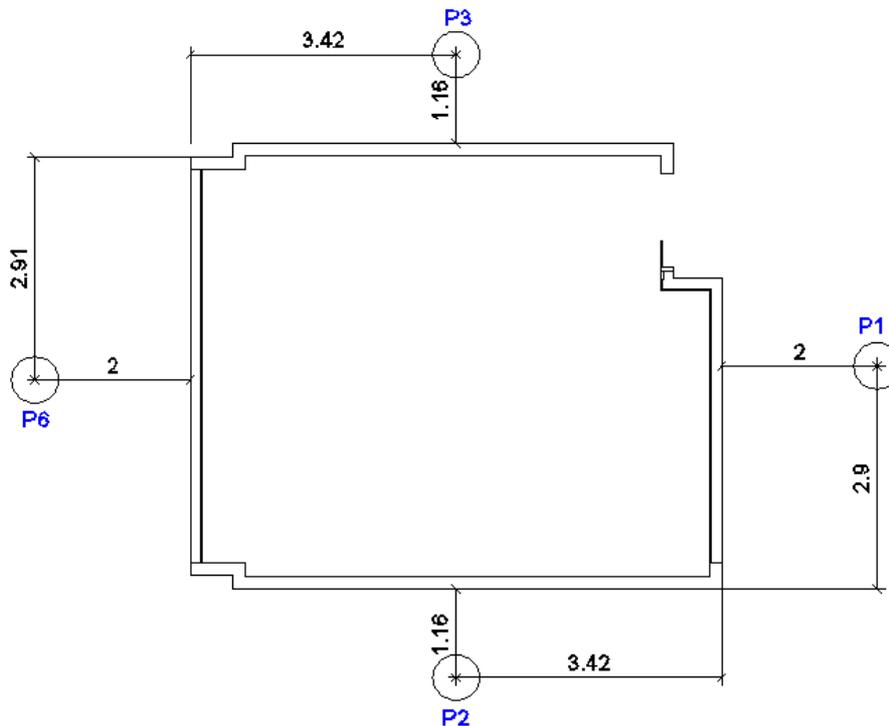


FIGURA 18. Puntos externos recinto inicial

P1 = Punto 1 (Corredor)

P2 = Punto 2 (Salón parte de atrás)

P3 = Punto 3 (Salón parte de adelante)

P4 = Punto 4 (Salón de arriba – a la misma posición del punto de RF)

P5 = Punto 5 (Salón de Abajo – a la misma posición del punto de RF)

P6 = Punto 6 (Afuera)

PUNTOS INTERNOS:

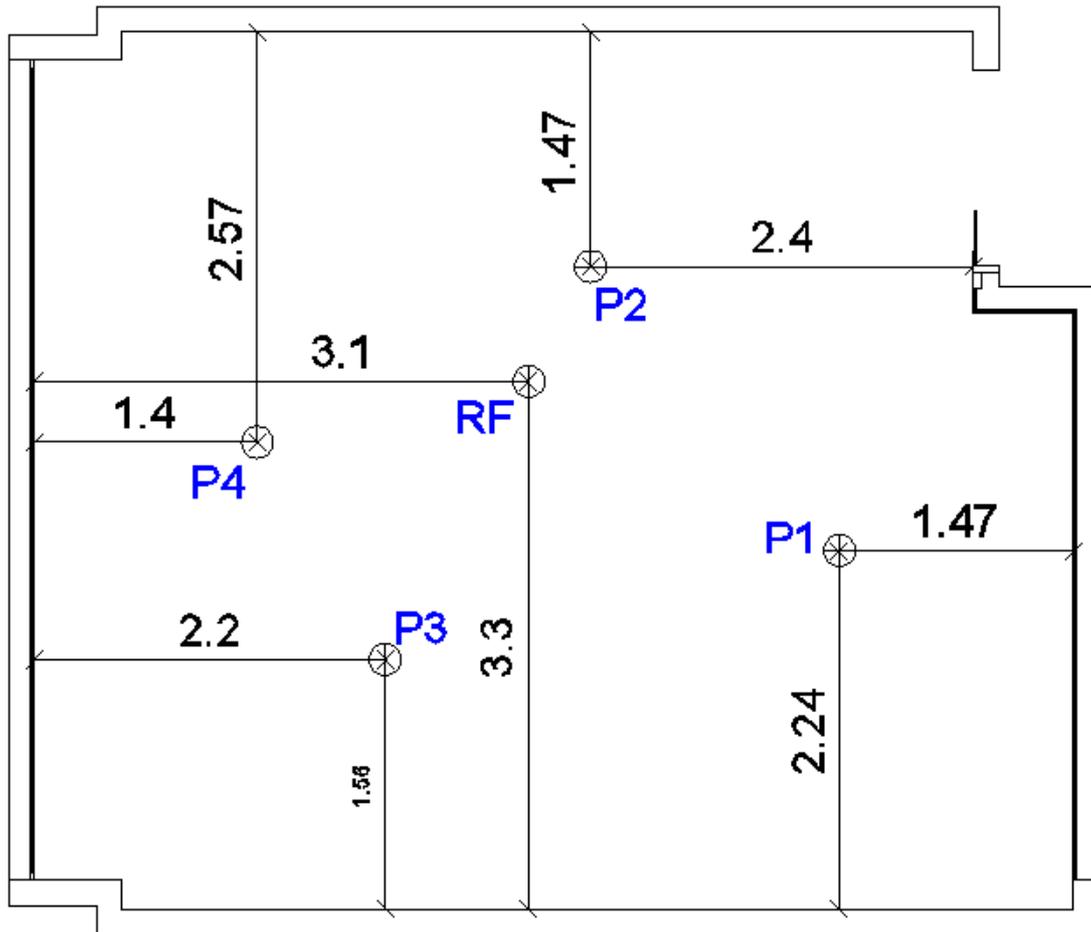


FIGURA 19. Puntos internos recinto inicial

RF = Ruido de Fondo

P1 = Punto 1

P2 = Punto 2

P3 = Punto 3

P4 = Punto 4

4.1.2 MEDICIÓN DE RUIDO

Las muestras se tomaron entre las 1pm y 8pm con predominancia de sol y una temperatura promedio de 21°C. El tiempo de medición fue de 1 hora por punto de medición, durante esta hora y por cada punto se hicieron 3 tomas para luego hallar, mediante promedio energético, el nivel de presión sonora continua equivalente.

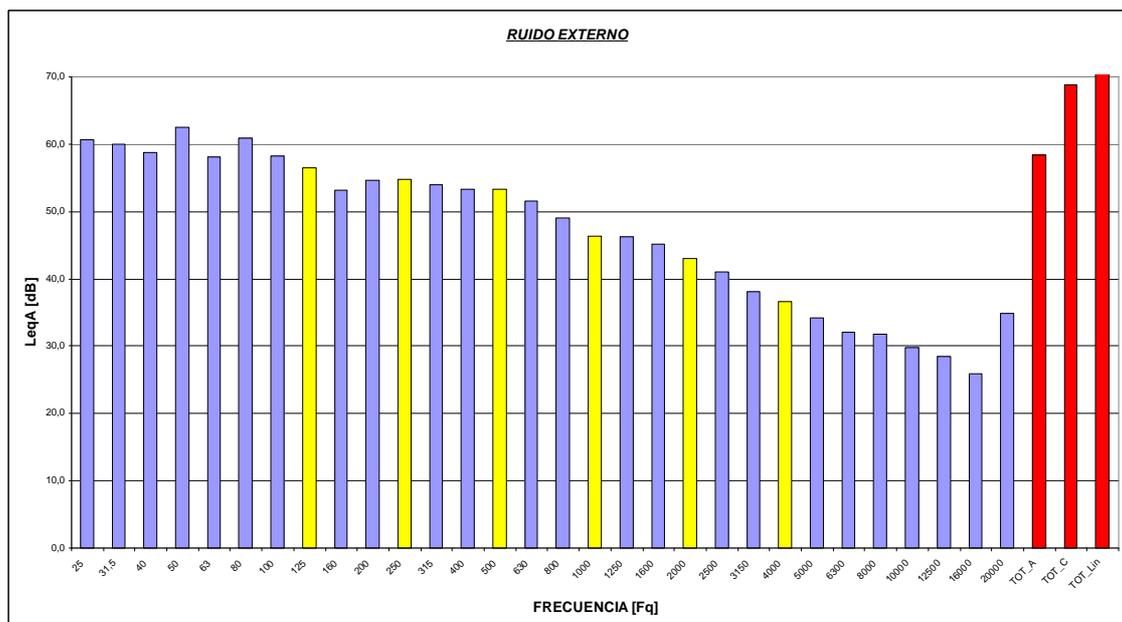
Durante la medición el equipo de medida que se usó fue un sonómetro marca Svantec Tipo 1 en ponderación frecuencial A y ponderado temporal lento (Slow) montado en un trípode a una altura de 1,5m desde el piso y programado con un delay para la toma de la medición sin ningún obstáculo humano. Las fuentes más relevantes son los salones con estudiantes en clase que lindan con el recinto en estudio, sin obviar las personas que constantemente cruzan por los corredores que están frente al salón.

Los datos particulares de la medición se exponen en el apartado de anexos y a continuación se observa el resultado final de la medición:

RUIDO EXTERNO

Fq [Hz]	Punto #1 (Corredor)	Punto #2 (Salón)	Punto #3 (Salón)	Punto #4 (Arriba)	Punto #5 (Abajo)	Punto #6 (Afuera)	RUIDO EXTERNO	TABLA PONDERADO A	RUIDO EXTERNO
	LeqA [dB]	LeqA [dB]	LeqA [dB]	LeqA [dB]	LeqA [dB]	LeqA [dB]	LeqA [dB]		Leq [dB]
25	40,9	39,0	43,5	44,9	39,2	68,4	60,7	-44,7	105,4
31,5	46,6	52,9	52,5	49,6	51,2	67,3	60,0	-39,4	99,4
40	49,9	43,9	51,3	49,9	43,7	66,2	58,8	-34,6	93,4
50	46,8	47,9	53,4	49,8	46,8	70,0	62,5	-30,2	92,7
63	46,4	46,8	53,9	48,4	46,4	65,3	58,1	-26,2	84,3
80	43,6	44,9	51,0	45,1	43,5	68,6	61,0	-22,5	83,5
100	41,1	40,0	59,7	49,6	42,8	64,8	58,3	-19,1	77,4
125	54,1	54,1	55,8	47,3	50,9	62,0	56,5	-16,1	72,6
160	53,0	51,1	51,7	49,4	48,5	57,8	53,1	-13,4	66,5
200	54,5	53,3	57,6	49,9	46,0	57,2	54,6	-10,9	65,5
250	54,5	51,3	60,0	47,0	48,8	53,9	54,7	-8,6	63,3
315	55,1	52,5	57,9	51,3	47,9	52,6	54,0	-6,6	60,6
400	53,5	54,3	54,6	50,9	54,3	50,2	53,3	-4,8	58,1
500	55,9	53,5	56,8	49,8	47,9	46,8	53,3	-3,2	56,5
630	54,0	54,6	52,3	46,5	47,2	46,3	51,5	-1,9	53,4
800	53,1	50,3	50,4	42,5	42,7	43,0	49,0	-0,8	49,8
1000	51,3	47,3	44,2	39,7	43,5	41,1	46,4	0,0	46,4
1250	50,9	44,7	45,0	37,1	46,9	41,7	46,2	-0,6	46,8
1600	50,6	43,2	43,4	36,6	43,6	41,5	45,2	1,0	44,2
2000	47,8	41,3	41,3	34,5	42,0	41,1	43,0	1,2	41,8
2500	46,6	39,0	39,1	32,6	37,6	37,0	40,9	1,3	39,6
3150	43,0	36,4	37,6	31,2	37,3	31,5	38,0	1,2	36,8
4000	41,4	33,8	37,7	31,1	33,5	32,0	36,6	1,0	35,6
5000	37,0	32,0	36,4	30,2	33,3	32,5	34,2	0,5	33,7
6300	34,6	29,4	35,1	28,8	30,6	29,2	32,1	-0,1	32,2
8000	33,0	28,9	34,1	28,5	28,8	33,5	31,8	-1,1	32,9
10000	32,6	27,1	33,1	28,1	26,3	22,3	29,7	-2,5	32,2
12500	29,6	26,7	31,9	25,6	28,1	23,3	28,4	-4,3	32,7
16000	24,3	15,0	28,9	24,7	29,0	21,6	25,9	-6,6	32,5
20000	34,7	34,6	34,9	34,6	35,5	34,6	34,8	-9,3	44,1
TOT_A	60,8	58,3	59,6	53,2	56,4	58,4	58,4		
TOT_C	64,6	63,3	66,9	60,5	60,7	75,2	68,8		
TOT_Lin	64,8	63,6	67,2	61,8	61,0	77,5	70,6		

Tabla 6. MEDICIÓN DE RUIDO EXTERNO

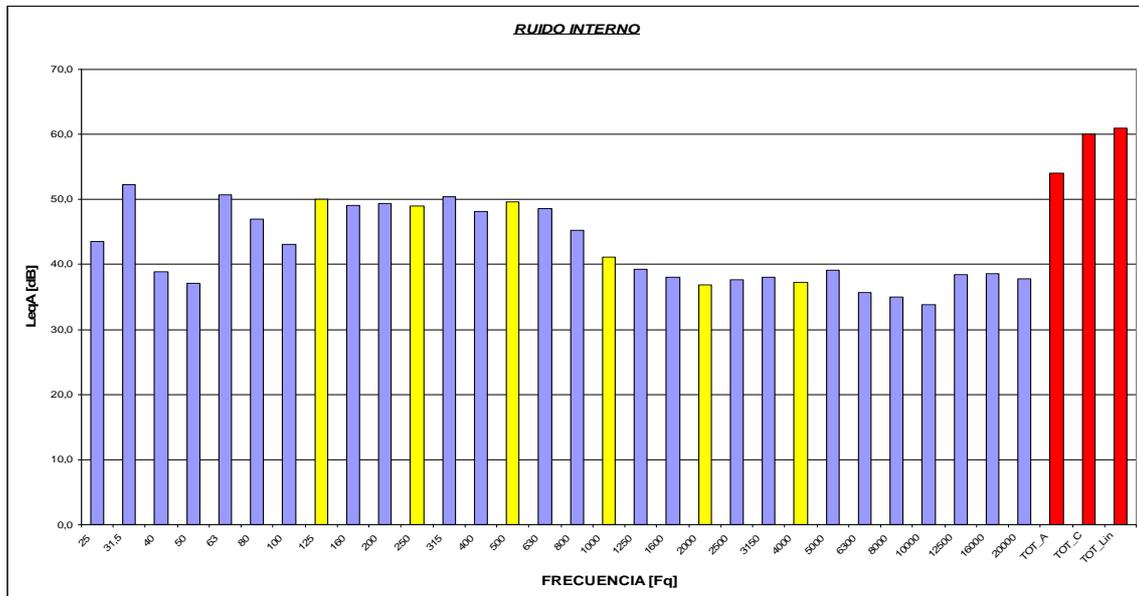


Gráfica 2. Medición de ruido externo

RUIDO INTERNO:

Fq [Hz]	Punto # 1	Punto # 2	Punto # 3	Punto # 4	RUIDO INTERNO	TABLA PONDERADO A	RUIDO INTERNO
	LeqA [dB]		Leq [dB]				
25	44,8	33,8	37,5	47,2	43,5	-44,7	88,2
31,5	52,5	45,8	47,3	56,2	52,4	-39,4	91,8
40	37,6	37,4	41,7	36,6	38,8	-34,6	73,4
50	36,7	38,3	37,1	36,3	37,2	-30,2	67,4
63	42,6	41,7	37,8	56,3	50,7	-26,2	76,9
80	41,6	37,7	43,0	52,0	47,0	-22,5	69,5
100	44,4	43,1	42,7	42,1	43,2	-19,1	62,3
125	49,1	51,6	49,8	48,8	50,0	-16,1	66,1
160	46,8	49,6	50,8	48,1	49,1	-13,4	62,5
200	48,2	49,8	49,9	49,1	49,3	-10,9	60,2
250	49,3	49,1	48,4	48,9	48,9	-8,6	57,5
315	47,8	49,0	52,9	50,1	50,4	-6,6	57,0
400	46,8	47,6	50,1	47,0	48,1	-4,8	52,9
500	49,9	50,3	50,0	47,8	49,6	-3,2	52,8
630	48,4	48,4	49,2	48,0	48,5	-1,9	50,4
800	45,3	44,4	46,4	44,2	45,2	-0,8	46,0
1000	40,4	40,0	41,5	42,1	41,1	0,0	41,1
1250	38,0	37,9	40,9	39,6	39,3	-0,6	39,9
1600	37,6	37,3	39,2	37,8	38,0	1,0	37,0
2000	36,9	35,6	38,1	36,4	36,9	1,2	35,7
2500	35,6	36,6	40,2	36,5	37,7	1,3	36,4
3150	32,8	36,6	41,5	37,2	38,1	1,2	36,9
4000	31,8	35,6	40,7	36,4	37,2	1,0	36,2
5000	30,1	35,6	43,9	35,3	39,1	0,5	38,6
6300	27,3	35,2	39,2	33,9	35,6	-0,1	35,7
8000	27,2	34,9	37,1	36,0	35,1	-1,1	36,2
10000	24,2	35,3	34,7	35,0	33,9	-2,5	36,4
12500	24,0	40,5	38,3	40,0	38,5	-4,3	42,8
16000	19,2	39,8	38,8	40,6	38,6	-6,6	45,2
20000	34,4	38,8	37,2	39,3	37,8	-9,3	47,1
TOT A	53,4	53,6	55,6	53,4	54,1		
TOT C	59,1	59,2	60,2	61,2	60,0		
TOT Lin	59,7	59,6	60,6	63,1	61,0		

Tabla 7. MEDICIÓN DE RUIDO INTERNO



Gráfica 3. Medición de ruido interno

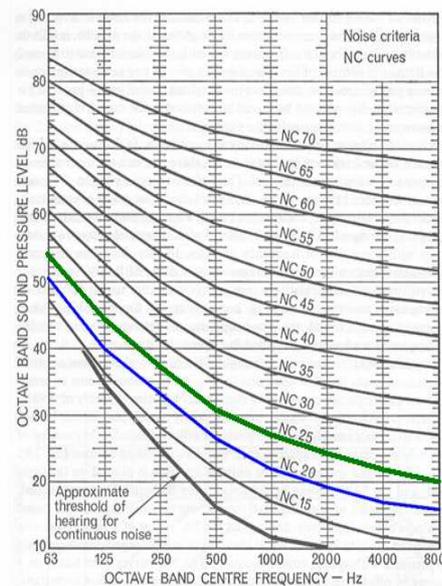
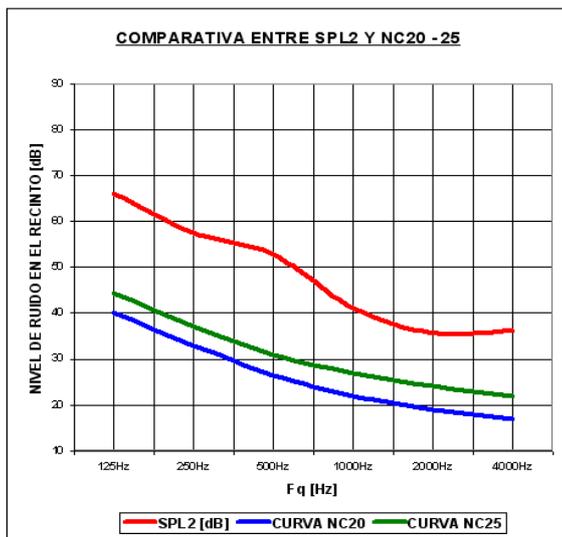
Para poder ubicar las curvas de ruido de fondo dentro de la definición del Noise Criterium (curvas NC), a los resultados de la medición, dados en dBA, se les resta los valores de la tabla de ponderación A para convertir, estos datos posteriormente en dB, ya que la grafica del NC esta dada en decibeles.

4.1.3 DEFINICION DEL NOISE CRITERIUM

A continuación se define la curva NC que se ajusta mejor al diseño de la emisora de radio. Para este tipo de recinto, el requerimiento acústico es de NC20 pero se indica también con este criterio de ruido, que para una emisora no se debe exceder la curva del NC25.

Se ve claramente que el ruido dentro del recinto (SPL2), dado por la medición al interior del mismo, está muy por encima de estas dos curvas de criterio, aproximadamente ubicada en la curva NC50 lo cual indica que era necesario haber realizado el acondicionamiento acústico para bajar esta curva y ubicarla por debajo de las recomendadas.

CRITERIOS NC PARA TEATROS	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
SPL2 [dB]	66,07	57,55	52,79	41,09	35,66	36,24
CURVA NC25	44,40	37,20	30,90	27,00	24,10	22,00
CURVA NC20	40,00	33,00	26,50	22,00	19,00	17,00
Mínimo TL que necesito	21,67	20,35	21,89	14,09	11,56	14,24



Gráfica 4. Comparativa NC

4.1.4 MEDICIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

La medición del tiempo de reverberación se hizo según la Norma Internacional ISO3382-1997, descrita en el marco legal, determinando primeramente el método de medición a seguir que fue el de la respuesta al impulso.

La fuente impulsiva que se uso fue una bomba, la cual se estalló con una aguja, buscando producir un nivel de presión sonora omni-direccional 35dB por encima del nivel de ruido de fondo para poder medir el RT20.

Con lo anterior se creó una curva de decaimiento sonoro temporal dentro del recinto y se midió el tiempo que se demoraba en decaer este nivel de presión sonora 20dB (desde -5dB hasta -25dB).

Para esto se ubicaron 2 posiciones de fuente (bomba) y 4 de micrófono (sonómetro) logrando así, una mayor cobertura de la medición dentro del recinto.

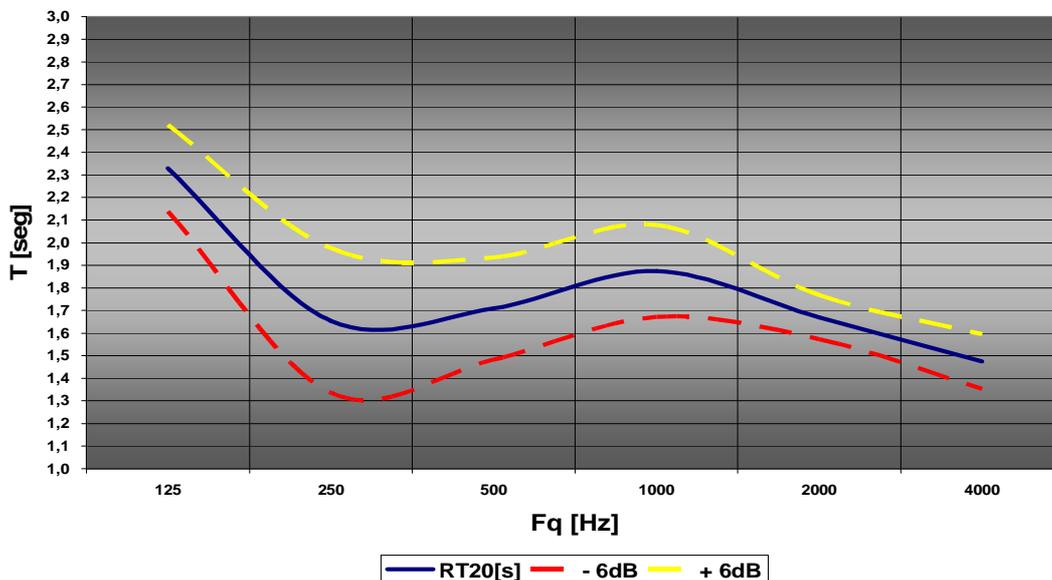
En cada punto de micrófono (sonómetro) se realizaron dos tomas con la fuente (bomba), posteriormente la energía emanada por las dos tomas se promedió energéticamente y se obtuvo una sola toma por cada punto de medición.

Los datos particulares se pueden observar en el apartado de anexos. A continuación se exponen los resultados de la medición:

Fq [Hz]	RUIDO DE FONDO [dB]	POSICION DE BOMBA # 1				POSICION DE BOMBA # 2				PROMEDIO ENERGETICO [dB]	Desv. Estándar		
		TOMA # 1 RT20[s]	TOMA # 2 RT20[s]	TOMA # 3 RT20[s]	TOMA # 4 RT20[s]	TOMA # 1 RT20[s]	TOMA # 2 RT20[s]	TOMA # 3 RT20[s]	TOMA # 4 RT20[s]		RT20[s]	- 6dB	+ 6dB
31,5	34,5	4,62	8,36	3,76	***	3,64	3,01	***	4,29	4,61	1,92	2,70	6,53
40	31,1	0,96	***	2,18	***	3,34	3,07	***	4,65	2,84	1,37	1,47	4,22
50	45,4	6,09	2,93	3,33	2,80	1,90	3,99	3,48	2,26	3,35	1,29	2,05	4,64
63	45,2	7,65	3,81	2,24	2,80	2,48	5,80	5,51	2,37	4,08	2,01	2,07	6,09
80	42,3	6,93	2,88	2,66	2,92	1,72	4,96	2,13	2,34	3,32	1,75	1,57	5,07
100	46,0	2,90	2,73	2,41	2,29	2,64	2,29	2,43	3,26	2,62	0,34	2,28	2,96
125	46,8	2,61	2,26	2,55	2,38	2,20	2,40	2,06	2,17	2,33	0,19	2,14	2,52
160	48,6	1,90	2,27	1,84	1,72	2,49	1,95	2,11	2,32	2,07	0,27	1,81	2,34
200	47,7	1,65	1,76	1,99	1,59	1,33	1,91	1,77	2,22	1,78	0,27	1,51	2,05
250	46,9	1,42	1,69	1,59	1,40	1,59	1,68	1,48	2,40	1,66	0,32	1,34	1,98
315	46,0	1,84	1,50	2,18	1,48	1,51	1,48	1,72	2,29	1,75	0,33	1,42	2,08
400	44,7	1,57	1,65	1,59	1,49	1,59	1,61	1,55	2,13	1,65	0,20	1,45	1,85
500	45,9	1,84	1,49	1,81	1,61	1,65	1,62	1,48	2,17	1,71	0,23	1,48	1,94
630	47,3	1,73	1,61	1,59	1,68	1,61	1,88	1,63	2,19	1,74	0,21	1,53	1,95
800	46,4	1,87	1,86	1,68	1,68	2,07	1,93	1,79	2,10	1,87	0,16	1,71	2,03
1000	42,9	1,78	1,78	1,73	1,78	1,77	1,87	1,93	2,35	1,87	0,20	1,67	2,08
1250	41,5	1,83	1,76	1,56	1,76	1,86	1,72	1,80	2,28	1,82	0,21	1,61	2,03
1600	39,9	1,55	1,60	1,63	1,63	1,67	1,68	1,68	2,18	1,70	0,20	1,51	1,90
2000	37,8	1,59	1,64	1,63	1,65	1,62	1,66	1,68	1,90	1,67	0,10	1,57	1,77
2500	35,8	1,64	1,57	1,63	1,68	1,65	1,53	1,61	1,90	1,65	0,11	1,54	1,76
3150	33,2	1,47	1,50	1,63	1,55	1,63	1,47	1,57	1,84	1,58	0,12	1,46	1,70
4000	31,2	1,40	1,41	1,42	1,47	1,45	1,39	1,49	1,76	1,47	0,12	1,35	1,60
5000	28,9	1,26	1,25	1,33	1,32	1,27	1,31	1,36	1,51	1,32	0,08	1,24	1,41
6300	26,0	1,07	1,09	1,13	1,11	1,12	1,12	1,08	1,27	1,12	0,06	1,06	1,18
8000	25,8	0,90	0,93	0,93	0,92	0,93	0,92	0,93	1,06	0,94	0,05	0,89	0,99
10000	21,3	0,71	0,74	0,71	0,76	0,75	0,74	0,74	0,79	0,74	0,03	0,71	0,77

Tabla 8. PROMEDIO GENERAL RT20

TIEMPO DE REVERBERACION RT20 [dB] Y SU DESVÍO ESTANDAR



Gráfica 5. Tiempo de reverberación y su desvío estándar

La desviación estándar está indicando cuánto tienden a alejarse los valores del promedio general, es decir, el promedio de los valores que se separan con respecto a los valores de este promedio general.

Por otro lado, unos pocos tiempos dentro de las tomas no fueron medidos por el sonómetro, el cual dentro de los resultados los marcó con asteriscos. Verdaderamente no son de relevancia estos datos ya que con los tiempos dados en las frecuencias de 500Hz y 1000Hz se puede hallar fácilmente el RTmid que para el análisis de la medición es de 1,8 segundos y el cual nos indica que el salón es un recinto altamente reverberante ya que según Antoni Carrión el RTmid esperado para un salón de conferencias debe estar entre 0,7 y 1,0 segundos.

4.1.4.1 CALCULO DE LA ABSORCION Y EL RT60:

Este cálculo se realizó mediante la fórmula de Sabine, $RT60 = \frac{0,161 * V[m^3]}{\sum S * \alpha} [seg]$,

ya que esta se refiere a recintos pequeños con bastante reverberación, caso preciso del recinto en estudio y los coeficientes fueron definidos a partir del archivo de excel suministrado por el Sr. Pedro Valleta especialista en acústica.

VOLUMEN DEL RECINTO =		104 m³	
NUMERADOR PARA SABINE = 0,161 * V[m³] =		16,66	

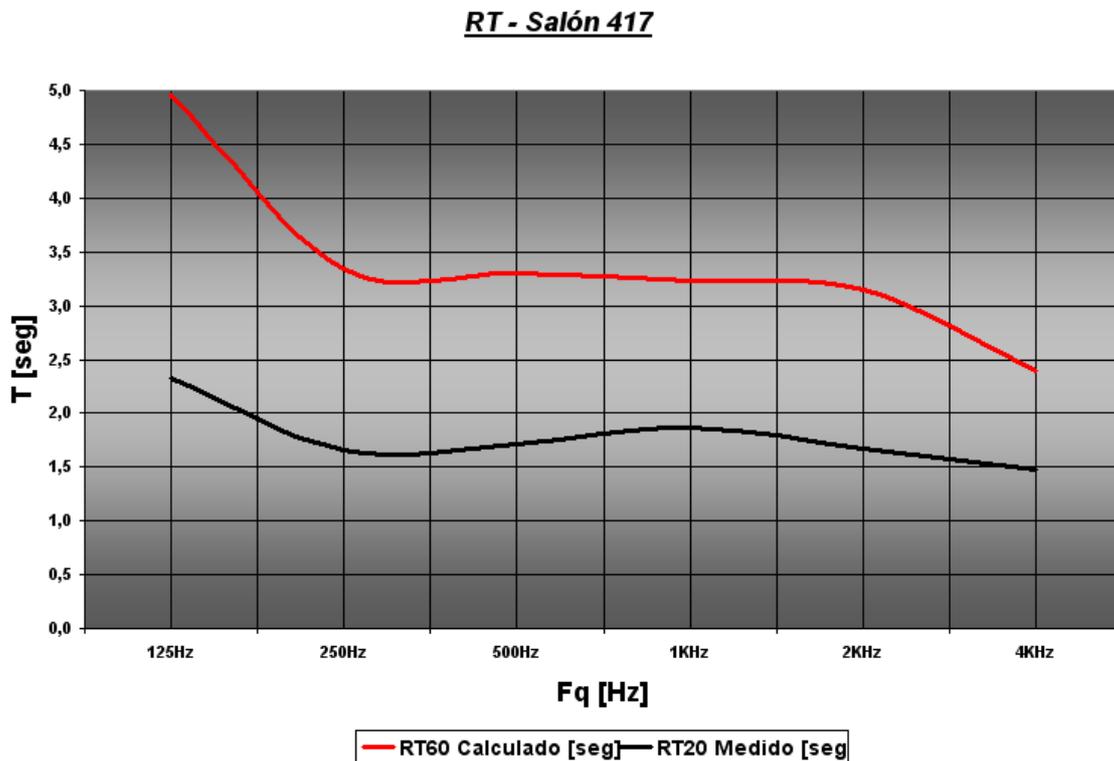
$$RT60 = \frac{0,161 * V[m^3]}{\sum S * \alpha} [seg]$$

MATERIAL DE TABLA DE COEFICIENTES DE ABSORCIÓN	SUPERFICIE [m ²]	α de						DENOMINADOR PARA SABINE					
		125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	S*α 125Hz	S*α 250Hz	S*α 500Hz	S*α 1KHz	S*α 2KHz	S*α 4KHz
Vinilo pintado sobre concreto (Todas las paredes)	54,31	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	1,09	1,63	1,63	1,63	1,63	2,17
Vidrio sencillo (Ventanas)	8,81	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,31	0,35	0,24	0,26	0,18	0,18
Puerta lisa de madera (Puerta)	1,80	0,12	0,22	0,17	0,09	0,10	0,10	0,22	0,40	0,31	0,16	0,18	0,18
Vinilo pintado sobre concreto (Techo)	68,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	1,36	2,04	2,04	2,04	2,04	2,72
Tablero (Acrílico)	4,81	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,05	0,14	0,19	0,24	0,34
Baldosa cerámica (Piso)	34,43	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,34	0,52	0,63	0,86	1,03	1,38
Absorción Total								3,36	4,98	5,05	5,15	5,30	6,37
RT60 Calculado [seg]								4,95	3,34	3,30	3,24	3,14	2,39
								125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz
RT20 Medido [seg]								2,33	1,44	1,71	1,47	1,47	1,47

Tabla 9. CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN Y EL RT60

Las curvas del RT60 calculado y el RT20 dentro de las gráficas pueden diferir por inexactitud en la escogencia de los materiales para el cálculo del RT60, esto

por la inexistencia de los coeficientes de absorción de algunos materiales, sin embargo las curvas mantienen acorde su decaimiento.



4.1.5 MEDICIÓN DE LA DIFERENCIA DE NIVEL

La medición de diferencia de nivel se realizó según Norma Internacional ISO 140-4, expuesta debidamente en el marco legal. Para esta medición se tuvo en cuenta los salones 417 el cual es el de nuestra propuesta y el salón 415, el cual es contiguo a este, este segundo es de las mismas dimensiones.

Los elementos que se usaron para la medición fueron un Sonómetro con capacidad de medición en 1/3 de octava y análisis en software especializado, trípode para posicionar el sonómetro, consola de cuatro canales con pre-amplificadores, cabina auto potenciada de 15", base para posicionar la cabina, cinta de enmascarar, cinta métrica, marcador, computador portátil, reproductor

de ruido blanco y cables de interconexión para la señal y para la fuente. Ver especificaciones de equipamiento utilizado en el apartado de anexos.

Se configuró la medición con dos posiciones de fuente (ruido blanco) y cinco posiciones de micrófono (sonómetro) en el salón 417 (Receptor), en el salón 415 (Emisor) se ubicaron otros cinco puntos de medición para tomar las muestras con la fuente generando en las dos posiciones desde el salón 417 (Receptor), cabe aclarar que el salón a analizar es el 417 (Receptor).

Seguido a lo anterior y posterior a la conexión de todos los equipos se procedió a tomar el ruido de fondo de ambos recintos teniendo en cuenta que para la posterior medición la fuente debía aumentarse en mínimo 10dB por encima del ruido de fondo del salón 417 (Receptor), para que al emitir con la fuente desde el salón 415 (Emisor) no se midiera ruido de fondo en el 417 (Receptor). El sonómetro fue configurado para la medición completa con un perfil lineal, slow y RMS, con un tiempo de integración de 20 segundos por punto de medición y un tiempo de recolección de datos en el buffer de 10 milisegundos. La ubicación de los puntos se describe a continuación:

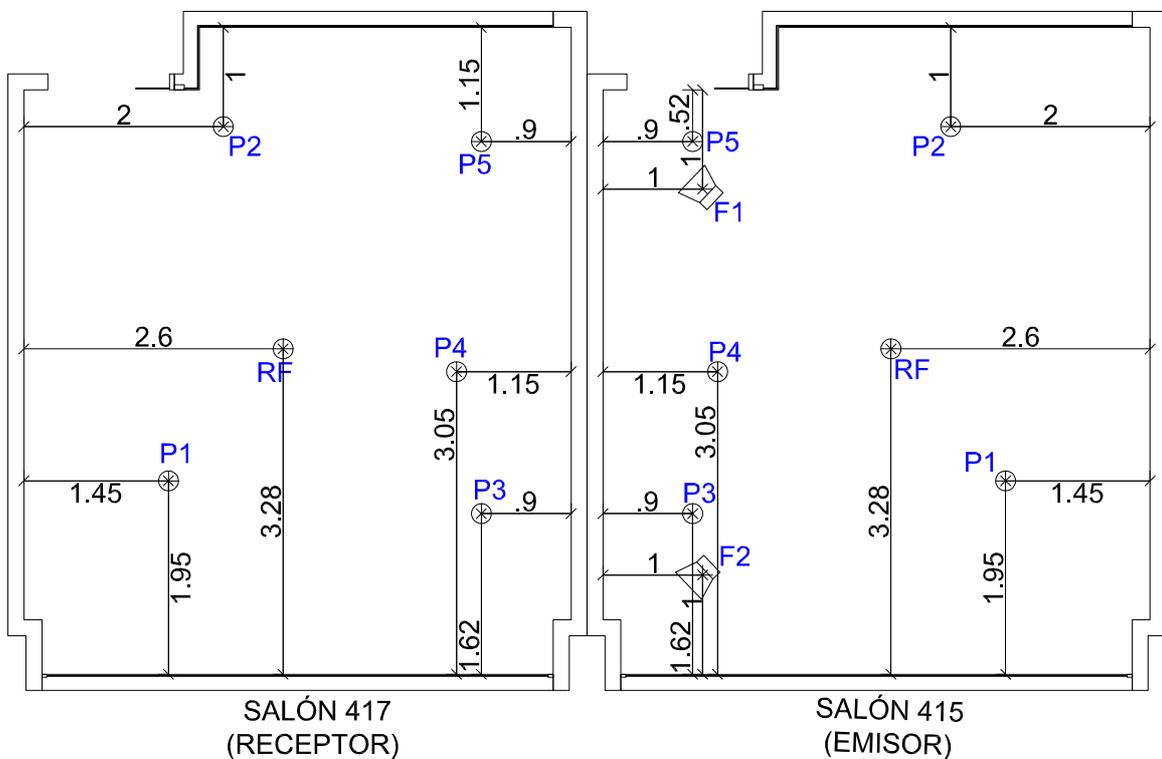


FIGURA 20. Ubicación de los puntos para medición de diferencia de nivel

A continuación se verán los niveles de presión sonora en cada recinto y el cálculo de la pérdida por transmisión encontrando así la diferencia de nivel del área del elemento separador, es decir la superficie de la pared divisoria:

Niveles LP1 del salón EMISOR (415):

Fq [Hz]	RUIDO DE FONDO [dB]	POSICION DE FUENTE # 1					POSICION DE FUENTE # 2					PROMEDIO ESPACIAL DEL EMISOR [dB]
		P1 [dB]	P2 [dB]	P3 [dB]	P4 [dB]	P5 [dB]	P1 [dB]	P2 [dB]	P3 [dB]	P4 [dB]	P5 [dB]	
25	39,9	45,5	40,9	60,4	38,0	48,8	51,5	42,7	41,5	43,1	53,2	52,1
31,5	36,8	53,9	50,6	75,8	53,1	60,7	68,1	52,6	59,4	60,6	63,3	67,0
40	33,7	63,5	62,9	67,0	54,8	67,3	63,9	67,1	67,9	56,0	71,3	66,3
50	44,4	62,0	66,6	64,3	59,6	68,8	67,9	68,0	69,9	62,4	71,2	67,4
63	45,9	74,1	73,0	73,1	70,5	74,8	73,7	71,6	78,0	75,2	75,3	74,4
80	43,8	68,8	64,2	69,0	59,1	64,6	70,4	70,4	75,7	72,5	69,6	70,3
100	42,1	70,1	71,6	60,0	63,1	57,1	74,2	74,3	66,6	66,0	62,6	69,6
125	47,5	71,9	69,7	71,1	71,0	71,3	78,9	79,6	78,9	77,7	77,2	76,2
160	45,3	71,7	71,9	70,1	69,5	68,1	76,2	73,9	75,0	73,3	70,5	72,7
200	46,0	72,8	75,5	68,5	74,8	71,8	76,2	76,0	76,7	72,0	72,8	74,3
250	45,0	72,8	72,0	72,0	71,8	68,2	78,3	77,4	77,7	75,6	76,9	75,3
315	43,9	77,6	75,9	75,1	73,0	73,5	79,4	78,0	77,5	78,6	76,9	77,0
400	43,1	74,4	75,0	73,6	74,4	73,7	76,5	78,5	76,2	76,5	77,4	75,9
500	44,6	76,4	77,6	75,7	76,8	75,7	79,3	78,6	79,0	78,8	78,2	77,8
630	43,4	77,3	77,2	75,8	76,0	75,6	80,8	80,2	80,4	80,4	79,6	78,8
800	40,4	76,4	76,7	77,1	76,2	76,7	80,0	79,2	81,0	81,1	79,2	78,8
1000	37,4	73,7	73,8	74,6	73,5	73,5	78,8	77,9	78,1	78,6	77,1	76,5
1250	36,2	74,4	74,5	74,3	75,3	74,0	79,1	77,5	77,9	77,6	78,0	76,6
1600	39,3	77,0	78,2	77,1	77,5	77,6	81,3	80,5	80,4	80,1	80,8	79,3
2000	38,4	80,0	80,0	79,9	79,6	78,9	83,7	82,9	82,3	82,5	83,1	81,6
2500	31,1	81,3	80,8	80,7	81,1	80,5	84,2	83,3	83,5	83,6	83,8	82,5
3150	28,9	81,7	81,2	81,5	81,6	81,4	86,4	84,1	84,7	85,0	84,4	83,6
4000	26,0	80,9	80,9	80,5	80,3	80,6	85,2	83,1	83,2	83,2	84,4	82,6
5000	25,2	82,7	82,7	83,0	82,4	83,1	88,0	86,4	85,7	86,2	85,8	85,0
6300	21,1	82,5	82,6	82,8	83,2	82,6	89,2	85,1	85,5	86,7	86,6	85,3
8000	23,8	83,3	83,3	83,5	84,1	83,0	89,8	86,8	86,1	87,7	86,4	86,0
10000	21,3	80,4	81,1	81,4	81,9	80,0	88,9	83,9	83,7	85,4	83,9	83,9
12500	22,8	81,6	81,8	81,7	82,9	81,7	90,1	84,1	84,2	86,9	84,2	84,9
16000	18,1	78,4	80,4	78,8	80,2	80,5	86,2	81,3	81,9	84,7	81,4	82,1
20000	34,8	57,1	58,3	56,9	58,2	59,7	66,3	59,3	61,7	63,1	60,2	61,1
TOT A	49,5	91,9	91,9	91,9	92,0	91,7	97,3	94,8	94,8	95,4	95,0	94,1
TOT C	55,8	91,1	91,2	91,0	91,0	90,7	96,1	94,1	94,1	94,5	94,1	93,2
TOT Lin	56,4	92,5	92,7	92,5	92,7	92,3	98,3	95,5	95,5	96,3	95,5	94,9

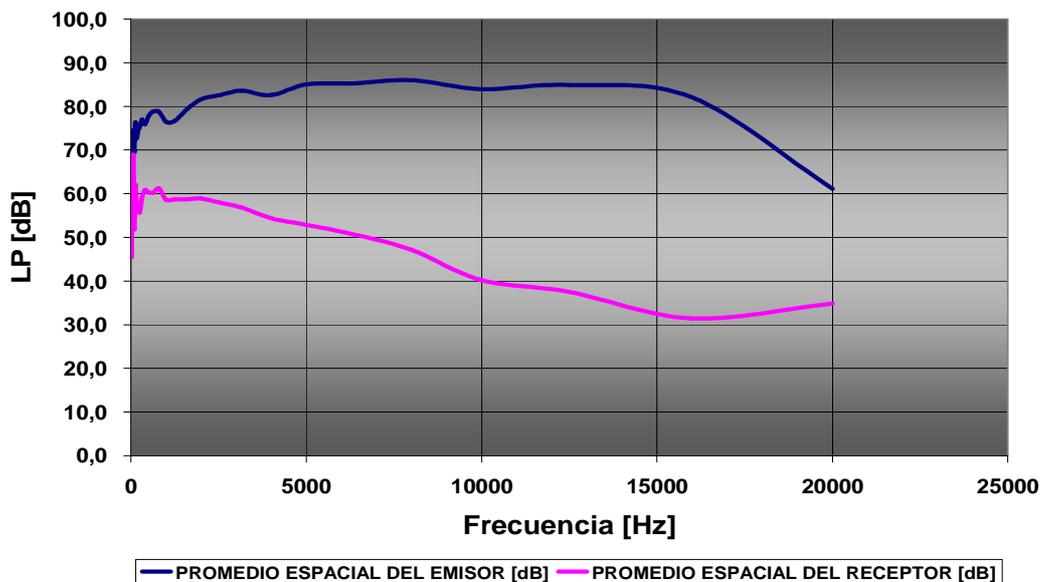
Tabla 10. Valores del nivel de presión sonora - salón emisor

Niveles LP2 del salón RECEPTOR (417):

Fq [Hz]	RUIDO DE FONDO [dB]	POSICION DE FUENTE # 1					POSICION DE FUENTE # 2					PROMEDIO ESPACIAL DEL RECEPTOR [dB]
		P1 [dB]	P2 [dB]	P3 [dB]	P4 [dB]	P5 [dB]	P1 [dB]	P2 [dB]	P3 [dB]	P4 [dB]	P5 [dB]	
25	32,6	47,8	49,3	47,6	34,8	44,1	45,9	45,6	43,4	32,2	43,4	45,5
31,5	34,8	48,9	53,0	70,6	46,9	50,3	50,1	49,0	49,3	46,5	49,6	60,9
40	30,3	55,9	55,4	61,8	47,1	59,9	58,8	59,4	62,3	49,8	64,3	59,7
50	40,7	51,9	53,9	54,2	47,5	56,4	54,6	56,5	58,1	47,7	60,7	55,8
63	44,1	59,3	61,4	59,8	56,1	61,1	73,8	69,2	67,9	73,3	70,5	68,8
80	41,5	55,9	54,4	54,5	51,9	51,6	67,7	63,0	61,5	67,1	64,3	62,6
100	45,5	50,1	53,1	50,8	45,1	42,8	55,7	53,3	53,6	51,4	49,8	51,8
125	49,8	55,9	66,1	57,6	55,7	55,9	62,9	62,4	63,5	61,6	63,6	61,9
160	46,7	58,4	63,4	55,0	53,7	54,8	60,2	56,3	56,0	57,4	57,3	58,3
200	47,7	56,3	62,0	54,4	54,1	54,7	55,6	55,6	53,1	56,0	56,8	56,7
250	46,4	53,0	61,5	52,9	52,0	52,2	53,8	56,1	54,7	54,4	55,3	55,7
315	47,0	56,3	65,9	57,0	55,2	56,3	57,8	55,7	57,3	57,2	57,2	59,1
400	46,1	53,6	69,9	53,5	50,2	51,2	56,1	55,2	54,1	55,3	55,5	60,8
500	45,9	53,9	69,4	52,7	52,0	50,7	55,1	54,8	53,4	54,6	54,4	60,3
630	44,6	54,8	68,6	54,4	53,6	53,7	56,3	56,1	55,8	56,6	56,7	60,2
800	39,7	54,3	70,0	53,8	53,1	54,1	56,6	57,1	56,5	56,5	56,1	61,2
1000	35,0	50,0	67,7	50,9	49,0	49,3	53,2	53,1	52,3	53,2	53,0	58,6
1250	35,0	48,4	68,1	49,0	48,2	49,1	51,1	50,8	50,8	51,1	51,1	58,7
1600	32,5	51,0	67,8	51,5	51,2	50,7	52,6	51,9	52,6	52,7	53,0	58,7
2000	30,2	52,2	67,6	52,9	52,4	52,5	54,0	53,9	54,0	54,3	54,4	58,9
2500	28,9	52,7	66,1	53,2	52,9	53,0	54,8	54,2	54,6	55,0	54,8	58,0
3150	25,3	52,4	64,2	52,3	52,2	52,6	55,0	54,4	54,4	55,2	54,9	56,8
4000	24,1	49,3	62,1	49,5	49,4	49,4	51,5	51,9	51,8	51,6	52,0	54,3
5000	24,3	50,1	58,2	50,4	50,7	50,4	52,2	51,8	52,2	52,5	52,7	52,9
6300	19,7	48,3	55,9	48,8	49,1	48,5	50,0	49,8	50,2	50,1	50,1	50,8
8000	23,7	44,9	51,7	45,0	45,4	45,2	46,6	46,3	47,0	46,8	46,9	47,1
10000	20,3	38,0	45,7	38,9	39,0	38,4	38,6	38,6	39,1	39,1	39,0	40,2
12500	22,8	36,4	42,1	36,5	37,1	36,4	36,4	36,2	36,4	36,8	36,1	37,5
16000	18,6	30,0	36,8	30,9	31,7	30,9	28,8	29,4	29,3	29,7	28,9	31,4
20000	34,7	34,5	36,0	34,8	34,7	34,7	34,6	34,7	34,7	34,6	34,6	34,8
TOT A	49,6	63,2	77,8	63,3	62,8	62,9	65,4	65,0	64,9	65,4	65,3	69,3
TOT C	56,8	67,4	79,1	70,7	65,5	67,3	74,9	71,8	71,4	74,2	73,1	73,3
TOT Lin	57,1	67,8	79,2	72,5	65,8	67,9	75,5	72,3	72,0	74,8	73,7	73,8

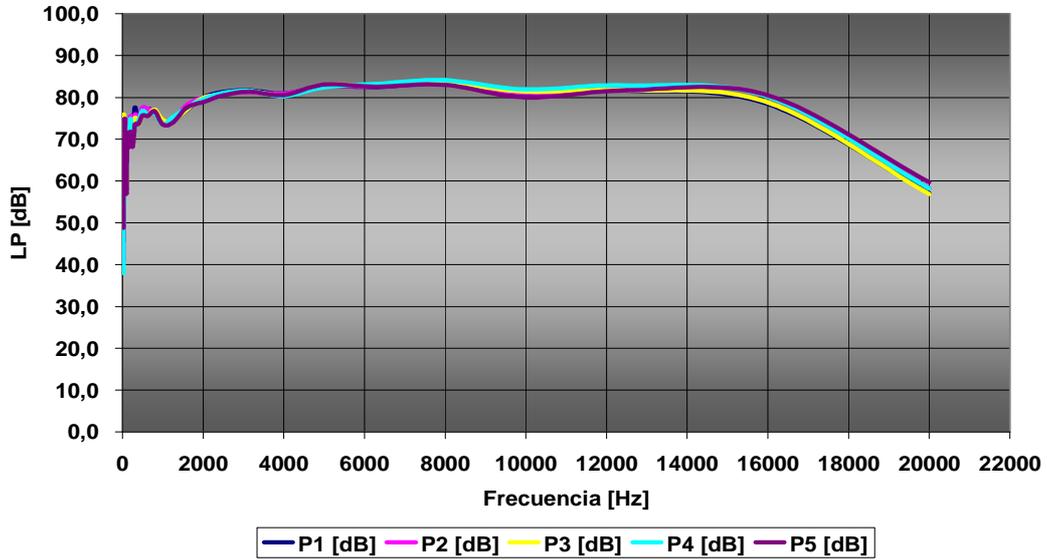
Tabla 11. VALORES DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA - SALÓN RECEPTOR

DIFERENCIAS DE NIVEL



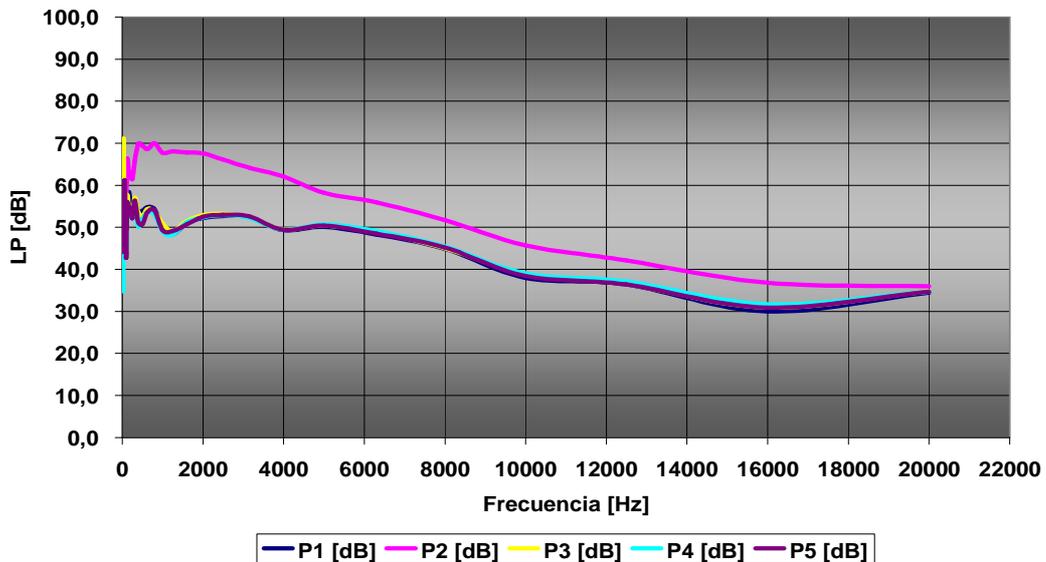
Gráfica 7. Diferencia de nivel

LP Vs FRECUENCIA
EMISOR - FUENTE POSICIÓN # 1



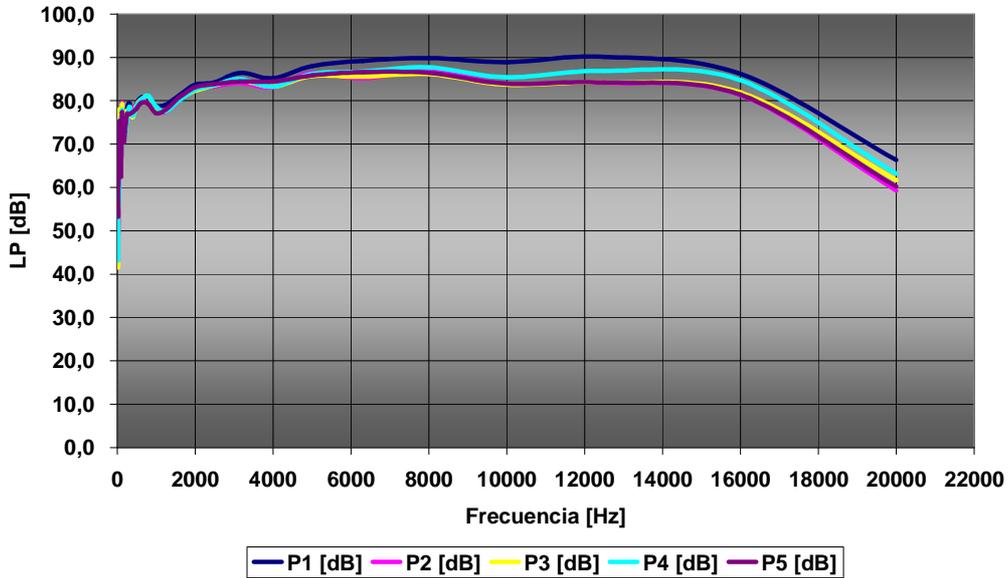
Gráfica 8. Posición # 1 – Nivel Vs. Frecuencia – salón emisor

LP Vs FRECUENCIA
RECEPTOR - FUENTE POSICIÓN # 1



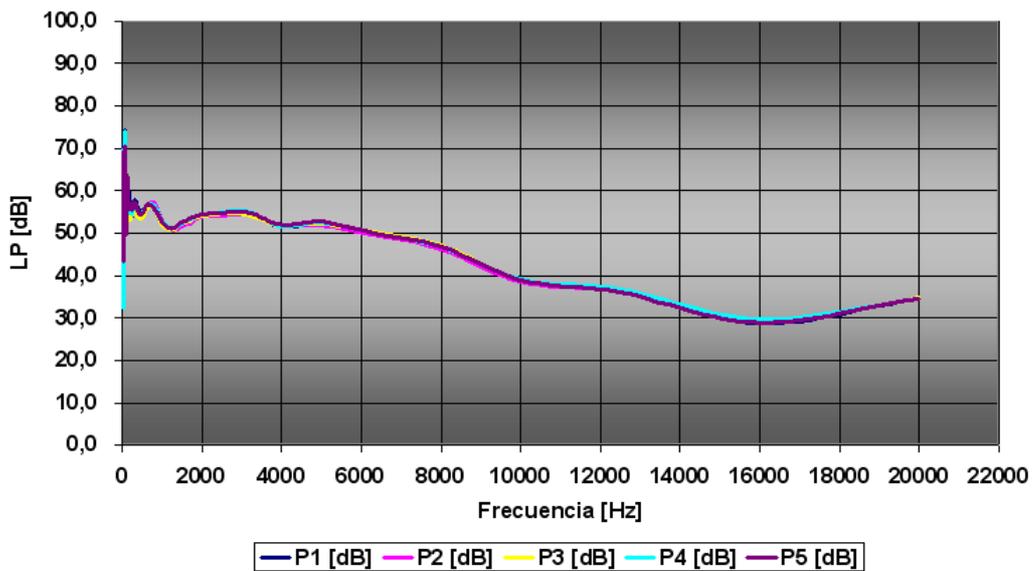
Gráfica 9. Posición # 1 – Nivel Vs. Frecuencia – salón receptor

LP Vs FRECUENCIA
EMISOR - FUENTE POSICIÓN # 2



Gráfica 10. Posición # 2 – Nivel Vs. Frecuencia – salón emisor

LP Vs FRECUENCIA
RECEPTOR - FUENTE POSICIÓN # 2



Gráfica 11. Posición # 2 – Nivel Vs. Frecuencia – salón receptor

A continuación se expone el cálculo que se realizó del TL de acuerdo a las mediciones del salón emisor y el salón receptor:

$$R' [dB] = TL [dB] = \text{Perdida de transmisión sonora aparente}$$

$$LP1 [dB] = \text{Nivel de presión sonora del salón emisor}$$

$$LP2 [dB] = \text{Nivel de presión sonora del salón receptor}$$

$$D = LP1 - LP2$$

$$SW [m^2] = S [m^2] = \text{Área de la superficie de la pared que separa los dos salones}$$

$$A2 [m^2] = A [m^2] = \text{Área de la absorción sonora equivalente del salón receptor}$$

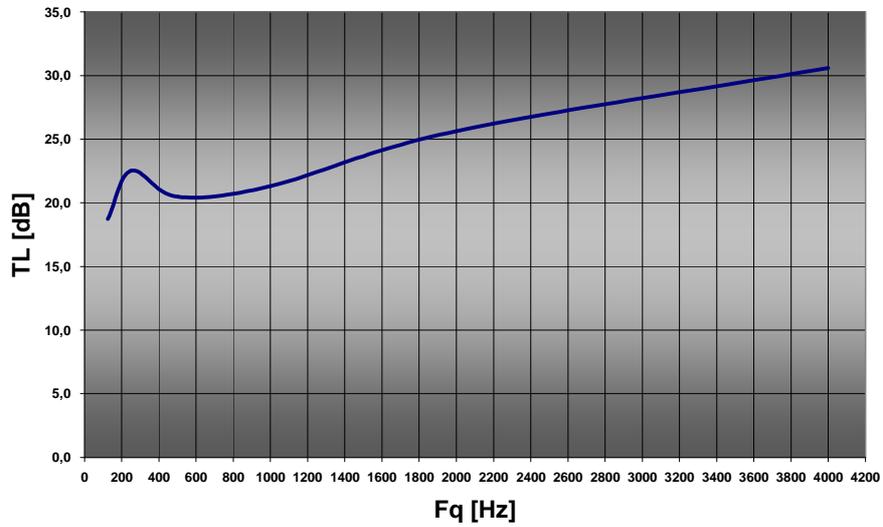
$$R' [dB] = TL [dB] = LP1 - LP2 + 10 * \log\left(\frac{SW}{A2}\right) = D + 10 * \log\left(\frac{S}{A}\right)$$

Fq [Hz]	LP1 [dB]	LP2 [dB]	SW [m2]	RT20 [seg]	A2 CON RT20 [m2]	TL CON RT20 [dB]
31,5	67,0	60,9	19,56	3,04	5,48	11,7
40	66,3	59,7	19,56	4,45	3,74	13,7
50	67,4	55,8	19,56	3,35	4,98	17,5
63	74,4	68,8	19,56	4,08	4,08	12,4
80	70,3	62,6	19,56	3,32	5,02	13,6
100	69,6	51,8	19,56	2,62	6,36	22,7
125	76,2	61,9	19,56	2,33	7,15	18,7
160	72,7	58,3	19,56	2,07	8,03	18,3
200	74,3	56,7	19,56	1,78	9,38	20,8
250	75,3	55,7	19,56	1,66	10,07	22,5
315	77,0	59,1	19,56	1,75	9,53	21,0
400	75,9	60,8	19,56	1,65	10,11	17,9
500	77,8	60,3	19,56	1,71	9,75	20,5
630	78,8	60,2	19,56	1,74	9,57	21,7
800	78,8	61,2	19,56	1,87	8,91	21,0
1000	76,5	58,6	19,56	1,87	8,89	21,3
1250	76,6	58,7	19,56	1,82	9,16	21,3
1600	79,3	58,7	19,56	1,70	9,79	23,6
2000	81,6	58,9	19,56	1,67	9,98	25,6
2500	82,5	58,0	19,56	1,65	10,10	27,4
3150	83,6	56,8	19,56	1,58	10,53	29,4
4000	82,6	54,3	19,56	1,47	11,31	30,6
5000	85,0	52,9	19,56	1,32	12,59	34,1
6300	85,3	50,8	19,56	1,12	14,83	35,7
8000	86,0	47,1	19,56	0,94	17,75	39,3
10000	83,9	40,2	19,56	0,74	22,49	43,1

VOLUMEN = 103,5 [m3]
 ÁREA DE LA SUPERFICIE DE LA PARED DIVISORIA = 19,56 [m2]

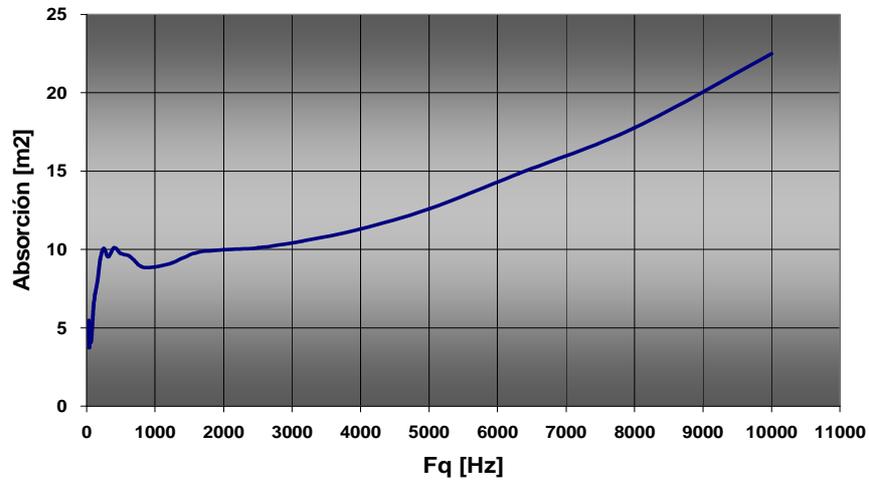
Tabla 12. TL CALCULADO DEL SALÓN

PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN



Gráfica 12. Pérdida por transmisión

ABSORCIÓN VS FRECUENCIA



Gráfica 13. Absorción Vs. Frecuencia

4.1.6 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL RECINTO

Para el diseño del recinto, se pudo apreciar varios aspectos importantes tenidos en cuenta, ya que las dimensiones del recinto están previamente establecidas y

luego de haber hecho una exhaustiva búsqueda de un recinto acorde con el diseño que se pretendía implementar.

A continuación se describen uno a uno los aspectos más importantes en la realización del diseño arquitectónico del proyecto:

4.1.6.1 HABITABILIDAD Y PLANTEAMIENTO ARQUITECTONICO

Uno de los aspectos a tener en cuenta en la parte arquitectónica del recinto que se diseñara, es la habitabilidad que debe tener el recinto, esta puede ser fácilmente manipulada para que se planteen zonas de acceso con el suficiente espacio de circulación a varias personas que se puedan encontrar dentro de la emisora en el mismo momento. De esta manera y teniendo un orden en el diseño del recinto se describe un diagrama de habitabilidad y programa arquitectónico.

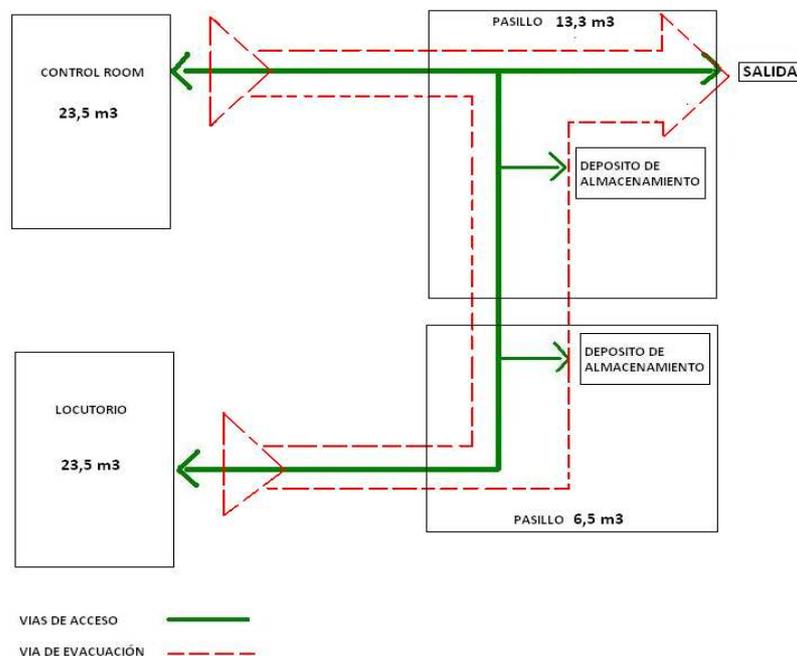


Figura 21. Diagrama de habitabilidad

ACTIVIDADES	RECURSOS		
	HUMANOS	TECNICOS	INFRAESTRUCTURA
REGISTRO SONORO CONTROL ROOM	3	Toma doble para pc y consola 400W Toma doble para Rack 400W Toma doble para amplificador de potencia 150W 2 Tomas dobles auxiliares 2400W total 2 lamparas halógenas 150W total Patch bay x5	TL= 45 RT= 0,3 SPLmax= 80dBA
PRODUCCION RADIAL EN LOCUTORIO	3	2 Tomas doble auxiliares 2400W total Patch bay x 5 2 lamparas halógenas 150W total	TL = 45 RT = 0,3 SPLmax = 80 dBA

Tabla 13. Programa arquitectónico

4.1.6.2 VENTILACION PARA EL RECINTO

El área dentro del control room y el locutorio es de 9m² y tienen un volumen de 23.5m³, según las especificaciones para un recinto de palabra hablada, caso de la emisora, podría haber hasta 6 personas dentro de los recintos. En el locutorio, por conceptos de habitabilidad se tuvo en cuenta que la capacidad máxima es de 3 personas al mismo tiempo y en el control room las mismas 3 personas.

En cuanto a la renovación del aire, teniendo en cuenta que el estudio esta diseñado para la producción radial se espera que su uso no sobrepase mas de una hora continua dentro del locutorio, puesto que en este tiempo se puede emitir cualquier programa al aire, y para efectos de los pregrabados no es

necesaria la presencia de personal en esta área. Dentro del control room, para los pregrabados, el tiempo de permanencia de un operador en esta área, varía constantemente en periodos de tiempo cortos, lo cual permite el flujo constante de aire debido a la apertura de la puerta de acceso ya que el recinto no está destinado para grabación, permitiendo que no sea afectada la emisión. De esta manera el aire se renovará cada 30 minutos unos 16m³ por la única persona que permanecerá dentro del control room.

Sin embargo y teniendo en cuenta que la puerta de acceso es el único punto para la renovación de aire en ambos recintos, dentro del diseño del arquitectónico se desarrolló un sistema de ventilación, ya que la determinación de ocupación del recinto depende primordialmente de la provisión de aire por persona y al ser esta una emisora universitaria por seguridad se debe exceder el límite de personas dentro del recinto.

Las dimensiones del ventilador, del ducto de ventilación y las rejillas fueron halladas según los cálculos expuestos en la normativa de comodidad, por la resolución de decreto 486/1997 la cual indica las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

El ventilador necesario para el sistema de ventilación es uno monofásico con una renovación mínima de aire (Q) = 30, ya que dentro de las condiciones de recinto se obtuvo que es de una actividad sedentaria y que es un lugar no caluroso, esto lo obtenemos según la temperatura de la ciudad; en cuanto a la variable de la velocidad media del aire obtenemos como resultado según las condiciones hidrotérmicas del recinto una velocidad de 0,15 m/s, siendo esta velocidad la menor que se puede obtener dentro del recinto, así mismo se obtiene dentro de los parámetros una humedad relativa del 40 – 60% y una temperatura operativa entre 20 y 23°C

Estación	Temperatura Operativa (°C)	Velocidad media del Aire (m/s)	Humedad Relativa
Verano	23 a 25	0.18 a 0.24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0.15 a 0.20	40 a 60

Tabla 14. Criterios para sistema de ventilación

Para las dimensiones de la rejilla la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$Q * N2 PER / V * (3600)$$

Donde Q es la renovación mínima de aire limpio dada en m³/h, N es el número de personas dentro del recinto, V es la velocidad media del aire y (3600) es la constante del tiempo de una hora en segundos, según lo anterior y para los detalles exactos de los recintos a calcular se obtendría

$$(30 \text{ m}^3/\text{h}) * (6) / (0.15 \text{ m/s}) * (3600 \text{ seg}) = 0.33 \text{ m}^2$$

Con esto obtenemos que las dos rejillas que necesitaremos dentro del recinto tengan una dimensión de 33cm² cada una.

Según Cyril harrys Dentro de los problemas que se encuentran con el funcionamiento del sistema de ventilación obtenemos el ruido que genera el ventilador, ya que los ventiladores centrífugos producen ruidos situados por lo general a lo largo del espectro completo de frecuencias audibles, alcanzando un valor máximo en la gama de bajas frecuencias, habitualmente entre 31,5 y 250 Hz. por consecuencia estos ventiladores determinan normalmente los límites de ruido de baja frecuencia en el espacio ocupado. Para solución a este inconveniente se utiliza el ventilador a su máxima eficacia de la curva de rendimiento y un silenciador el cual reduce la transmisión del sonido a través del conducto.

Según la NTC 5040 El silenciador que se debe utilizar para este tipo de recintos es un silenciador con separadores, este consta de un elemento de transición el cual sirve para expandir la sección transversal del ducto, conteniendo los

4.1.6.3 ZONAS DE ACCESO DEL DISEÑO PROPUESTO

A continuación se describe claramente las zonas de acceso de la emisora propuesta con sus debidas dimensiones.

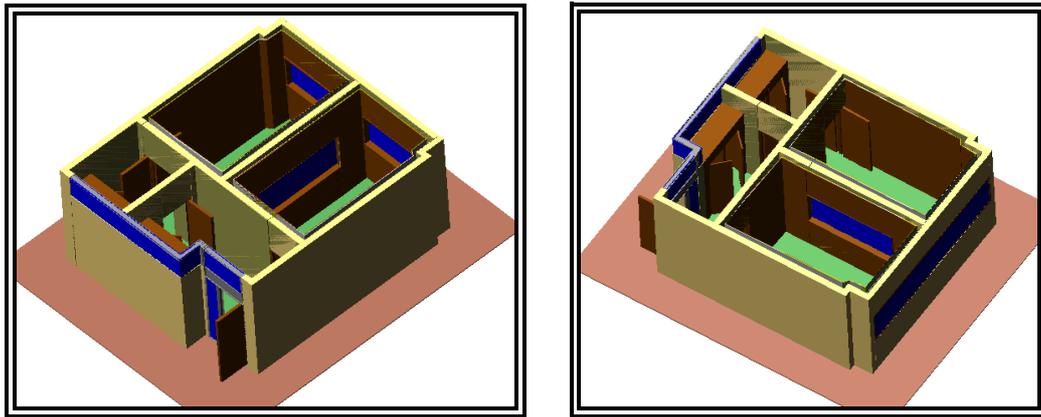


Figura 24. Propuesta del diseño del recinto “ver planos de la propuesta en anexos, cortes y detalles”

Para empezar se muestra claramente en el diseño que la emisora tiene una puerta de madera, esta es la misma que se tiene en el modelo del recinto preliminar, accediendo por la puerta se puede observar un corredor de forma rectangular al final de este hay una puerta que da acceso a una sala que conlleva al control room. Esta sala posee 2 armarios en donde se puede guardar todo tipo de elementos exclusivamente de la emisora, como micrófonos, cables, aparatos electrónicos, entre otros.

Las puertas que dan acceso al locutorio y al control room son dobles con unas dimensiones de 0,82m de ancho por 2m de alto y una cámara de aire de 7cm, el espesor de cada puerta es de 7cm y están bordeadas con neopreno para evitar ruidos como de silbidos a través de los marcos de las mismas; Tanto el control room como el locutorio poseen unas dimensiones de 2,4m de largo por 3,9m de ancho y 2,5m de alto. De igual forma a las paredes opuestas a la entrada de los 2 recintos y a las traseras se le dio una inclinación de 5° para evitar los paralelismos dentro del recinto y así la generación de ondas estacionarias.

Las paredes originales del recinto no se tocaron, es decir que sus fachadas por todos los seis lados se conservaron, durante el diseño lo único que se hizo fue modificar el recinto por dentro.

Lo primero que se hizo fue colocar un muro en ladrillo de 4,23m de largo por 3m de alto y 0,16m de espesor con una abertura en la mitad con dimensiones de 2,5 de largo por 1,05 de alto en donde se empotraron dos vidrios con un espesor de 0,01m cada uno con y una inclinación de 5° para evitar ondas estacionarias, en el medio de los dos vidrios se adecuó una cámara de aire de 0,12m con frescaza pegada en la base de la misma para evitar de la misma manera ondas estacionarias.

Los recintos se diseñaron con un material compuesto por tres tipos de material para obtener un TL que permitiera definir el NC adecuado para este tipo de recinto. Los materiales que se usaron para desarrollar este material compuesto fueron en este mismo orden la fibra de vidrio, el fibrocemento y la espuma troquelada, esta última no aporta mucho para el control del TL pero sí para el del RT del recinto el cual se redujo a 0,16 segundos.

Entre el muro de ladrillo original del recinto y el material compuesto se dejó una cámara de aire de 0,1m rellena de frescaza para una mayor absorción dentro de la misma.

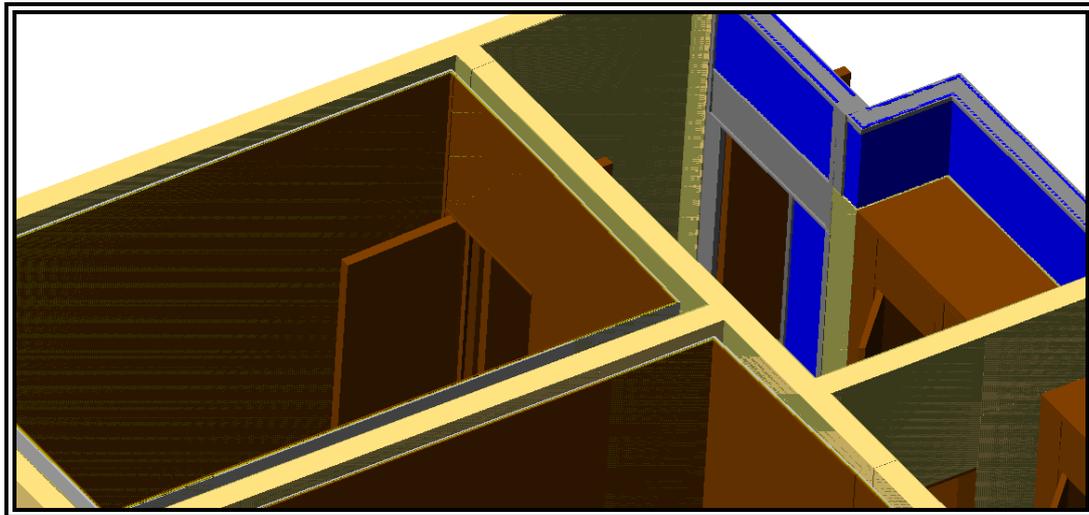


Figura 25. Acercamiento vista isométrica hacia la puerta del recinto

Lo que se busca con este tipo de diseño es desarrollar un aislamiento acústico que se comporte según el efecto llamado Masa-resorte-masa encontrando la analogía entre el sistema mecánico y el sistema acústico. En este último las masas serían las paredes y el componente elástico sería aportado por el aire. Cuando el sonido incide sobre el muro externo y debido a la acción de la elasticidad del aire, solo la pared expuesta va a entrar en movimiento mientras que la pared interna no, evitando la transmisión directa del sonido de una pared con la otra.

Aunque este sistema aporta un muy buen aislamiento acústico para el diseño que se revela en esta propuesta, toca tener presente el problema que se presenta con unas frecuencias.

Por existir la cámara de aire entre las dos paredes se generan una serie de ondas estacionarias donde la primera frecuencia generada por estas ondas se denominaría la frecuencia de resonancia acústica del sistema, esta frecuencia va a ser la más baja y la que mayor pérdida de aislamiento acústico va a generar al sistema, de esta frecuencia se desprenden una serie de armónicos los cuales aportarían una disminución en el aislamiento acústico del mismo. Este problema

se soluciono inclinando 5° el sistema del material compuesto con respecto al muro original del ladrillo evitando así las ondas estacionarias, además la cámara de aire se relleno con frescaza (fibra de vidrio de baja densidad) para lograr eliminar definitivamente las resonancias de la cámara convirtiendo la energía sonora que se encuentre allí en energía calorífica.

Otro problema es la frecuencia de coincidencia que ocurre cuando la velocidad de movimiento o de flexión de la pared (debido a la incidencia del sonido), es igual a la velocidad del sonido en el aire. La ubicación de esta frecuencia depende directamente de la masa superficial de la pared y su rigidez al movimiento, es decir, que si se usan dos materiales idénticos, la frecuencia de coincidencia será la misma para cada pared y ninguna impedirá el paso del sonido a través de esta. Por tal motivo se uso un sistema de material compuesto con dos tipos de materiales: uno un sistema de drywall en fibrocemento marca Superboard de 11mm y el otro una lamina de fibra de vidrio tipo AB1 (Acoustic Block 1) de 31mm, el hecho que sean paredes de distintos materiales y distintos espesores garantiza que la frecuencia de coincidencia será distinta una con respecto de la otra y en caso de generarse la misma la perdida de aislamiento acústico en cada una de las paredes será compensada por la otra.

Como un detalle importante dentro del recinto a relevar, se tiene en cuenta un dintel de concreto el cual sostiene el muro propuesto en el corredor de la emisora de radio, con el fin de evitar que la carga sea excesiva en el marco, lo cual podría generar una caída del muro.

Características del dintel

h [m]	0,16
a [m]	0,24
b [m]	1,4
m y n	1
Area [m ²]	0,34
Peso [Kg]	129,02

Propiedades de una placa sólida de un dintel de concreto

<i>Segun el Apéndice C:</i>	
C _s	2960 m/s
ρ _w	2400 kg/m ³
M _s , f _c	50200 Hz·Kg/m ²
η	0,020
E	20700000000 Pa
σ	0,13

<i>Segun el Apéndice B:</i>	
ρ	1,184 kg/m ³ → Densidad del aire alrededor de un panel
c	346,1 m/s → Velocidad del sonido en el aire

Calculos preliminares:

f ₁₁ [Hz]	3837,9	→ (Fq. De resonancia fundamental del dintel)
M _s [Kg/m ²]	384,0	→ (Masa Superficial del dintel)
f _c [Hz]	130,7	→ (Frecuencia Critica del dintel)
TLn(f _c) [dB]	51,7	→ (Pérdida por transmisión para una incidencia normal de una onda a la f _c)

Region II (Region de masa controlada):

Como TL es proporcional a 20log(f), si f se dobla, el TL se incrementa 6dB/oct

Fq [Hz]	31,5	63	125
f1 a f _n	8600,6	34399,3	135418,8
TLn [dB]	39,3	45,4	51,3
TL [dB]	34,3	40,3	46,3

Region III (Region de amortiguamiento controlado):

Como TL es proporcional a 33,22log(f), si f se dobla, el TL se incrementa 10dB/oct

Fq [Hz]	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
TL [dB]	38,4	48,4	58,4	68,4	78,4	88,4	98,4

TABLA 15. TL DEL DINTEL EN CONCRETO

h ₁	0,16	m
ρ _w	2400	kg/m ³
M _s	384	kg/m ²

Vidrio sencillo # 1

Fq [Hz]	TL ₁ [dB]	Explicacion
31,5	34,4	TL Calculado
f₁ = 47,9	38,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)
63	38,0	Meseta
125	38,0	Meseta
f₂ = 215,4	38,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)
250	64,2	Se resto 6dB
500	70,2	Se resto 6dB
1000	76,2	Se resto 6dB
2000	82,2	Se resto 6dB
4000	88,2	Se resto 6dB
8000	94,2	Se resto 6dB
16000	100,2	TL Calculado

Tabla 4.1 del libro de Barron

Material	TLp [dB]	Δf _p = f ₂ - f ₁	octavas f ₂ / f ₁
Aluminio	29,0	3,5	11,0
Ladrillo	37,0	2,2	4,5
Concreto	38,0	2,2	4,5
Vidrio	27,0	3,3	10,0
Plomo	56,0	2,0	4,0
Masonry Block			
Cinder (brasa, carbonilla)	30,0	2,7	6,5
Denso	32,0	3,0	8,0
Madera contrachapada	19,0	2,7	6,5
yeso arena	30,0	3,0	8,0
Acero	40,0	3,5	11,0

TABLA 16. METODO APROX TL DINTEL

FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000

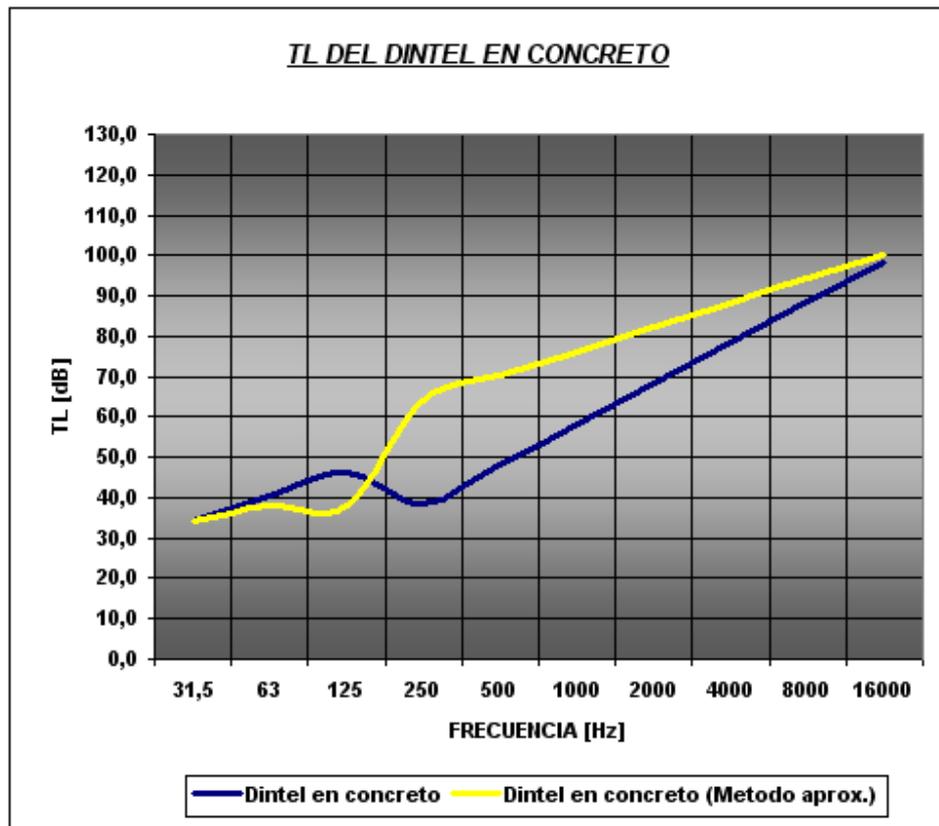
Dintel en concreto

Region	II	II	II	III						
TL [dB]	34,3	40,3	46,3	38,4	48,4	58,4	68,4	78,4	88,4	98,4

Dintel en concreto (Metodo aprox.)

TL [dB]	34,4	38,0	38,0	64,2	70,2	76,2	82,2	88,2	94,2	100,2
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

TABLA 17. DATOS TL



GRAFICA 14. TL dintel de concreto

Finalmente dentro del recinto se instalo un recubrimiento de espuma std de 20mm de espesor la cual ayuda a controlar el RT del recinto logrando ubicarlo en los 0,16 segundos. De igual forma se diseñaron unos resonadores para controlar las bajas frecuencias dentro del recinto las cuales mediante el calculo de modos se dejaron ver. Para el cálculo de modos y su respectivo tratamiento se utilizaron fórmulas del libro “Diseño acústico de espacios arquitectónicos” de Antoni Carrión Isbert, primero se halló la frecuencia límite superior a partir de la cual los modos propios tienen una influencia prácticamente nula de la siguiente manera:

Volumen del recinto = 23,6 m³

$F_{max} = 1849 \cdot \text{Raiz}(\text{RT}_{mid} / V)$

Por lo tanto, para el recinto diseñado, el cual tiene un RT_{mid} de 0,22 seg :

$F_{max} = 1849 \cdot \text{Raiz}(0,22 / 23,6)$

Fmax = 178,5 Hz

Los modos propios se calcularon mediante la denominada fórmula de Rayleigh:

$F(k,m,n) = 172,5 * \text{Raiz} [(k/lx)^2 + (m/ly)^2 + (n/lz)^2]$; a partir de la cual se generó la siguiente tabla:

	l	w	h	Hz
1	0	1	0	44
2	0	2	0	88
3	0	3	0	132
4	0	4	0	176
5	0	5	0	221
6	0	0	1	69
7	0	1	1	82
8	0	2	1	112
9	0	3	1	149
10	0	4	1	189
11	0	5	1	231
12	0	0	2	138
13	0	1	2	144
14	0	2	2	163
15	0	3	2	191
16	0	4	2	224
17	0	5	2	260
18	0	0	3	206
19	0	1	3	211
20	0	2	3	224
21	0	3	3	245
22	0	4	3	272
23	0	5	3	302
24	0	0	4	275
25	0	1	4	279

26	0	2	4	289
27	0	3	4	305
28	0	4	4	327
29	0	5	4	353
30	0	0	5	344
31	0	1	5	347
32	0	2	5	355
33	0	3	5	369
34	0	4	5	387
35	0	5	5	409
36	1	0	0	72
37	1	1	0	84
38	1	2	0	114
39	1	3	0	150
40	1	4	0	190
41	1	5	0	232
42	1	0	1	99
43	1	1	1	109
44	1	2	1	133
45	1	3	1	165
46	1	4	1	202
47	1	5	1	242
48	1	0	2	155
49	1	1	2	161
50	1	2	2	178
51	1	3	2	204
52	1	4	2	235
53	1	5	2	270
54	1	0	3	218
55	1	1	3	223
56	1	2	3	236

57	1	3	3	255
58	1	4	3	281
59	1	5	3	310
60	1	0	4	284
61	1	1	4	288
62	1	2	4	298
63	1	3	4	314
64	1	4	4	335
65	1	5	4	360
66	1	0	5	351
67	1	1	5	354
68	1	2	5	362
69	1	3	5	375
70	1	4	5	393
71	1	5	5	415
72	2	0	0	143
73	2	1	0	150
74	2	2	0	168
75	2	3	0	195
76	2	4	0	227
77	2	5	0	263
78	2	0	1	159
79	2	1	1	165
80	2	2	1	182
81	2	3	1	207
82	2	4	1	237
83	2	5	1	272
84	2	0	2	199
85	2	1	2	204
86	2	2	2	217
87	2	3	2	239

88	2	4	2	266
89	2	5	2	297
90	2	0	3	251
91	2	1	3	255
92	2	2	3	266
93	2	3	3	284

TABLA 18 MODOS PROPIOS

Teniendo en cuenta que los modos tienen una influencia prácticamente nula a partir de la F_{max} calculada, 178 Hz, la frecuencia de resonancia escogida para el cálculo del resonador fue de 125 Hz, para lo cual se diseñó un resonador de membrana (diafragmático) con los siguientes parámetros:

El espesor del panel debe ser máximo de 20mm.

La distancia entre puntos de fijación no debe ser inferior a 80cms.

La frecuencia de resonancia se halla mediante la siguiente expresión:

$$Fr = 600 / \text{raiz}(Md)$$

Donde:

M = masa por unidad de superficie del panel en Kg/m²

d = distancia del panel a la pared rígida (en cm)

El material escogido para el panel fue madera de 5 Kg/m², por lo tanto la distancia del panel a la pared se halla despejando d:

$$d = [(600 / 125)^2] / 5 = 4,6 \text{ cms}$$

Cada panel es de 1m * 1,5 m.

Los resonadores fueron ubicados de la siguiente manera:

Pared anterior : 3 resonadores

Pared izquierda : 1 resonador

Pared derecha: 1 resonador

4.1.6.4 CALCULOS DEL TL

Todos los cálculos se desarrollaron con base en el libro “Industrial Noise Control and Acoustics – Randall F. Barron” del cual a su vez se desprendieron todos los análisis acústicos del acondicionamiento del recinto de la propuesta. El apéndice C del mismo – ver anexos – fue apoyo para los cálculos.

Se inicio con el cálculo individual de cada material que iba a intervenir en el acondicionamiento de la siguiente manera y con las siguientes formulas:

El TL de la ventana interior: los 2 paneles de vidrio tienen un espesor (h) cada uno de 0,01m y la abertura donde se encuentran los vidrios es de 1,05 de altura por 2,5m de ancho y los vidrios están separados por una cámara de aire de 0,12m. Primero se determina el TL para un vidrio sencillo así:

Como el panel es rectangular se calcula la frecuencia de resonancia fundamental para esta placa así:

$$f_{mn} = \left(\frac{\pi}{4\sqrt{3}} \right) C_L h \left[\left(\frac{m}{a} \right)^2 + \left(\frac{n}{b} \right)^2 \right]$$

Ahora la masa superficial (Ms) para un panel de vidrio sencillo es:

$$M_s = \rho_w h$$

Y la frecuencia crítica es:

$$f_c = \frac{M_s f_c}{M_s}$$

Como la frecuencia de resonancia mas baja es por ende la fundamental y es esta la que marca la transición entre el comportamiento de la Región I (Región de rigidez controlada) y la Región II (Región de masa controlada), entonces el TL para frecuencias hasta los 26,4Hz opera en la Región I (Región de rigidez controlada), el TL para las frecuencias hasta los 1212Hz opera en la Región II (Región de masa controlada) y el TL para las frecuencias mayores que 1212Hz opera en la Región III (Región de amortiguamiento controlado). Con lo anterior ahora las bandas de frecuencia de 125Hz, 250Hz, 500Hz y 1000Hz se calcularan para la Región II (Región de masa controlada). El coeficiente de transmisión sonora para una incidencia normal se calcula así:

$$\frac{1}{a_m} = 1 + \left(\frac{\pi f \rho_w h}{\rho_1 C_1} \right)^2 \quad \rightarrow \rho_w h = M_s$$

→ densidad y velocidad del sonido del aire al rededor del panel segun el apendice B del libro de Barron.

$$\rho_1 = 1,184 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_1 = 346,1 \text{ m/s}$$

Ahora el TL_n para una incidencia normal será:

$$TL_n = 10 \log \left(\frac{1}{a_m} \right)$$

Finalmente el TL para el panel de vidrio sencillo en la Región II (Región de masa controlada) es así:

$$TL = TL_n - 5$$

Ahora las bandas de frecuencia de 2000Hz y 4000Hz desarrollan un comportamiento dentro de la Región III (Región de amortiguamiento controlado), es decir que los cálculos del TL para esta Región se desarrollan para las frecuencias a partir de la frecuencia critica (Fc) así:

Si $f_c = 1212 \text{ Hz}$, entonces el $TL(f_c)$ para una incidencia normal a la frecuencia critica será:

$$TL_n(f_c) = 10 \log \left[1 + \left(\frac{\pi M_s f_c}{\rho_1 C_1} \right)^2 \right]$$

Finalmente el TL para el panel de vidrio sencillo en la Región III (Región de amortiguamiento controlado) es así:

$$TL = TL_n(f_c) + 10\log(\eta) + 33,22\log\left(\frac{f}{f_c}\right) - 5,7$$

Nota: se debe tener en cuenta que en la Región II (Región de masa controlada), como el TL es proporcional a $20\log(f)$, si (f) se dobla, el TL se incrementa 6dB / octava. En la Región III (Región de amortiguamiento controlado), como el TL es proporcional a $33,22\log(f)$, si (f) se dobla, el TL se incrementa 10dB / octava. De esta manera se puede calcular el TL para una sola frecuencia en cada región y el resto se encuentra gracias a esta nota.

Características del vidrio		Propiedades de una placa sólida de vidrio		
h_1 [m]	0,01	Segun el Apendice C:		
h_2 [m]	0,01	C_L	5450	m/s
a [m]	1,05	ρ_w	2500	kg/m ³
b [m]	2,5	$M_p f_c$	30300	Hz-Kg/m ²
d [m]	0,12	η	0,0013	
m y n	1	E	71000000000	Pa
		σ	0,21	
		Segun el Apendice B:		
		ρ	1,184	kg/m ³ → Densidad del aire alrededor de un panel
		c	346,1	m/s → Velocidad del sonido en el aire

Calculos preliminares:		
f_{r1} [Hz]	26,4	→ (F _q . De resonancia fundamental de la placa # 1)
f_{r2} [Hz]	26,4	→ (F _q . De resonancia fundamental de la placa # 2)
M_{s1} [Kg/m ²]	25,0	→ (Masa Superficial de la placa # 1)
M_{s2} [Kg/m ²]	25,0	→ (Masa Superficial de la placa # 2)
f_{c1} [Hz]	1212,0	→ (Frecuencia Crítica de la placa # 1)
f_{c2} [Hz]	1212,0	→ (Frecuencia Crítica de la placa # 2)
$TL_n(f_c)$ [dB]	47,3	→ (Pérdida por transmisión para una incidencia normal de una onda a la f_c)

Region II (Region de masa controlada):						
Como TL es proporcional a $20\log(f)$, si f se dobla, el TL se incrementa 6dB/oct						
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000
(V1) - $1/a_{t1}$			575,0	2296,9	9184,6	36735,4
(V2) - $1/a_{t2}$			575,0	2296,9	9184,6	36735,4
(V1) - TLn [dB]			27,6	33,6	39,6	45,7
(V2) - TLn [dB]			27,6	33,6	39,6	45,7
(V1) - TL [dB]	10,6	16,6	22,6	28,6	34,6	40,7
(V2) - TL [dB]	10,6	16,6	22,6	28,6	34,6	40,7

Region III (Region de amortiguamiento controlado):				
Como TL es proporcional a $33,22\log(f)$, si f se dobla, el TL se incrementa 10dB/oct				
Fq [Hz]	2000	4000	8000	16000
TL [dB]	20,0	30,0	40,0	50,0
TL [dB]	20,0	30,0	40,0	50,0

Tabla 19. TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO INTERNO

Ya calculado el TL para un solo panel de vidrio, se procederá a calcularlo para los dos paneles de vidrio así:

$$M_{s1} = M_{s2}$$

Hay que tener en cuenta que para calcular el TL para paredes compuestas con cámara de aire se debe observar el comportamiento de la curva dividida en tres regimenes:

Régimen A: el espacio entre las dos paredes es muy estrecho y el efecto de esta cámara de aire es despreciable. Para saber si me encuentro dentro de este régimen la frecuencia a la cual le voy a calcular el TL debe estar así:

$$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1} + M_{s2})} < f < f_0, \text{ donde:}$$

$$\rho = \text{densidad } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$c = \text{Velocidad del sonido } \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$\rho c = Z_o = \text{Im pedancia acustica caracteristica (Rayls)}$$

Las anteriores definiciones son constantes para el aire alrededor del panel

M_{s1} y M_{s2} = Masas específicas de superficie para los paneles 1 y 2 respectivamente

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \left[\frac{\rho}{d} \left(\frac{1}{M_{s1}} + \frac{1}{M_{s2}} \right) \right]^{1/2} = \text{frecuencia de resonancia para los dos paneles}$$

acoplados por la cámara de aire

d = distancia o espacio entre los paneles (cámara de aire)

Régimen B: Acá los paneles se apartan un poco mas creándose unas ondas estacionarias entre los dos paneles. Para saber si me encuentro dentro de este régimen, la frecuencia a la cual le voy a calcular el TL debe estar así:

$$f_0 < f < \left(\frac{c}{2\pi d}\right)$$

Régimen C: Los paneles están separados lo suficientemente lejos, tanto así que actúan de forma independiente, al igual que la cámara de aire la cual actúa como un recinto pequeño. Para saber si me encuentro dentro de este régimen, la frecuencia a la cual le voy a calcular el TL debe estar así:

$$f > \left(\frac{c}{2\pi d}\right).$$

Ya finalmente con lo anterior se procede a calcular los diferentes rangos de frecuencia y se calcula el TL para el panel de doble vidriado según el régimen donde se comporta la curva así:

Para la frecuencia (f) de 31,5Hz como:

$$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1} + M_{s2})} = 2,6\text{Hz} < f < 48,9\text{Hz} = f_0, \text{ entonces se calcularía para el régimen}$$

A así:

$$TL = 20\log(M_{s1} + M_{s2}) + 20\log(f) - 47,3:$$

Ahora para las frecuencias (f) de 63Hz, 125Hz y 250Hz como:

$$f_0 = 48,9\text{Hz} < f < 459\text{Hz} = \left(\frac{c}{2\pi d}\right), \text{ entonces se calcularían para el régimen B así:}$$

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20\log\left(\frac{4\pi f d}{c}\right)$$

Finalmente para las frecuencias (f) de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz y 16000Hz como:

$$f > 459\text{Hz} = \left(\frac{c}{2\pi d}\right), \text{ entonces se calcularían para el régimen C así:}$$

$$TL = TL_1 + TL_2 + 10\log\left[\frac{4}{1 + \left(\frac{2}{\alpha}\right)}\right]$$

donde α = Coeficiente de absorcion de la superficie de los paneles

Características de los vidrios

M_{s1} [Kg/m ²] = 25	→	(Masa específica de superficie para el panel de vidrio # 1)
M_{s2} [Kg/m ²] = 25	→	(Masa específica de superficie para el panel de vidrio # 2)
ρ [Kg/m ³] = 1,184	→	(Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s] = 346,1	→	(Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls] = 409,8	→	(Impedancia acústica característica)
d [m] = 0,12	→	(Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1}+M_{s2})} = 2,6$	→	<u>Rango de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL</u>
f_0 [Hz] = 48,9		
$\frac{c}{2\pi d} = 459,0$		
$\alpha = 0,03$	→	(Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL1 [dB]	→	(TL del panel de vidrio # 1 actuando solo)
TL2 [dB]	→	(TL del panel de vidrio # 2 actuando solo)

Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	16,6	22,0	39,9	58,0	57,0	69,0	27,7	47,7	67,7	87,7

Tabla 20. TL CALCULADO PARA EL DOBLE VIDRIADO INTERNO

También existe un método aproximado del cual se puede hacer uso y que en los presentes cálculos también se relaciono de la siguiente manera. Teniendo el espesor (h) y la Masa específica de la superficie de los paneles (Ms) calculo el TL para una frecuencia (f) de 125Hz así:

$$TL = 20\log(M_s) + 20\log(f_1) - 47,3$$

Luego, según la tabla 4.1 del libro de Barron – ver anexos – el TLp de la meseta para el vidrio es de 27dB, y con esto se encontrara la frecuencia en la que comienza la meseta así:

$TL_p = 20\log(M_s) + 20\log(f_1) - 47,3$ ahora esta formula debemos despejarla para hallar la frecuencia (f_1) en donde comienza la meseta así:

$$f_1 = 10^{\frac{TL_p - 20\log(M_s) + 47,3}{20}}$$

Ahora usando la relación de frecuencias de la tabla 4.1 del libro de Barron, se puede encontrar la frecuencia de la parte final de la meseta así:

$$f_2 \left(\frac{f_2}{f_1} \right) f_1$$

Ahora la región para el TL desde los 63Hz hasta los 206,54Hz es la Región II (Región de masa controlada), en este rango los valores aproximados del TL se pueden encontrar sumando o restando 6dB por cada octava hacia arriba o hacia debajo de los 125Hz (que fue la frecuencia para la que se calculo inicialmente el TL). Ahora para frecuencias arriba de los 2065,4Hz la Región es la III (Región de amortiguamiento controlado).

$$TL = TL_p + 33,22 \log \left(\frac{f}{f_2} \right)$$

Finalmente de acuerdo con la teoría de que se suma o se resta 6dB por cada octava, a partir de la frecuencia de 125Hz la cual fue la primera en la cual se calculo el TL, se va a ver así:

h₁ =	0,01	m
h₂ =	0,01	m
ρ_v =	2500	kg/m ³
Ms1 =	25	kg/m ²
Ms2 =	25	kg/m ²

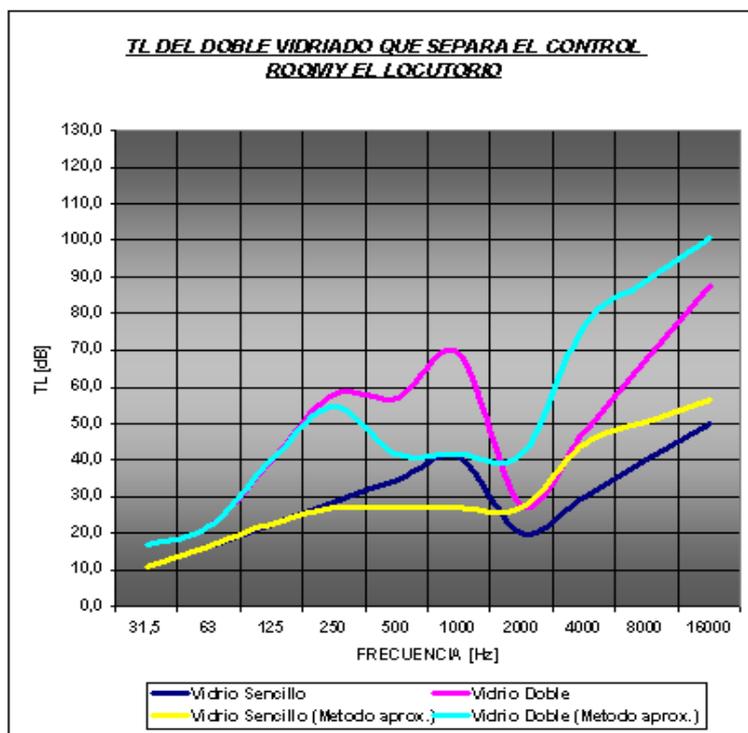
Vidrio sencillo # 1			Vidrio sencillo # 2		
Fq [Hz]	TL ₁ [dB]	Explicación	Fq [Hz]	TL ₂ [dB]	Explicación
31,5	10,6	Se resto 6dB	31,5	10,6	Se resto 6dB
63	16,6	Se resto 6dB	63	16,6	Se resto 6dB
125	22,6	TL Calculado	125	22,6	TL Calculado
f₁ = 206,54	27,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)	f₁ = 206,54	27,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)
250	27,0	Meseta	250	27,0	Meseta
500	27,0	Meseta	500	27,0	Meseta
1000	27,0	Meseta	1000	27,0	Meseta
2000	27,0	Meseta	2000	27,0	Meseta
f₂ = 2065,4	27,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)	f₂ = 2065,4	27,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)
4000	44,5	Se resto 6dB	4000	44,5	Se resto 6dB
8000	50,5	Se resto 6dB	8000	50,5	Se resto 6dB
16000	56,5	TL Calculado	16000	56,5	TL Calculado

Tabla 21. TL CALCULADO POR EL MÉTODO APROXIMADO DEL VIDRIADO INTERNO

De acuerdo a todo lo anterior la compilación de todo el calculo se ve reflejado en la siguiente tabla acompañado de su respectiva grafica, la cual ilustra el comportamiento de la curva del TL del vidrio interno.

FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]										
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Vidrio Sencillo										
Region	II	II	II	II	II	II	III	III	III	III
TL [dB]	10,6	16,6	22,6	28,6	34,6	40,7	20,0	30,0	40,0	50,0
Vidrio Doble										
Regimen	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	16,6	22,0	39,9	58,0	57,0	69,0	27,7	47,7	67,7	87,7
Vidrio Sencillo (Metodo aprox.)										
TL [dB]	10,6	16,6	22,6	27,0	27,0	27,0	27,0	44,5	50,5	56,5
Vidrio Doble (Metodo aprox.)										
TL [dB]	16,6	22,0	39,9	54,7	41,7	41,7	41,7	76,8	88,8	100,8

Tabla 22. TL calculado para cada vidrio y el doble vidriado interno en conjunto



Gráfica 15. TL calculado para cada vidrio y el doble vidriado interno en conjunto

El TL de la ventana exterior: ahora, en el calculo del doble vidriado que separa el recinto y el exterior se usan las mismas formulas, lo único que varia son las dimensiones de los vidrios junto con sus espesores y la cámara de aire que los separa. Los valores de los cálculos, las tablas y sus respectivas graficas se muestran a continuación:

Para el vidrio sencillo:

Características del vidrio		Propiedades de una placa sólida de vidrio	
h_1 [m]	0,02	Segun el Apéndice C:	$C_1 = 5400$ m/s
h_2 [m]	0,02		$\rho_{\text{vid}} = 2500$ kg/m ³
a [m]	0,88		$Mf_0 = 30300$ Hz·Kg/m ²
b [m]	2,1		$\eta = 0,0013$
d [m]	0,1		$E = 71000000000$ Pa
m y $n = 1$		Segun el Apéndice B:	$\rho = 1,184$ kg/m ³ → Densidad del aire alrededor de un panel
			$c = 346,1$ m/s → Velocidad del sonido en el aire

Calculos preliminares:		
f_{11} [Hz]	75,0	→ (Eq. De resonancia fundamental de la placa # 1)
f_{12} [Hz]	75,0	→ (Eq. De resonancia fundamental de la placa # 2)
Ms_1 [Kg/m ²]	50,0	→ (Masa Superficial de la placa # 1)
Ms_2 [Kg/m ²]	50,0	→ (Masa Superficial de la placa # 2)
f_{c1} [Hz]	806,0	→ (Frecuencia Crítica de la placa # 1)
f_{c2} [Hz]	806,0	→ (Frecuencia Crítica de la placa # 2)
$TLn(f_c)$ [dB]	47,3	→ (Pérdida por transmisión para una incidencia normal de una onda a la f_c)

Region I (Region de rigidez controlada):			Region II (Region de masa controlada):			Region III (Region de amortiguamiento controlado):					
Aca se encuentra la Fq. Propia del sistema			Como TL es proporcional a $20\log(f)$, si se dobla, el TL se incrementa 6dB/oct			Como TL es proporcional a $33,22\log(f)$, si se dobla, el TL se incrementa 10dB/Oct					
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	Fq [Hz]	1000	2000	4000	8000	16000
(V1) - 1/8 π			2296,9	9184,6	36735,4	TL [dB]	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
(V2) - 1/8 π			2296,9	9184,6	36735,4	TL [dB]	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
(V1) - TL [dB]			33,6	39,6	45,7						
(V2) - TL [dB]			33,6	39,6	45,7						
(V1) - TL [dB]	16,6	22,6	28,6	34,6	40,7						
(V2) - TL [dB]	16,6	22,6	28,6	34,6	40,7						

Tabla 23. TL calculado para cada vidrio externo

Para el vidrio doble:

Características de los vidrios		
Ms_1 [Kg/m ²]	50	→ (Masa específica de superficie para el panel de vidrio # 1)
Ms_2 [Kg/m ²]	50	→ (Masa específica de superficie para el panel de vidrio # 2)
ρ [Kg/m ³]	1,184	→ (Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s]	346,1	→ (Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls]	409,8	→ (Impedancia acústica característica)
d [m]	0,1	→ (Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(Ms_1 + Ms_2)}$	1,3	
f_0 [Hz]	37,9	→ Rango de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
$\frac{c}{2\pi d}$	550,8	
α	0,03	→ (Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL1 [dB]		→ (TL del panel de vidrio # 1 actuando solo)
TL2 [dB]		→ (TL del panel de vidrio # 2 actuando solo)

Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C
TL [dB]	22,7	32,4	50,4	68,4	86,5	27,7	47,7	67,7	87,7	107,7

Tabla 24. TL calculado para el doble vidriado externo

Para el método aproximado del TL en el vidrio sencillo:

$h_1 =$	0,02	m
$h_2 =$	0,02	m
$\rho_w =$	2500	kg/m ³
$Ms_1 =$	50	kg/m ²
$Ms_2 =$	50	kg/m ²

Vidrio sencillo # 1			Vidrio sencillo # 2		
Fq [Hz]	TL ₁ [dB]	Explicación	Fq [Hz]	TL ₂ [dB]	Explicación
31,5	16,7	Se resto 6dB	31,5	16,7	Se resto 6dB
63	22,7	TL Calculado	63	22,7	Se resto 6dB
$f_1 = 103,51$	27,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)	$f_1 = 103,51$	27,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)
125	27,0	Meseta	125	27,0	TL Calculado
250	27,0	Meseta	250	27,0	Meseta
500	27,0	Meseta	500	27,0	Meseta
1000	27,0	Meseta	1000	27,0	Meseta
$f_2 = 1035,1$	27,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)	$f_2 = 1035,1$	27,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)
2000	48,5	Meseta	2000	48,5	Meseta
4000	54,5	Se resto 6dB	4000	54,5	Se resto 6dB
8000	60,5	Se resto 6dB	8000	60,5	Se resto 6dB
16000	66,5	TL Calculado	16000	66,5	TL Calculado

Tabla 25. TL calculado por el método aproximado para cada vidrio externo

Para el método aproximado del TL en el doble vidriado:

Características de los vidrios		
Ms_1 [Kg/m ²] = 50	→	(Masa específica de superficie para el panel de vidrio # 1)
Ms_2 [Kg/m ²] = 50	→	(Masa específica de superficie para el panel de vidrio # 2)
ρ [Kg/m ³] = 1,184	→	(Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s] = 346,1	→	(Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_o$ [Rayls] = 409,8	→	(Impedancia acústica característica)
d [m] = 0,1	→	(Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(Ms_1 + Ms_2)} = 1,3$	→	Rango de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
f_0 [Hz] = 37,9	→	
$\frac{c}{2\pi d} = 550,8$	→	
$\alpha = 0,03$	→	(Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL1 [dB]	→	(TL del panel de vidrio # 1 actuando solo)
TL2 [dB]	→	(TL del panel de vidrio # 2 actuando solo)

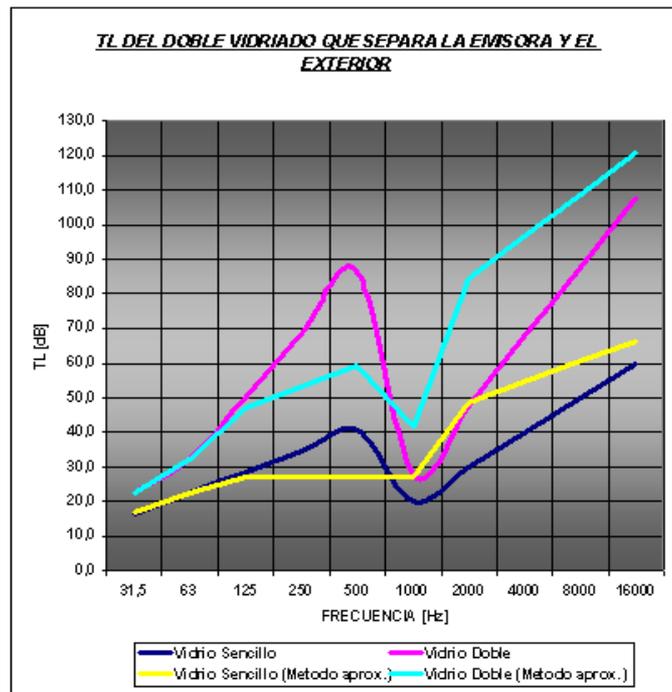
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C
TL [dB]	22,7	32,5	47,1	53,2	59,2	41,7	84,7	96,7	108,7	120,7

Tabla 26. TL calculado por el método aproximado para el doble vidriado externo

Finalmente los valores calculados se recopilan en tablas individuales y se observa en la grafica el comportamiento individual de cada sistema así:

FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]										
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Vidrio Sencillo										
Region	I	I	II	II	II	III	III	III	III	III
TL [dB]	16,6	22,6	28,6	34,6	40,7	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Vidrio Doble										
Regimen	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C
TL [dB]	22,7	32,4	50,4	68,4	86,5	27,7	47,7	67,7	87,7	107,7
Vidrio Sencillo (Metodo aprox.)										
TL [dB]	16,7	22,7	27,0	27,0	27,0	27,0	48,5	54,5	60,5	66,5
Vidrio Doble (Metodo aprox.)										
TL [dB]	22,7	32,5	47,1	53,2	59,2	41,7	84,7	96,7	108,7	120,7

Tabla 27. TL calculado para cada vidrio y el doble vidriado externo en conjunto



Gráfica 16. TL calculado para cada vidrio y el doble vidriado externo en conjunto

El TL de la puerta de acceso: Las especificaciones del material usado para desarrollar los cálculos se obtuvieron del apéndice C – ver anexos – del libro de Barron y el método de cálculo con sus respectivas formulas que se usaron para hallar el TL, fue el mismo que se uso para el de los vidrios, lo único que cambian son las disposiciones y el tipo del material que se va a usar.

Inicialmente se calculo el TL para la puerta sencilla así:

Características de la madera		Propiedades de una placa solida de madera (de roble)			
h_1 [m]	= 0,1	Segun el Apendice C:	C_L = 3860 m/s		
h_2 [m]	= 0,1		ρ_w = 770 kg/m ³		
a [m]	= 0,96		M_{sf} = 11900 Hz·Kg/m ²		
b [m]	= 2		η = 0,008		
d [m]	= 0,07		E = 11200000000 Pa		
m y n	= 1		σ = 0,15		
Area [m ²]	1,92	Segun el Apendice B:	ρ = 1,184 kg/m ³ → Densidad del aire alrededor de un panel		
Peso [Kg]	147,84		c = 346,1 m/s → Velocidad del sonido en el aire		
Calculos preliminares:					
f_{r1} [Hz]	= 233,7	→	(Eq. De resonancia fundamental de la placa # 1)		
f_{r2} [Hz]	= 233,7	→	(Eq. De resonancia fundamental de la placa # 2)		
M_{s1} [Kg/m ²]	= 77,0	→	(Masa Superficial de la placa # 1)		
M_{s2} [Kg/m ²]	= 77,0	→	(Masa Superficial de la placa # 2)		
f_{c1} [Hz]	= 154,5	→	(Frecuencia Critica de la placa # 1)		
f_{c2} [Hz]	= 154,5	→	(Frecuencia Critica de la placa # 2)		
TLn(fc) [dB]	= 39,2	→	(Perdida por transmision para una incidencia normal de una onda a la fc.)		
Region I (Region de rigidez controlada):		Region III (Region de amortiguamiento controlado):			
Fq [Hz]	31,5 63 125	Como TL es proporcional a $33,22 \log(f)$, si f se dobla, el TL se incrementa 10dB/oct			
(P1) - Cs	4,E-09 4,E-09 4,E-09	Fq [Hz]	250 500 1000 2000 4000 8000 16000		
(P2) - Cs	4,E-09 4,E-09 4,E-09	TL [dB]	19,5 29,5 39,5 49,5 59,5 69,5 79,5		
(P1) - Ks	6,E-04 1,E-03 3,E-03	TL [dB]	19,5 29,5 39,5 49,5 59,5 69,5 79,5		
(P2) - Ks	6,E-04 1,E-03 3,E-03				
(P1) - α	6,E-06 2,E-05 8,E-05				
(P2) - α	6,E-06 2,E-05 8,E-05				
(P1) - TL [dB]	52,2 46,6 41,1				
(P2) - TL [dB]	52,2 46,6 41,1				

TABLA 28. TL PARA PUERTA SENCILLA

Seguido se calculo el TL para la puerta doble con cámara de aire así:

Características de las puertas de madera	
M_{s1} [Kg/m ²]	= 77 → (Masa especifica de superficie para la placa de madera # 1)
M_{s2} [Kg/m ²]	= 77 → (Masa especifica de superficie para la placa de madera # 2)
ρ [Kg/m ³]	= 1,184 → (Densidad del aire alrededor de una placa)
c [m/s]	= 346,1 → (Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls]	= 409,8 → (Impedancia acustica caracteristica)
d [m]	= 0,07 → (Distancia o espacio entre las placas - camara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1} + M_{s2})}$	= 0,8
f_0 [Hz]	= 36,5 → Rango de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
$\frac{c}{2\pi d}$	= 786,9
α	= 0,04 → (Coeficiente de absorcion de la superficie de las placas)
TL1 [dB]	→ (TL de la placa de madera # 1 actuando sola)
TL2 [dB]	→ (TL de la placa de madera # 2 actuando sola)
Fq [Hz]	31,5 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 16000
Regimen	A B B B B C C C C C
TL [dB]	26,4 77,2 72,2 35,0 61,0 67,9 87,9 107,9 127,9 147,9

TABLA 29. TL PARA PUERTA DOBLE CON CAMARA DE AIRE

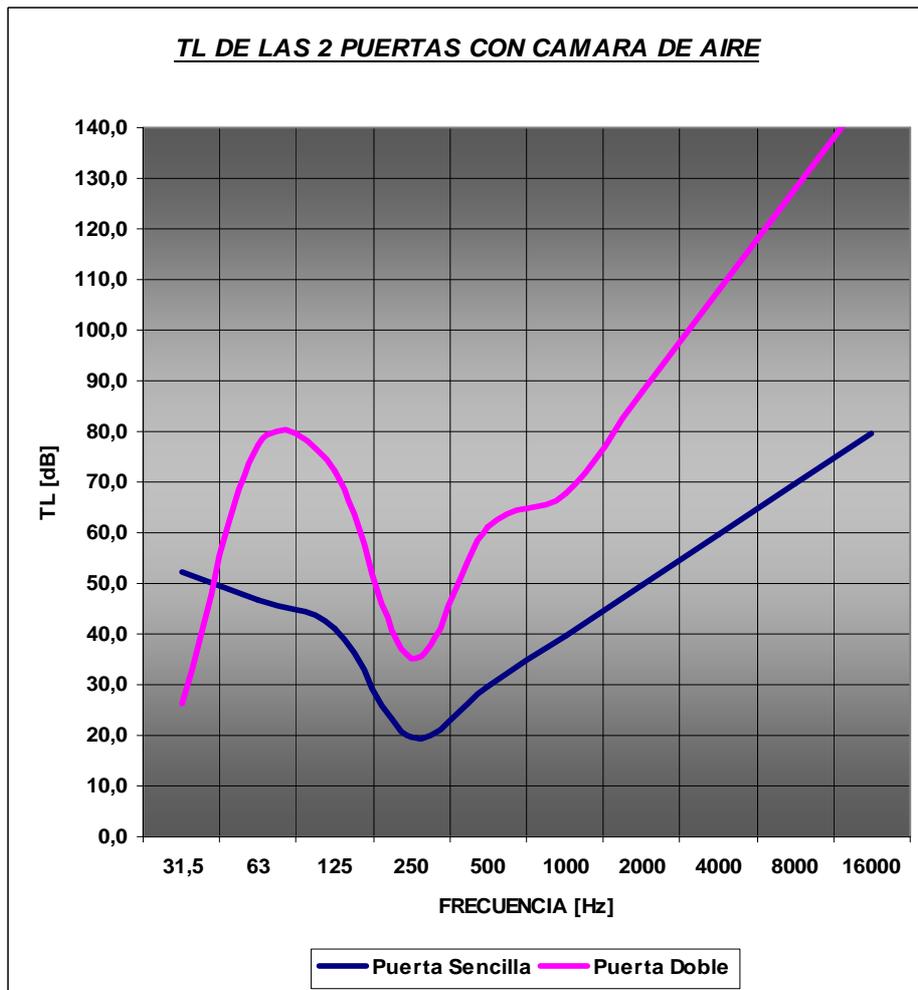
Finalmente la tabla recopilada de los datos calculados con su respectiva grafica:

FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000

<i>Puerta Sencilla</i>										
Region	II	II	II	II	II	II	III	III	III	III
TL [dB]	52,2	46,6	41,1	19,5	29,5	39,5	49,5	59,5	69,5	79,5

<i>Puerta Doble</i>										
Regimen	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	26,4	77,2	72,2	35,0	61,0	67,9	87,9	107,9	127,9	147,9

TABLA 30. RECOPIACION DE CALCULOS



GRAFICA 17. TL PUERTA SENCILLA Y DOBLE

El método aproximado del TL para este material (madera de roble) no se calculó, ya que en la referencia de la tabla 4.1 del libro de Barron, de la cual se apoya el análisis de este método, no se establecen valores algunos para la madera de roble. Cabe aclarar que alrededor de las puertas, en el diseño, se instaló tiras de neopreno bordeándola, para evitar el ruido de silbido producido por el aire cuando comienza a recorrer a través de estos espacios.

El TL del material compuesto: para encontrar la masa específica (M_s) del panel compuesto se halla con la siguiente ecuación:

$$M_s = \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2$$

Ahora la ubicación del eje neutral para el panel compuesto se halla de la siguiente ecuación:

$$X = \frac{E_1 h_1^2 - E_2 h_2^2}{2(E_1 h_1 + E_2 h_2)}$$

Ahora se calculará las siguientes fórmulas que servirán para calcular la rigidez de flexión (B) del panel compuesto así:

$$\left[1 + 3 \left(1 - 2X/h_1 \right)^2 \right] \quad \text{y} \quad \left[1 + 3 \left(1 + 2X/h_2 \right)^2 \right]$$

Ahora con estos dos datos anteriores podremos calcular la rigidez de flexión (B) del panel compuesto así:

$$B = \frac{E_1 h_1^3}{12(1 - \sigma_1^2)} \left[1 + 3 \left(1 - 2X/h_1 \right)^2 \right] + \frac{E_2 h_2^3}{12(1 - \sigma_2^2)} \left[1 + 3 \left(1 + 2X/h_2 \right)^2 \right]$$

Ahora la frecuencia crítica (f_c) del panel compuesto es:

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi} \left(\frac{M_s}{B} \right)^{1/2}$$

Y para encontrar la frecuencia crítica (f_c) de cada uno de los paneles es:

$$f_c = \frac{\sqrt{3}c^2}{\pi C_L h}$$

Con lo anterior entonces el TL para el panel compuesto y desarrollándose su comportamiento dentro de la región II (Región de masa controlada) será:

$$\frac{1}{a_m} = 1 + \left(\frac{\pi f \rho_w h}{\rho_1 C_1} \right)^2 \quad \rightarrow \rho_w h = M_s$$

\rightarrow densidad y velocidad del sonido del aire al rededor del panel segun el apendice B del libro de Barron.

$$\rho_1 = 1,184 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_1 = 346,1 \text{ m/s}$$

Ahora el TLn para una incidencia normal será:

$$TL_n = 10 \log \left(\frac{1}{a_m} \right)$$

Finalmente el TL para el panel de vidrio sencillo en la Región II (Región de masa controlada) es así:

$$TL = TL_n - 5$$

Para el comportamiento del panel dentro de la Región III (Región de amortiguamiento controlado) el TL del panel compuesto será:

$$\eta = \frac{(\eta_1 E_1 h_1 + \eta_2 E_2 h_2)(h_1 + h_2)^2}{E_1 h_1^3 \left[1 + 3 \left(1 - 2X/h_1 \right)^2 \right] + E_2 h_2^3 \left[1 + 3 \left(1 + 2X/h_2 \right)^2 \right]} = \text{Coeficiente de amortiguamiento}$$

ahora el $TL_n(f_c)$ para una incidencia normal a la frecuencia critica es:

$$TL_n(f_c) = 10 \log \left[1 + \left(\frac{\pi M_s f_c}{\rho_1 c_1} \right)^2 \right]$$

Y finalmente el TL será

$$TL = TL_n(f_c) + 10 \log(\eta) + 33,22 \log \left(\frac{f}{f_c} \right) - 5,7$$

Material #		ρ_v [Kg/m ³]	E [GPa]	σ	η	h [m]
Material # 1	Ladrillo	1800	25000000000	0,20	0,015	0,165
Material # 2	Camara de aire	distancia (d) = 0,095m				
Material # 3	Fibra de Vidrio (FiberGlass AB1)	1500	72000000000	0,33	0,45	0,031
Material # 4	Superboard (Fibrocemento)	1451	7902000	0,30	0,05	0,011

Vel. Longitudinal del sonido en la fibra de vidrio	CL = 7339 m/s
Vel. Longitudinal del sonido en el fibrocemento	CL = 77 m/s
Densidad del aire alrededor de un panel	$\rho = 1,184$ [Kg/m ³]
Velocidad del sonido en el aire	c = 346,1 m/s
Impedancia acustica caracteristica	z = 409,8 Rayls
Masa especifica de la placa de fibra de vidrio	Ms ₁ = 46,5 Kg/m ³
Masa especifica de la placa de fibrocemento	Ms ₂ = 16,0 Kg/m ³
Masa especifica del panel compuesto	Ms _T = 62,46 Kg/m ³
Ubicacion del eje central para el panel compuesto	X = 0,015499 m
Ecuaciones para calcular la rigidez de Flexion (B)	b ₁ = 1,000 b ₂ = 44,732
Rigidez de flexion del material	B = 200633,4 Nm
Fq. Critica de la placa de fibra de vidrio	f _c = 290 Hz
Fq. Critica de la placa de fibrocemento	f _c = 77608 Hz
Fq. Critica del panel compuesto	f _c = 336 Hz
Coefficiente de amortiguamiento para un panel compuesto	$\eta = 0,817992373$
Frecuencia de resonancia de la fibra de vidrio	f _{r1} = 34,4 Hz
Frecuencia de resonancia del fibrocemento	f _{r1} = 0,1 Hz
Enteros de multiples de la frecuencia de resonancia	m y n = 1
Dimensiones (a) altura y (b) ancho del panel de fibra de vidrio	a = 2,5 m b = 2,4 m
Dimensiones (a) altura y (b) ancho del panel de fibrocemento	a = 2,5 m b = 2,4 m
	Cs = 3,0213E-07 Ks = 4,9008E-02 a _s = 1,4492E-02

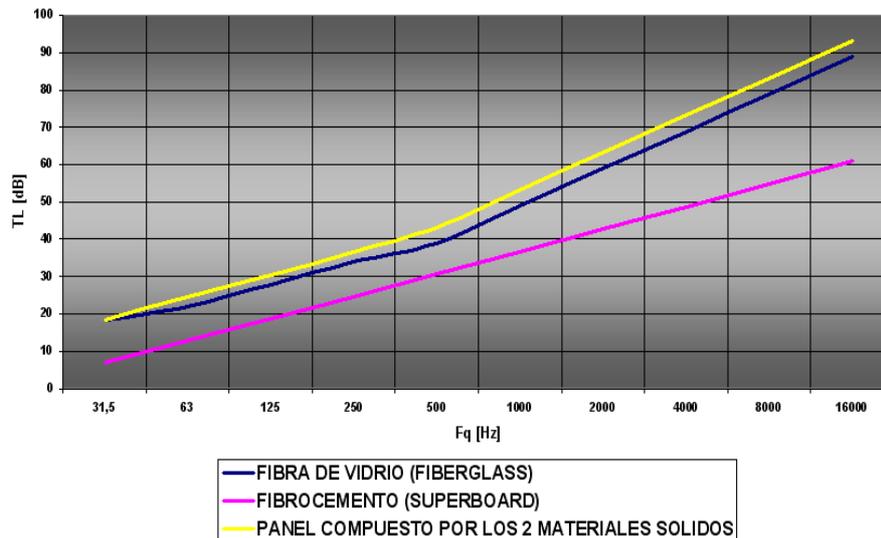
TABLA 31. ESPECIFICACIONES DE CADA MATERIAL Y EL COMPUESTO

	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
FIBRA DE VIDRIO (FIBERGLASS)										
REGION	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1/a _n		505,4	1986,7	7943,9						
TL _n [dB]		27,0	33,0	39,0						
TL _n (f _c) [dB]					40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3
TL [dB]	18,4	22,0	28,0	34,0	39,0	49,0	59,0	69,0	79,0	89,0
FIBROCEMENTO (SUPERBOARD)										
REGION	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1/a _n	15,9	60,4	235,0	936,8	3744,3	14974,2	59893,6	239571,5	958283,0	3833128,8
TL _n [dB]	12,0	17,8	23,7	29,7	35,7	41,8	47,8	53,8	59,8	65,8
TL [dB]	7,0	12,8	18,7	24,7	30,7	36,8	42,8	48,8	54,8	60,8
PANEL COMPUESTO POR LOS 2 MATERIALES SOLIDOS										
REGION	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1/a _n	228,5	911,1	3583,9	14332,5						
TL _n [dB]	23,6	29,6	35,5	41,6						
TL _n (f _c) [dB]					44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1
TL [dB]	18,6	24,6	30,5	36,6	43,3	53,3	63,3	73,3	83,3	93,3

TABLA 32. TL DE CADA MATERIAL Y EL COMPUESTO

Gráficamente:

TL PARA UN PANEL COMPUESTO POR 2 MATERIALES



GRAFICA 18. TL PARA PANEL COMPUESTO

El TL del material compuesto y el muro de ladrillo: finalmente después de calcular uno por uno cada material, se empieza a calcular el TL del material compuesto por la fibra de vidrio AB1 (Fiberglass) y el sistema de drywall en fibrocemento (Superboard) junto con la cámara de aire y el muro de ladrillo para observar el comportamiento de este sistema, las especificaciones del ladrillo, la fibra de vidrio, el sistema de drywall en fibrocemento y la espuma, fueron tomadas del apéndice C, los fabricantes Fiberglass y Superboard y Acustec Colombia oficina Bogota D.C.

Para calcular el TL del muro de ladrillo se usaron las formulas para el cálculo del TL de un panel sencillo (como se cálculo en los anteriores materiales), lo único que cambiaron fueron las especificaciones y dimensiones del material como se detallo anteriormente. A continuación se puede observar el resultado de los cálculos del TL del ladrillo y del aproximado del mismo:

Caract. de los materiales	
h_1 [m]	0,16
a [m]	2,5
b [m]	2,4
d [m]	0,13
m y n	1

Propiedades de una placa solida de ladrillo			
Segun el Apendice C:		$C_1 =$	3800 m/s
		$\rho_w =$	1800 kg/m ³
		$M_s f_c =$	31250 Hz-Kg/m ²
		$\eta =$	0,015
		$E =$	25000000000 Pa
		$\sigma =$	0,20
Segun el Apendice B:		$\rho =$	1,184 kg/m ³ → Densidad del aire alrededor de un panel
		$c =$	346,1 m/s → Velocidad del sonido en el aire

Calculos preliminares:	
f_{11} [Hz]	92,0
$M_s 1$ [Kg/m ²]	288,0
f_{c1} [Hz]	108,5
$TL_n(f_c)$ [dB]	47,6

- (Fq. De resonancia fundamental de la placa)
- (Masa Superficial de la placa)
- (Frecuencia Critica de la placa)
- (Perdida por transmision para una incidencia normal de una onda a la f_c)

Region I (Region de rigidez controlada):

Fq [Hz]	31,5	63
$C_s =$	0,0	0,0
$K_s =$	0,0	0,0
$a_s =$	0,0	0,0
TL [dB]	47,8	42,2

Region III (Region de amortiguamiento controlado):

Como TL es proporcional a $33,22 \log(f)$, si f se dobla, el TL se incrementa 10dB/oct									
Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
TL [dB]	25,7	35,7	45,7	55,7	65,7	75,7	85,7	95,7	

TABLA 33. TL DEL LADRILLO

$h_1 =$	0,16	m
$\rho_w =$	1800	kg/m ³
$M_s 1 =$	288	kg/m ²

Ladrillo		
Fq [Hz]	TL ₁ [dB]	Explicacion
31,5	31,9	TL Calculado
$f_1 = 56,885$	37,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)
63	37,0	Meseta
125	37,0	Meseta
250	37,0	Meseta
$f_2 = 255,98$	37,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)
500	66,7	Se resto 6dB
1000	72,7	Se resto 6dB
2000	78,7	Se resto 6dB
4000	84,7	Se resto 6dB
8000	90,7	Se resto 6dB
16000	96,7	TL Calculado

Tabla 4.1 del libro de Barron

Material	TL _p [dB]	$\Delta f_p = f_2 - f_1$	octavas f_2 / f_1
Aluminio	29,0	3,5	11,0
Ladrillo	37,0	2,2	4,5
Concreto	38,0	2,2	4,5
Vidrio	27,0	3,3	10,0
Plomo	56,0	2,0	4,0
Masonry Block			
Cinder (brasa, carbonilla)	30,0	2,7	6,5
Denso	32,0	3,0	8,0
Madera contrachapada	19,0	2,7	6,5
yeso arena	30,0	3,0	8,0
Acero	40,0	3,5	11,0

TABLA 34. TL APROXIMADO DEL LADRILLO

Ya por ultimo se calculo el TL para paredes compuestas con cámara de aire teniendo los tres datos (TL del muro de ladrillo, especificación de la cámara de aire y el TL del material compuesto) así:

PANEL COMPUESTO POR LOS 2 MATERIALES SOLIDOS										
REGION	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
TL [dB]	18,6	24,6	30,5	36,6	43,3	53,3	63,3	73,3	83,3	93,3

TABLA 35. TL DEL PANEL COMPUESTO POR LOS DOS MATERIALES

Características del sistema

M_{s1} [Kg/m ²] = 288	→	(Masa específica de superficie para el panel de ladrillo)
M_{s2} [Kg/m ²] = 62,5	→	(Masa específica de superficie para el panel compuesto)
ρ [Kg/m ³] = 1,184	→	(Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s] = 346,1	→	(Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls] = 409,8	→	(Impedancia acústica característica)
d [m] = 0,12	→	(Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1}+M_{s2})} = 0,4$	→	Rango de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
f_0 [Hz] = 24,7		
$\frac{c}{2\pi d} = 459,0$		
$\alpha = 0,55$	→	(Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL 1 [dB]	→	(TL del panel de ladrillo actuando solo)
TL 2 [dB]	→	(TL del panel compuesto actuando solo)

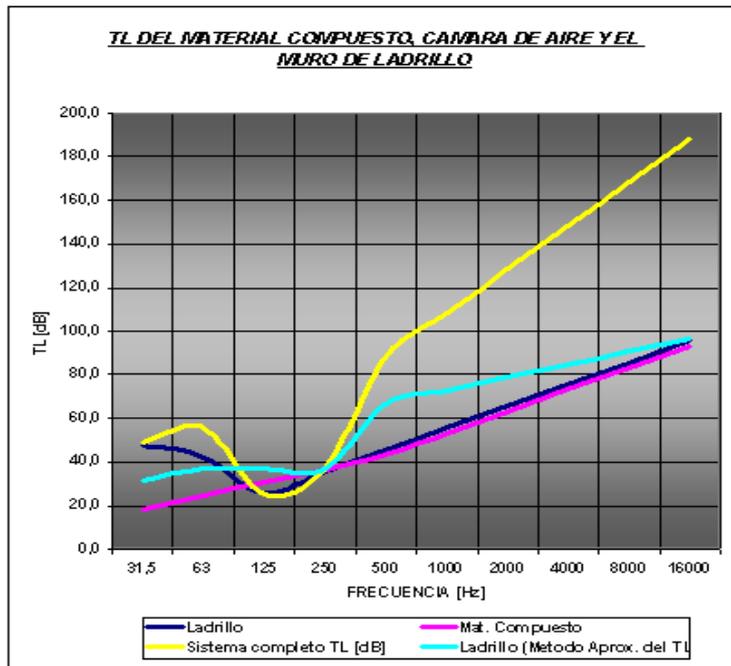
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	49,1	55,6	25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3	168,3	188,3

TABLA 36. TL PARA PAREDES COMPUESTAS

Ahora gráficamente:

	FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Ladrillo										
Regimen	II	I	II	II	II	II	III	III	III	II
TL [dB]	47,8	42,2	25,7	35,7	45,7	55,7	65,7	75,7	85,7	95,7
Mat. Compuesto										
Regimen	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	18,6	24,6	30,5	36,6	43,3	53,3	63,3	73,3	83,3	93,3
Sistema completo										
TL [dB]	49,1	55,6	25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3	168,3	188,3
Ladrillo (Método Aprox. del TL)										
TL [dB]	31,9	37,0	37,0	37,0	66,7	72,7	78,7	84,7	90,7	96,7

TABLA 37. TL DE CADA MATERIAL Y DEL SISTEMA COMPLETO



GRAFICA 19. TL DEL MATERIAL COMPUESTO

Se puede observar, como en las bandas de 125Hz y 250Hz decae la curva del TL del sistema completo, sin embargo el TL en estas bandas se mantiene aun por encima de los 25dB y 37dB respectivamente y de acuerdo con el NC que se requiere para estas bandas, tomando como base el ruido externo dado por las mediciones, el TL mínimo necesario en estas bandas para que el sistema funcione es de 21,67dB y 20,35dB en dichas bandas de frecuencias. Las demás están muy por encima de lo estimado garantizando así, una adecuada perdida por transmisión.

El TL del Techo: Seguido se calculo el TL para el techo tomando como base, de la misma manera que antes, las especificaciones del concreto y del yeso para el cielo raso dadas por el apéndice C del libro de Barron.

Primero se hallo el TL para cada material independiente junto con su respectivo método aproximado, luego se calculo el TL para paredes compuestas con cámara de aire y también su método aproximado, finalmente se observan los siguientes datos:

TL de los materiales independientes:

Caract. de los materiales	Propiedades de una placa sólida de concreto (#1)	Propiedades de una placa sólida de yeso (#2)																																																						
h_1 [m] = 0,2 h_2 [m] = 0,08 a [m] = 3,9 b [m] = 2,4 d [m] = 0,42 m y n = 1	Segun el Apéndice C: C_1 = 2960 m/s ρ_w = 2400 kg/m ³ $M_s f_c$ = 50200 Hz-Kg/m ² η = 0,02 E = 20700000000 Pa σ = 0,13 Segun el Apéndice B: ρ = 1,184 kg/m ³ → Densidad del aire alrededor de un panel c = 346,1 m/s → Velocidad del sonido en el aire	Segun el Apéndice C: C_1 = 4550 m/s ρ_w = 1700 kg/m ³ $M_s f_c$ = 24700 Hz-Kg/m ² η = 0,005 E = 3,2E+10 Pa σ = 0,30																																																						
Calculos preliminares: f_{r1} [Hz] = 64,3 → <i>f_q De resonancia fundamental de la placa # 1</i> f_{r2} [Hz] = 25,7 → <i>f_q De resonancia fundamental de la placa # 2</i> $Ms1$ [Kg/m ²] = 480,0 → <i>(Masa Superficial de la placa # 1)</i> $Ms2$ [Kg/m ²] = 192,0 → <i>(Masa Superficial de la placa # 2)</i> f_{c1} [Hz] = 104,6 → <i>Frecuencia Crítica de la placa # 1</i> f_{c2} [Hz] = 261,5 → <i>Frecuencia Crítica de la placa # 2</i> $TLn(f_c)$ [dB] = 51,7 → <i>Perdida por transmisión para una incidencia normal de una onda a la f_c</i>	Region I (Region de rigidez controlada): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fq [Hz]</th> <th>31,5</th> <th>63</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>(C1) - Cs</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>(Y2) - Cs</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>(C1) - Ks</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>(Y2) - Ks</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>(C1) - a₁</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>(Y2) - a₁</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>(C1) - TL [dB]</td><td>46,1</td><td>40,6</td></tr> <tr><td>(Y2) - TL [dB]</td><td>24,6</td><td>19,4</td></tr> </tbody> </table>	Fq [Hz]	31,5	63	(C1) - Cs	0,0	0,0	(Y2) - Cs	0,0	0,0	(C1) - Ks	0,0	0,0	(Y2) - Ks	0,0	0,0	(C1) - a ₁	0,0	0,0	(Y2) - a ₁	0,0	0,0	(C1) - TL [dB]	46,1	40,6	(Y2) - TL [dB]	24,6	19,4	Region III (Region de amortiguamiento controlado): Como TL es proporcional a 33,22log(f), si f se dobla, el TL se incrementa 10dB/oct <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fq [Hz]</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>4000</th> <th>8000</th> <th>16000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TL [dB]</td><td>31,6</td><td>41,6</td><td>51,6</td><td>61,6</td><td>71,6</td><td>81,6</td><td>91,6</td><td>101,6</td></tr> <tr><td>TL [dB]</td><td>18,4</td><td>28,4</td><td>38,4</td><td>48,4</td><td>58,4</td><td>68,4</td><td>78,4</td><td>88,4</td></tr> </tbody> </table>	Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	TL [dB]	31,6	41,6	51,6	61,6	71,6	81,6	91,6	101,6	TL [dB]	18,4	28,4	38,4	48,4	58,4	68,4	78,4	88,4
Fq [Hz]	31,5	63																																																						
(C1) - Cs	0,0	0,0																																																						
(Y2) - Cs	0,0	0,0																																																						
(C1) - Ks	0,0	0,0																																																						
(Y2) - Ks	0,0	0,0																																																						
(C1) - a ₁	0,0	0,0																																																						
(Y2) - a ₁	0,0	0,0																																																						
(C1) - TL [dB]	46,1	40,6																																																						
(Y2) - TL [dB]	24,6	19,4																																																						
Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000																																																
TL [dB]	31,6	41,6	51,6	61,6	71,6	81,6	91,6	101,6																																																
TL [dB]	18,4	28,4	38,4	48,4	58,4	68,4	78,4	88,4																																																

TABLA 38. TL DEL CONCRETO Y EL YESO

Método aproximado:

h_1	0,2	m
h_2	0,08	m
ρ_{w1}	2400	kg/m ³
ρ_{w2}	1700	kg/m ³
$Ms1$	480	kg/m ²
$Ms2$	192	kg/m ²

Concreto # 1		
Fq [Hz]	TL ₁ [dB]	Explicación
31,5	36,3	TL Calculado
$f_1 = 38,459$	38,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)
63	38,0	Meseta
125	38,0	Meseta
$f_2 = 173,07$	38,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)
250	67,3	Se resto 6dB
500	73,3	Se resto 6dB
1000	79,3	Se resto 6dB
2000	85,3	Se resto 6dB
4000	91,3	Se resto 6dB
8000	97,3	Se resto 6dB
16000	103,3	TL Calculado

Yeso # 2		
Fq [Hz]	TL ₂ [dB]	Explicación
31,5	28,3	TL Calculado
$f_1 = 38,02$	30,0	Fq. Calculada - Meseta (IN)
63	30,0	Meseta
125	30,0	Meseta
250	30,0	Meseta
$f_2 = 304,2$	30,0	Fq. Calculada - Meseta (OUT)
500	57,2	Se resto 6dB
1000	63,2	Se resto 6dB
2000	69,2	Se resto 6dB
4000	75,2	Se resto 6dB
8000	81,2	Se resto 6dB
16000	87,2	TL Calculado

Tabla 4.1 del libro de Barron			
Material	TLp [dB]	$\Delta f_p = f_2 - f_1$	octavas f_2 / f_1
Aluminio	29,0	3,5	11,0
Ladrillo	37,0	2,2	4,5
Concreto	38,0	2,2	4,5
Vidrio	27,0	3,3	10,0
Plomo	56,0	2,0	4,0
Masonry Block			
Cinder (brasa, carbonilla)	30,0	2,7	6,5
Denso	32,0	3,0	8,0
Madera contrachapada	19,0	2,7	6,5
yeso	30,0	3,0	8,0
Acero	40,0	3,5	11,0

TABLA 39. TL APROXIMADO DEL CONCRETO Y EL YESO

TL del techo:

Características del sistema	
M_{s1} [Kg/m ²] = 480	→ (Masa específica de superficie para el panel de concreto)
M_{s2} [Kg/m ²] = 192	→ (Masa específica de superficie para el panel de yeso)
ρ [Kg/m ³] = 1,184	→ (Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s] = 346,1	→ (Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls] = 409,8	→ (Impedancia acústica característica)
d [m] = 0,42	→ (Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1}+M_{s2})} = 0,2$	→ Rancho de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
f_0 [Hz] = 7,9	
$\frac{c}{2\pi d} = 131,2$	
$\alpha = 0,05$	→ (Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL1 [dB]	→ (TL del panel de concreto actuando solo)
TL2 [dB]	→ (TL del panel de yeso actuando solo)

Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	64,3	59,7	55,6	59,9	79,9	99,9	119,9	139,9	159,9	179,9

TABLA 40. TL DEL TECHO

Método aproximado:

Características del sistema	
M_{s1} [Kg/m ²] = 480	→ (Masa específica de superficie para el panel de concreto)
M_{s2} [Kg/m ²] = 192	→ (Masa específica de superficie para el panel de yeso)
ρ [Kg/m ³] = 1,184	→ (Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s] = 346,1	→ (Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls] = 409,8	→ (Impedancia acústica característica)
d [m] = 0,42	→ (Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1}+M_{s2})} = 0,2$	→ Rancho de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
f_0 [Hz] = 7,9	
$\frac{c}{2\pi d} = 131,2$	
$\alpha = 0,05$	→ (Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL1 [dB]	→ (TL del panel de concreto actuando solo)
TL2 [dB]	→ (TL del panel de yeso actuando solo)

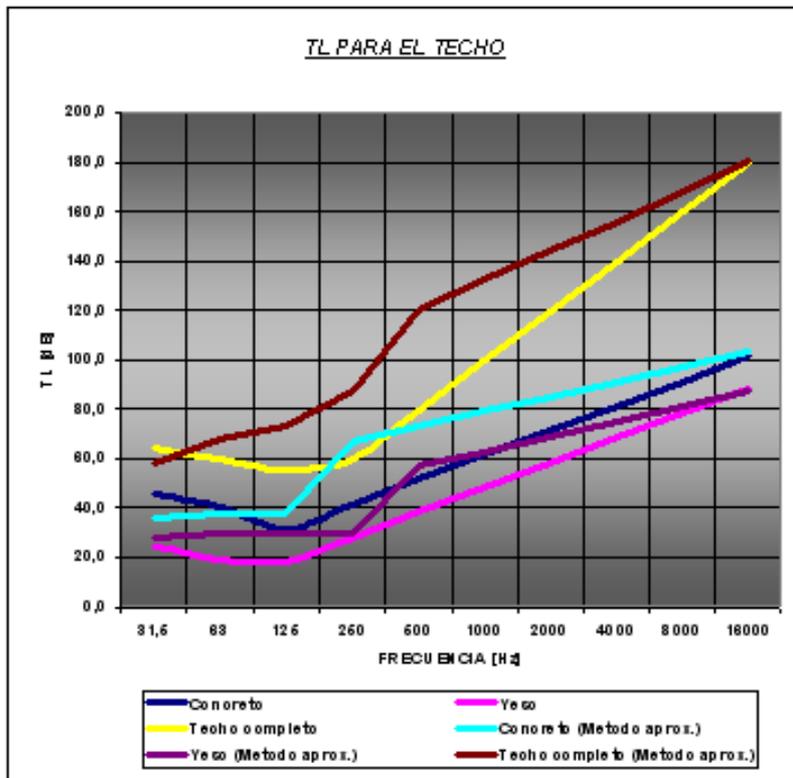
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	58,3	67,7	73,6	87,2	120,4	132,4	144,4	156,4	168,4	180,4

TABLA 41. TL APROXIMADO DEL TECHO

Ahora gráficamente:

FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]										
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Concreto										
Region	I	I	III	III	III	III	III	III	III	III
TL [dB]	46,1	40,6	31,6	41,6	51,6	61,6	71,6	81,6	91,6	101,6
Yeso										
Region	I	I	III	III	III	III	III	III	III	III
TL [dB]	24,6	19,4	18,4	28,4	38,4	48,4	58,4	68,4	78,4	88,4
Techo completo										
Regimen	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C
TL [dB]	64,3	59,7	55,6	59,9	79,9	99,9	119,9	139,9	159,9	179,9
Concreto (Metodo aprox.)										
TL [dB]	36,3	38,0	38,0	67,3	73,3	79,3	85,3	91,3	97,3	103,3
Yeso (Metodo aprox.)										
TL [dB]	28,3	30,0	30,0	30,0	57,2	63,2	69,2	75,2	81,2	87,2
Techo completo (Metodo aprox.)										
TL [dB]	58,3	67,7	73,6	87,2	120,4	132,4	144,4	156,4	168,4	180,4

TABLA 42. TL DE CADA MATERIAL PARA EL TECHO



GRAFICA 20. TL PARA EL TECHO

El TL del piso: El TL para el piso se calculó mediante el método de calculo del TL para materiales compuestos, en el caso particular de la propuesta de este diseño, e l material esta compuesto por la fibra de vidrio AB1 (fiberglass) y el piso de concreto original del recinto. Los datos de los cálculos se muestran a continuación:

Material # 1	Fibra de Vidrio (FiberGlass AB1)	ρ_w [Kg/m ³]	E [GPa]	σ	η	h [m]
Material # 2	Concreto	1500	72000000000	0,33	0,45	0,031
		2400	207000000000	0,13	0,020	0,20

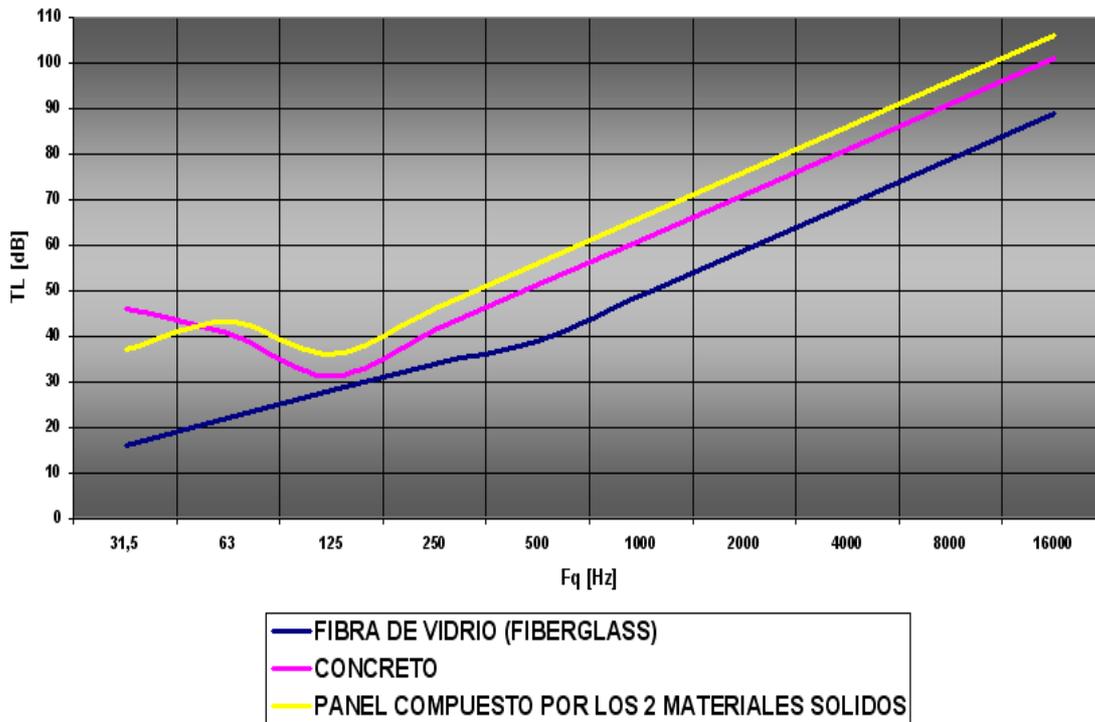
Vel. Longitudinal del sonido en la fibra de vidrio	CL =	7339	m/s
Vel. Longitudinal del sonido en el Concreto	CL =	2960	m/s
Densidad del aire alrededor de un panel	$\rho =$	1,184	[Kg/m ³]
Velocidad del sonido en el aire	c =	346,1	m/s
Impedancia acustica característica	z =	409,8	Rayls
Masa especifica de la placa de fibra de vidrio	Ms ₁ =	46,5	Kg/m ³
Masa especifica de la placa de Concreto	Ms ₂ =	480,0	Kg/m ³
Masa especifica del panel compuesto	Ms _T =	526,50	Kg/m ³
Ubicacion del eje central para el panel compuesto	X =	0,000339	m
Ecuaciones para calcular la rigidez de Flexion (B)	b ₁ =	3,870	
	b ₂ =	4,020	
Rigidez de flexion del material	B =	5721 1047,3	Nm
Fq. Critica de la placa de fibra de vidrio	f _c =	290	Hz
Fq. Critica de la placa de Concreto	f _c =	112	Hz
Fq. Critica del panel compuesto	f _c =	58	Hz
Coefficiente de amortiguamiento para un panel compuesto	$\eta =$	0,021417129	
Frecuencia de resonancia de la fibra de vidrio	f _{r1} =	24,7	Hz
Frecuencia de resonancia del Concreto	f _{r1} =	64,3	Hz
Enteros de multiples de la frecuencia de resonancia	m y n =	1	
Dimensiones (a) altura y (b) ancho del panel de fibra de vidrio	a =	3,9	m
	b =	2,4	m
Dimensiones (a) altura y (b) ancho del panel de Concreto	a =	3,9	m
	b =	2,4	m

TABLA 43. ESPECIFICACIONES DE CADA MATERIAL PARA EL SISTEMA DEL TECHO

	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
FIBRA DE VIDRIO (FIBERGLASS)										
REGION	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III
1/atn	127,1	505,4	1986,7	7943,8						
TLn [dB]	21,0	27,0	33,0	39,0						
TLn(f _c) [dB]					40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3
TL [dB]	16,0	22,0	28,0	34,0	39,0	49,0	59,0	69,0	79,0	89,0
CONCRETO										
REGION	I	I	III	III	III	III	III	III	III	III
Cs	8,4E-09	8,4E-09								
Ks	1,4E-03	2,7E-03								
a	2,4E-05	8,7E-05								
TLn(f _c) [dB]			52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3
TL [dB]	46,1	40,6	31,2	41,2	51,2	61,2	71,2	81,2	91,2	101,2
PANEL COMPUESTO POR LOS 2 MATERIALES SOLIDOS										
REGION	II	II	III	III	III	III	III	III	III	III
1/atn	16167,3	64666,3								
TLn [dB]	42,1	48,1								
TLn(f _c) [dB]			47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4
TL [dB]	37,1	43,1	36,1	46,1	56,1	66,1	76,1	86,1	96,1	106,1

TABLA 44. TL DE CADA MATERIAL Y EL COMPUESTO PARA EL SISTEMA DEL TECHO

TL PARA UN PANEL COMPUESTO POR 2 MATERIALES



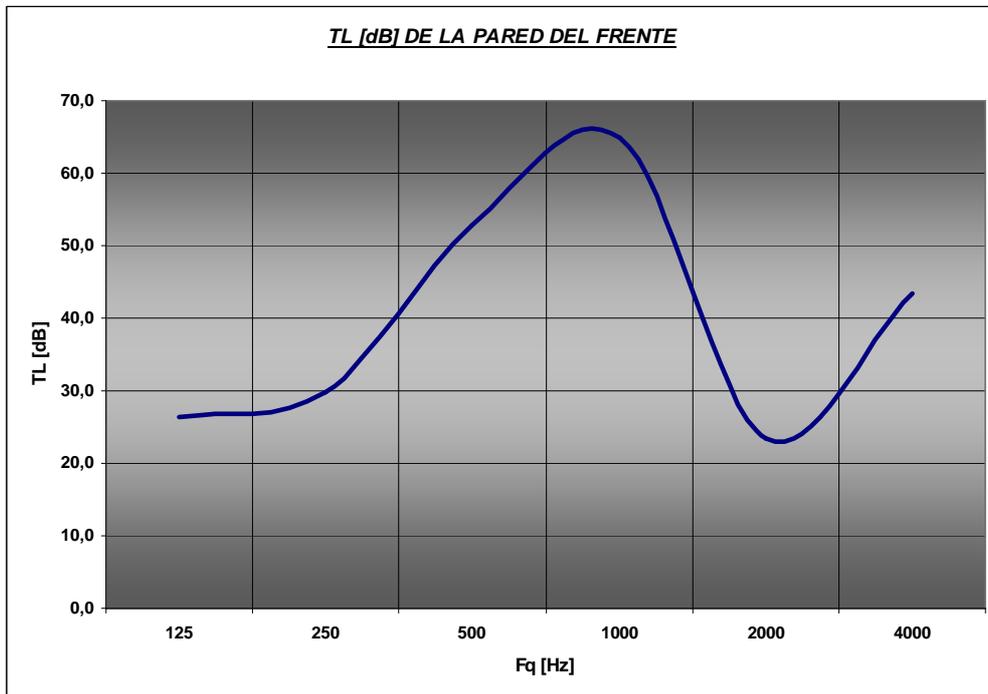
GRAFICA 21. TL PARA UN PANEL COMPUESTO POR DOS MATERIALES

Luego de haber calculado todos los TL independiente para cada material, se procedió a calcular mediante el método de elementos en paralelo y con aberturas, el TL para cada una de las seis paredes que rodean el recinto arrojando los siguientes datos:

TL para la pared del frente:

Area de la Superficie		Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
S1 [m ²]	2,63	VIDRIO TL [dB]	39,9	58,0	57,0	69,0	27,7	47,7
S2 [m ²]	5,51	PARED(Ladrillo) TL [dB]	25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3
S3 [m ²]	2,12	PARED(Superboard) TL [dB]	42,4	60,4	79,2	89,4	105,4	121,4
		at1 =	0,000101977	0,000001598	0,000002005	0,000000125	0,001702171	0,000017020
		at2 =	0,002974738	0,000185960	0,000000001	0,000000000	0,000000000	0,000000000
		at3 =	0,000057653	0,000000904	0,000000012	0,000000001	0,000000000	0,000000000
		atT =	0,002281812	0,001029028	0,000005285	0,000000330	0,004476711	0,000044763
			26,1	28,7	52,8	64,8	23,5	43,5
TL [dB] DE LA PARED DEL FRENTE			26,4	29,9	52,8	64,8	23,5	43,5

TABLA 45. TL PARED DEL FRENTE

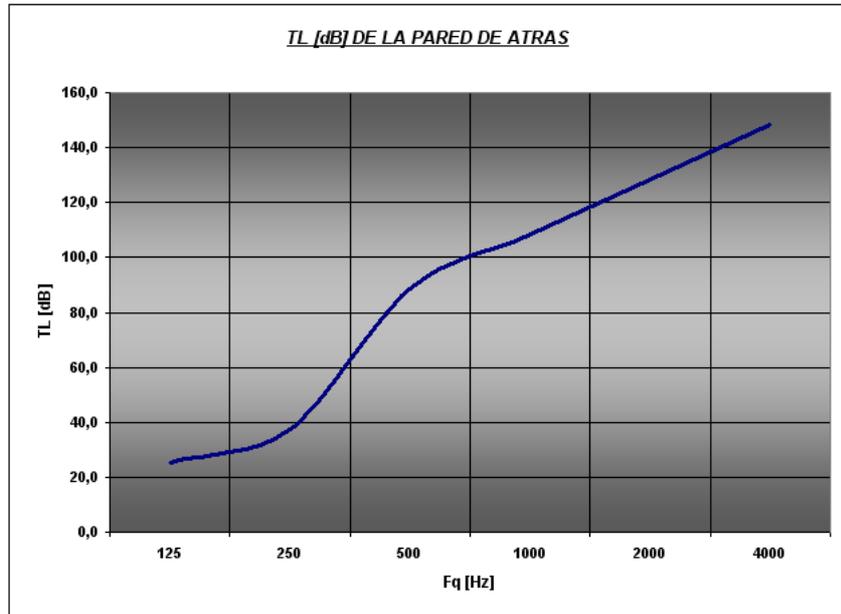


GRAFICA 22. TL PARA LA PARED DEL FRENTE

TL de la pared de atrás:

Area de la Superficie		Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
S1 [m ²]	10,13	PARED (Ladrillo) TL [dB]	25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3
at1 =			0,002974738	0,000185960	0,000000001	0,000000000	0,000000000	0,000000000
atT =			0,002974738	0,000185960	0,000000001	0,000000000	0,000000000	0,000000000
TL [dB] DE LA PARED DE ATRAS			25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3

si $TL = 10 * \log\left(\frac{1}{a_t}\right) \Rightarrow$
 $a_t = \frac{1}{10^{\frac{TL}{10}}}$



GRAFICA 23. TL PARA LA PARED DE ATRÁS

TL de la pared de entrada:

Area de la Superficie		Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
S1 [m ²]	1,86	MADERA TL [dB]	72,2	35,0	61,0	67,9	87,9	107,9
S2 [m ²]	4,15	PARED (Ladrillo) TL [dB]	25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3
S3 [m ²]	0,3	DINTEL (Concreto) TL [dB]	46,3	38,4	48,4	58,4	68,4	78,4
		at1 =	0,000000060	0,000315664	0,000000789	0,000000162	0,000000002	0,000000000
		at2 =	0,002974738	0,000185960	0,000000001	0,000000000	0,000000000	0,000000000
		at3 =	0,000023352	0,000145546	0,000014554	0,000001455	0,000000146	0,000000015
		atT =	0,002054215	0,001365789	0,000002166	0,000000371	0,000000010	0,000000001
TL [dB] DE LA PARED DE ENTRADA			26,9	28,6	56,6	64,3	80,0	91,4

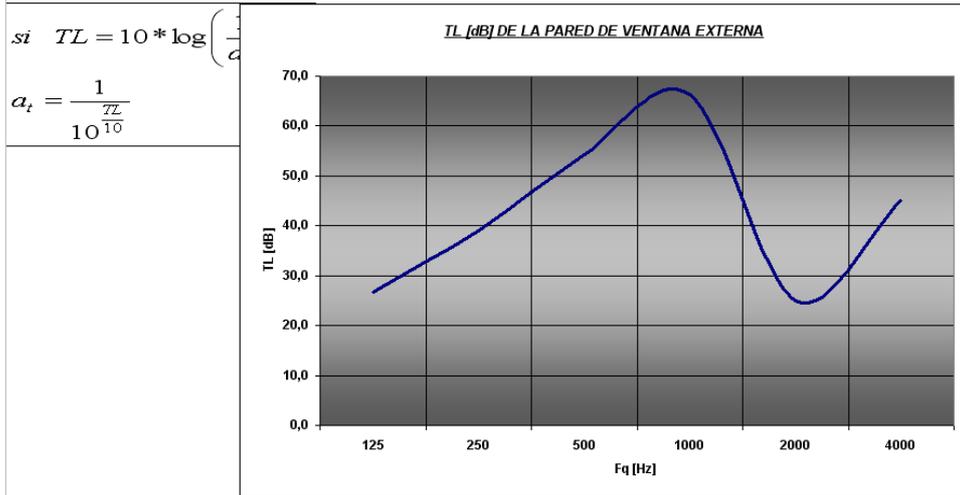
si $TL = 10 * \log\left(\frac{1}{a_t}\right) \Rightarrow$
 $a_t = \frac{1}{10^{\frac{TL}{10}}}$



GRAFICA 24. TL PARA LA PARED DE ENTRADA

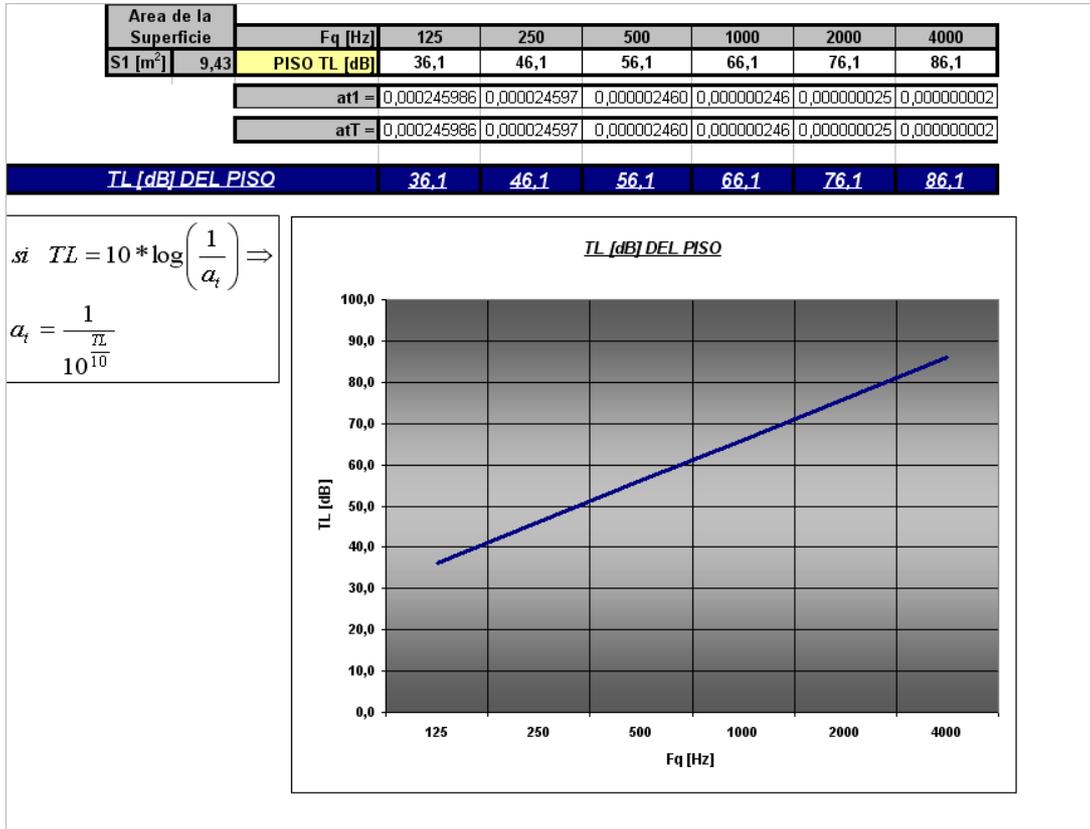
TL de la pared de la ventana externa:

Area de la Superficie		Fq [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
S1 [m ²]	1,85	VIDRIO TL [dB]	39,9	58,0	57,0	69,0	27,7	47,7
S2 [m ²]	3,66	PARED (Ladrillo) TL [dB]	25,3	37,3	88,3	108,3	128,3	148,3
		at1 =	0,000101977	0,000001598	0,000002005	0,000000125	0,001702171	0,000017020
		at2 =	0,002974738	0,000185960	0,000000001	0,000000000	0,000000000	0,000000000
		atT =	0,002164618	0,000126479	0,000003711	0,000000232	0,003149017	0,000031487
TL [dB] DE LA PARED DE VENTANA EXTERNA			26,6	39,0	54,3	66,3	25,0	45,0



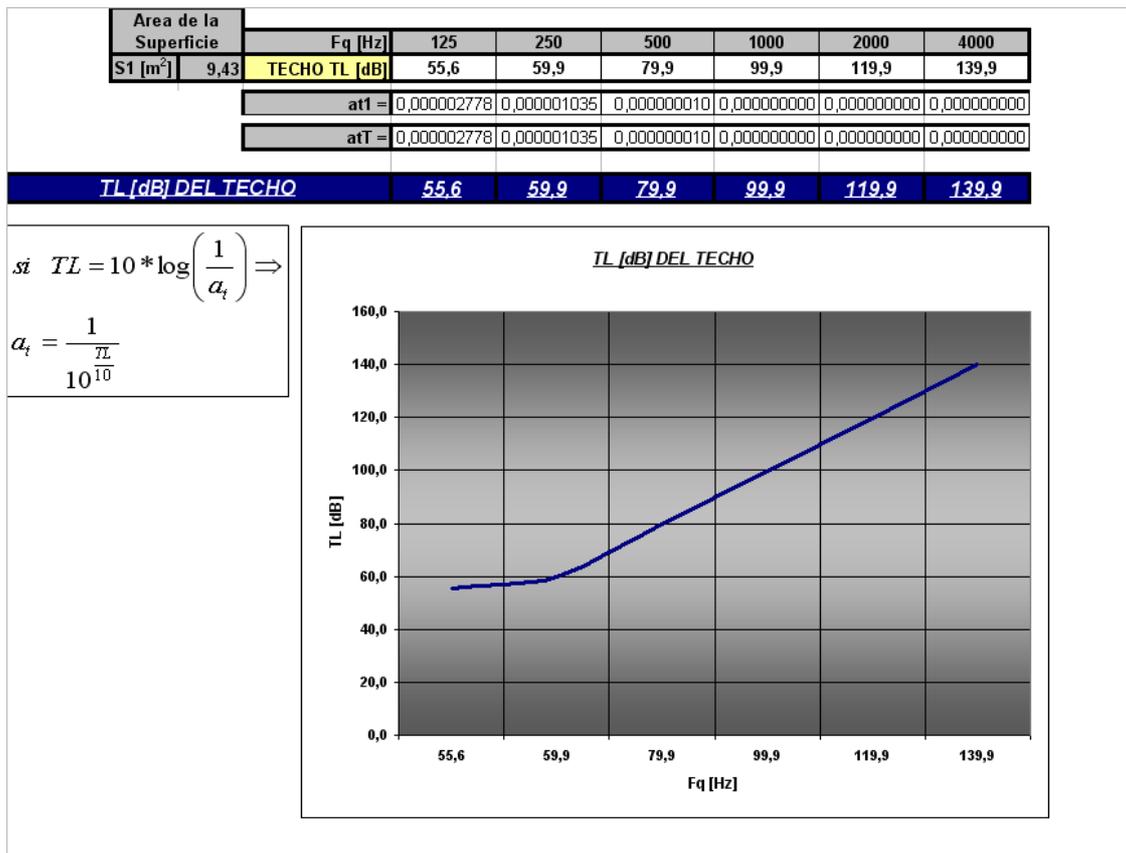
GRAFICA 25. TL PARA LA PARED DE LA VENTANA EXTERNA

TL del piso:



GRAFICA 26. TL DEL PISO

TL del techo:



GRAFICA 27. TL DEL TECHO

En las siguientes tablas se hace referencia al calculo del TL de la sección superior del doble vidriado que separa al control room del locutorio

FIBROCEMENTO (SUPERBOARD)										
REGION	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
1/atn	15,9	60,4	235,0	936,8	3744,3	14974,2	59893,6	239571,5	958283,0	3833128,8
TLn [dB]	12,0	17,8	23,7	29,7	35,7	41,8	47,8	53,8	59,8	65,8
TL1 [dB]	7,0	12,8	18,7	24,7	30,7	36,8	42,8	48,8	54,8	60,8

TABLA 39 FIBROCEMENTO SUPERBOARD

PANEL COMPUESTO POR LOS 2 MATERIALES SOLIDOS										
REGION	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III
Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
TL2 [dB]	18,6	24,6	30,5	36,6	43,3	53,3	63,3	73,3	83,3	93,3

TABLA 46. FIBROCEMENTO SUPERBOARD

Características del sistema	
M_{s1} [Kg/m ²] = 16	→ (Masa específica de superficie para el Superboard)
M_{s2} [Kg/m ²] = 62,5	→ (Masa específica de superficie para el panel compuesto)
ρ [Kg/m ³] = 1,184	→ (Densidad del aire alrededor de un panel)
c [m/s] = 346,1	→ (Velocidad del sonido en el aire)
$\rho c = Z_0$ [Rayls] = 409,8	→ (Impedancia acústica característica)
d [m] = 0,1	→ (Distancia o espacio entre los paneles - cámara de aire)
$\frac{\rho c}{\pi(M_{s1}+M_{s2})} = 1,7$	→ Rango de frecuencias para determinar el Regimen dentro del cual se debe calcular el TL
f_0 [Hz] = 53,1	
$\frac{c}{2\pi d} = 550,8$	
$\alpha = 0,55$	→ (Coeficiente de absorción de la superficie de los paneles)
TL1 [dB]	→ (TL del panel de Superboard actuando solo)
TL2 [dB]	→ (TL del panel compuesto actuando solo)

Fq [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Regimen	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C
TL [dB]	20,6	24,6	42,4	60,4	79,2	89,4	105,4	121,4	137,5	153,5

TABLA 47. TL SISTEMA COMPLETO

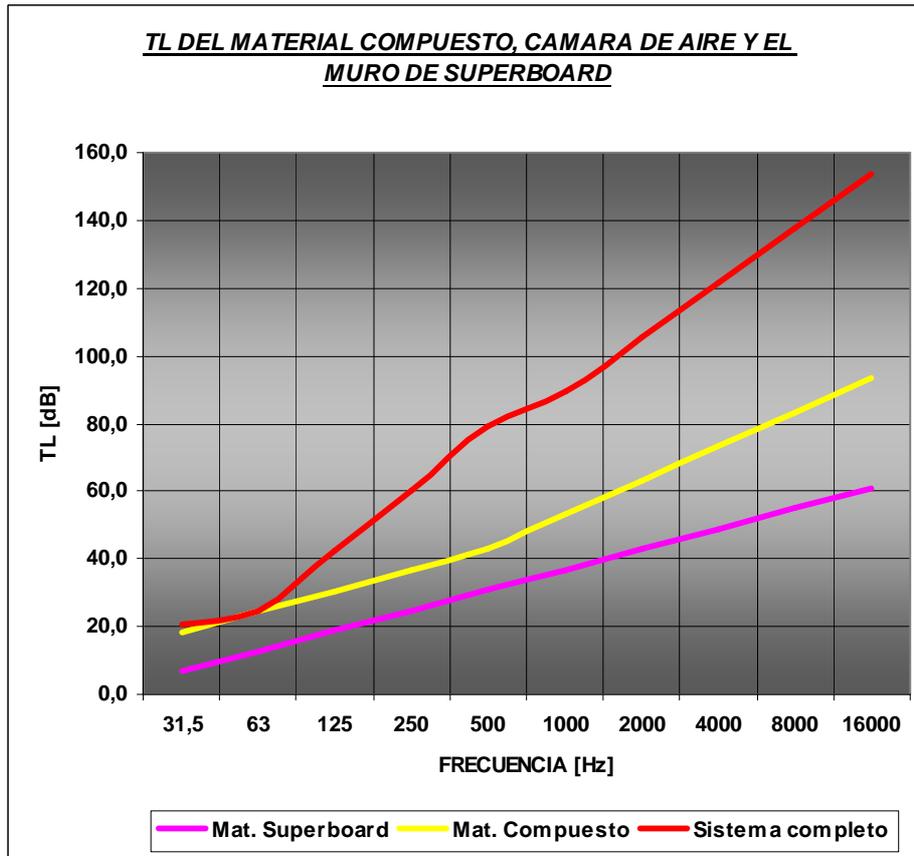
FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA [Hz]										
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	

Mat. Superboard										
Region	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
TL [dB]	7,0	12,8	18,7	24,7	30,7	36,8	42,8	48,8	54,8	60,8

Mat. Compuesto										
Region	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III
TL [dB]	18,6	24,6	30,5	36,6	43,3	53,3	63,3	73,3	83,3	93,3

Sistema completo										
Regimen	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C
TL [dB]	20,6	24,6	42,4	60,4	79,2	89,4	105,4	121,4	137,5	153,5

TABLA 48. FRECUENCIAS CENTRALES POR BANDA DE OCTAVA



GRAFICA 28. TL DEL MATERIAL COMPUESTO

4.1.6.5. CALCULO DEL RT SABINE

VOLUMEN DEL RECINTO = 236 m³

LARGO = 24 m

ANCHO = 39 m

ALTO = 25 m

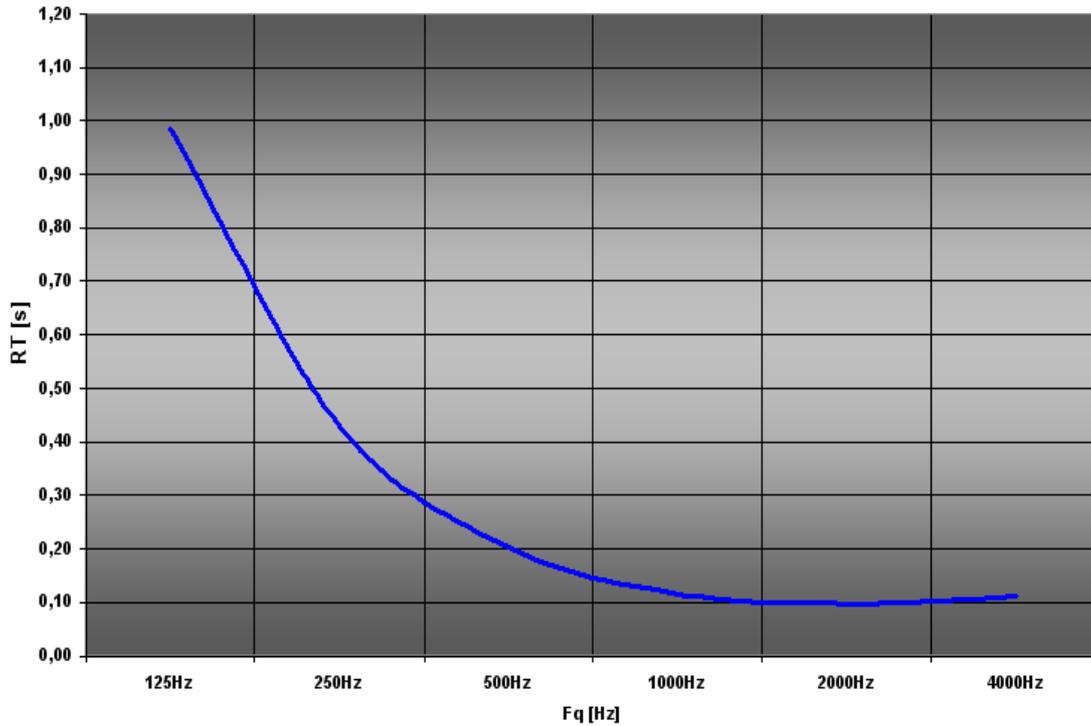
NUMERADOR PARA SABINE = 3,80

Material de tabla de coeficientes de absorción	Superficie [m ²]	α de						DENOMINADOR PARA SABINE					
		125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	S ² α 125Hz	S ² α 250Hz	S ² α 500Hz	S ² α 1000Hz	S ² α 2000Hz	S ² α 4000Hz
Vidrio - Ventana Interior y Externa	4,48	0,15	0,12	0,08	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,36	0,18	0,13	0,13
Tapete - Piso	9,43	0,04	0,1	0,31	0,7	0,93	0,74	0,38	0,94	2,92	6,60	8,77	6,98
Espuma - Paredes Internas	25,17	0,07	0,23	0,48	0,80	0,95	0,89	1,76	5,79	12,08	20,14	23,91	22,40
Yeso - Techo	9,43	0,15	0,20	0,35	0,60	0,60	0,60	1,41	1,89	3,30	5,66	5,66	4,72
Madera Solida - Puerta	1,86	0,15	0,10	0,08	0,08	0,10	0,05	0,28	0,19	0,11	0,15	0,19	0,09
Absorción Total								3,85	8,82	18,78	32,72	38,66	34,32
RT Sabine [seg]								0,99	0,43	0,20	0,12	0,10	0,11

Rt mid = 0,16

TABLA 49. CALCULO DEL RT SABINE

RT Sabine de la Emisora de Radio



GRAFICA 29. CURVA DEL RT SABINE CALCULADO PARA LA EMISORA

De acuerdo al diseño propuesto en este documento, se procedió a calcular el RT Sabine de la emisora, dando como resultado un RTmid de 0,16 segundos dentro del recinto; ya que la actividad general que se va a realizar dentro del mismo es técnicamente el de la emisión de voz y su volumen es pequeño, este RTmid resulta conveniente debido a la buena inteligibilidad de la palabra. De acuerdo a Antoni Carrion y como se menciona en los marcos del documento, el RTmid recomendado para un locutorio de radio, como él lo llama, es de entre 0,2 y 0,4 segundos.

4.2. DESARROLLO ONLINE

4.2.1. PROCESO DE CONFIGURACIÓN Y EMISIÓN

En la actualidad una emisora online representa una buena alternativa ya que no se requiere de licencias ante el ministerio de comunicaciones ni existe el riesgo de interferencia entre frecuencias.

Estas ventajas son notables cuando se tienen pocos recursos económicos, pero también favorece a instituciones pequeñas y grandes de toda índole, que desean otro medio de difusión de información en general.

Para crear la emisora es necesario instalar algunos programas y configurarlos con el fin de establecer un computador como servidor, desde el cual se realizan las emisiones.

La alternativa que se usó en este caso se maneja de forma gratuita y se puede montar con los programas de *Nullsoft*. Para montar el servidor desde el cual se transmite se utilizaron los siguientes programas:

Winamp

Shoutcast DSP plugin, version 1.90 para Windows

Shoutcast DNAS

Después de instalar los programas se modificaron algunos parámetros en el archivo de texto **Editshoutcastdnas.txt** para un correcto funcionamiento del servidor. El número máximo de usuarios al cual se pudo atender fue de:

$(150\text{kbps} \times 0.9) / 40 \text{ kbps} = 3 \text{ usuarios}$

Dentro de las primeras pruebas realizadas se configuró maxuser en 3 usuarios, Password en "emisora2007", PORTBASE en 8000, SHOWLASTSONGS se estableció en 20 canciones, SrcIP en 201.244.43.120 que se averiguó mediante INICIO-EJECUTAR-CMD-IPCONFIG, DESTIP se estableció en "any", YPORT en 80.

Existen muchos mas parámetros que son de menor importancia en este caso, que se dejaron por default ya que funcionan bien de esta manera.

En el comienzo de la emisión lo primero que se hizo fue iniciar el servidor, creando un acceso directo en el escritorio.

Luego se inició el Winamp y se cargaron algunos archivos mp3 comprimidos a 40kbps para su posterior reproducción. Luego dentro del Winamp, se presiona Control + P, para acceder a las preferencias, después en la columna del lado izquierdo se selecciono “Plug-ins DSP/Effects” y del lado derecho se eligió Nullsoft SHOUTCast Source DSP v 1.90”.

Ya en la configuración final, en la pestaña Encoder se seleccionó “Encoder1, en la pestaña Encoder Type se seleccionó “mp3 encoder”.

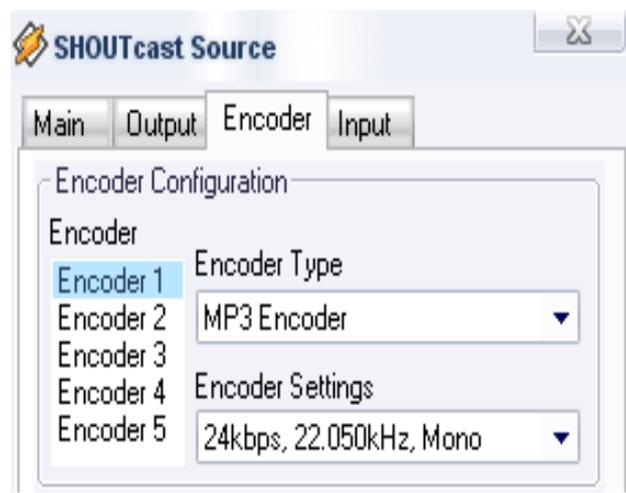


FIGURA 26. ENCODER DEL WINAMP

En la pestaña Output se seleccionó “output1” y se configuró la transmisión a 40kbps stereo (Yellowpages) y el PASSWORD, ADDRESS y PORT previamente dichos.



FIGURA 27. Output del winamp

En la pestaña input, se seleccionó la opción WINAMP la cual sirve para emitir música o programas pregrabados, para la transmisión en “vivo” se hace necesario escoger la opción SOUND CARD INPUT

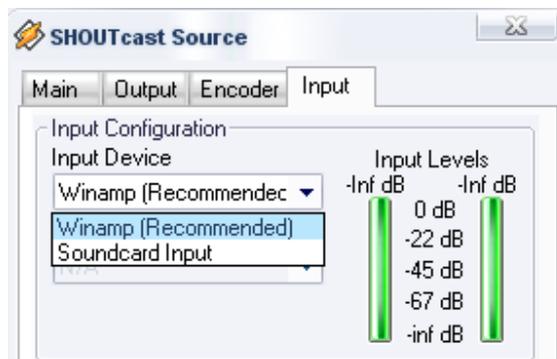


FIGURA 28. Input del winamp

Como paso final para la transmisión se pulsó el botón “connect”, iniciando de esta forma nuestra primera emisión la cual fue escuchada en 3 lugares distintos a los cuales enviamos previamente la dirección a la que debían conectarse (<http://201.244.1.120:8000>).

En pruebas posteriores se realizaron transmisiones de voz en vivo, seleccionando la entrada de línea en la pestaña Input.

Pruebas desde la Universidad de San Buenaventura:

Estas pruebas fueron las más importantes ya que se mostró el funcionamiento de la emisora con el servidor de la universidad con una IP pública y fija, con un ancho de banda mucho mayor.

Como primera medida el ancho de banda que fue asignado dentro de la Universidad fue de 1 Mbps, con el cual se obtuvo un resultado inicial de 22 oyentes con las siguientes características:

Transmisión a 40 Kbps stereo, buen funcionamiento aunque con algo de pérdida en frecuencias altas, la cual es poco perceptible para el oído común.

Maxuser (número máximo de oyentes) en 23 oyentes.

Se concluye que al utilizar 80 Kbps o más se obtiene una señal entrecortada debido a la configuración inicial de maxuser, o por otro lado, cambiando la configuración se puede obtener una excelente señal pero muy pocos oyentes ya que a mayor resolución mayor ancho de banda se necesita.

La latencia (retardo existente entre el momento de emisión de la señal y el momento de recepción) fue de 1 minuto, comprobando lo antes dicho con oyentes en varios lugares del país. (Cali, Pasto, Bogotá, Envigado, Medellín).

El antivirus que provee la universidad (mcafee), presenta un bloqueo para la reproducción de archivos en formato Mp3 por lo cual fue necesario desactivar el antivirus ya que al desbloquear solo la opción de mp3 ésta se activa automáticamente después de un determinado tiempo.

4.2.2 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB

Para el diseño de la página web de la emisora se utilizó un asistente de diseños web, como lo es “Microsoft office Publisher 2003” y se descartó la posibilidad de hacerlo por programación debido lo a extenso que esto puede resultar así como por estar fuera del objeto de estudio,

El manejo de “Publisher” es muy sencillo, similar al de “PowerPoint”, por lo cual se facilita su ejecución, inicialmente se procedió a realizar una introducción de texto mediante la opción “cuadro de texto” ubicada en el menú “Insertar” en la parte superior de la pantalla.



FIGURA 29. INTRODUCCION DE TEXTO

Luego se agregaron imágenes mediante la opción “imagen” ubicada también en el menú “Insertar” y se procedió a crear las siguientes imágenes para los links en el programa de dibujo “Paint”: Programación, Historia, Equipamiento, Opiniones.



FIGURA 30. IMÁGENES PARA LINK

Seguido a esto se procedió a insertar 4 nuevas páginas de trabajo para los respectivos links por lo cual las imágenes creadas en “Paint” fueron insertadas en la página de trabajo principal y se crearon hipervínculos a dichas páginas haciendo clic derecho en cada imagen y escogiendo la opción “hipervínculo”. Para el diseño de estas 4 nuevas páginas se siguió el mismo proceso desarrollado para la página principal teniendo en cuenta la descripción de cada link de la siguiente manera:

Programación:

Se encuentra un listado de la programación de Lunes a Domingo con su respectivo horario y franjas o temas a tratar.

Calendario - Windows Internet Explorer

C:\Documents and Settings\Oscar Fabian\Configuración local\Archivos temporales de Internet\Content.MSO\PubWebPagePr

File Edit View Favorites Tools Help

Google - Buscar en la Web PageRank 0 bloqueado(s) Opciones

Calendario

Programación

Historia

Equipamiento

Opiniones

Noviembre 2007

lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
					1 Especiales "grupos musicales internacionales" "grupos musicales"	2 Música Espacio sin cortes comerciales. Publicidad U.S.B
3 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B Música sin cortes	4 Espacio UNIVERSITARIO "Espacio musical"	5 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	6 Espacio UNIVERSITARIO Espacio musical	7 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	8 Especiales "grupos musicales internacionales" "grupos musicales"	9 Música Espacio sin cortes comerciales. Publicidad U.S.B
10 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	11 Espacio UNIVERSITARIO "Espacio musical"	12 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	13 Espacio UNIVERSITARIO "Espacio musical"	14 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	15 Especiales "grupos musicales internacionales" "grupos musicales"	16 Música Espacio sin cortes comerciales. Publicidad U.S.B
17 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	18 Espacio UNIVERSITARIO "Espacio musical"	19 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	20 Espacio UNIVERSITARIO "Espacio musical"	21 Espacio UNIVERSITARIO Publicidad U.S.B	22 Especiales "grupos musicales internacionales" "grupos musicales"	23 Música Espacio sin cortes comerciales. Publicidad U.S.B
24 Espacio Espacio	25 Espacio Espacio	26 Espacio Espacio	27 Espacio Espacio	28 Espacio Espacio	29 Especiales Espacio	30 Música Espacio

FIGURA 31. Programación

Historia:

Se cuenta el porqué y cuando surge la idea de la emisora on-line y los hechos más relevantes ocurridos hasta el momento.

Detalle fotográfico - Windows Internet Explorer

C:\Documents and Settings\Oscar Fabian\Configuración local\Archivos temporales de Internet\Content.MSO\PubWebPagePr

File Edit View Favorites Tools Help

Google - Buscar en la Web PageRank 0 bloqueado(s) Opciones

Detalle fotográfico

Organización

HOME

Creadores

Programación

Historia

Equipamiento

Opiniones

EMISORA DE LA U.S.B

HISTORIA

< Volver a la galería de fotografías

"y aquí donde todo tiene un comienzo, se hace el hombre y los frutos de su trabajo"

La idea de una emisora dentro de la universidad, nace por las necesidades de ampliar uno de los muchos campos de la carrera de ingeniería de sonido

FIGURA 32. Historia

Equipamiento:

Aquí se pueden encontrar fotografías de la emisora y sus dispositivos, especificaciones técnicas de los equipos y funcionamiento en general.

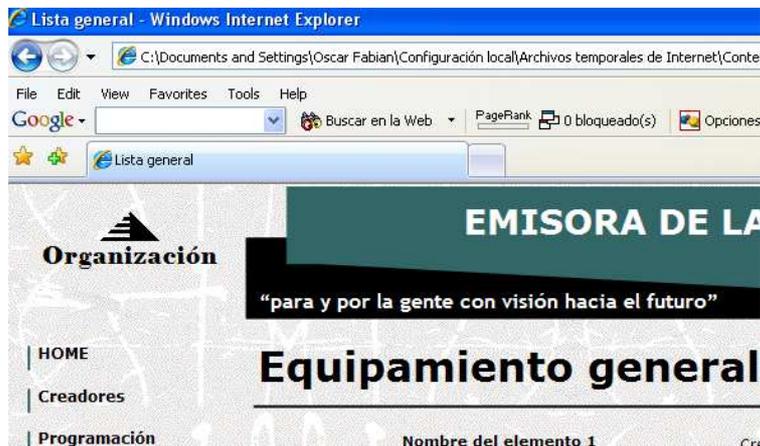


FIGURA 33. Equipamiento

Opiniones:

Este es un espacio para que los oyentes expresen sus puntos de vista e inquietudes, generando una retroalimentación la cual los lleva a ser parte activa de la de la emisora creando estándares de calidad.

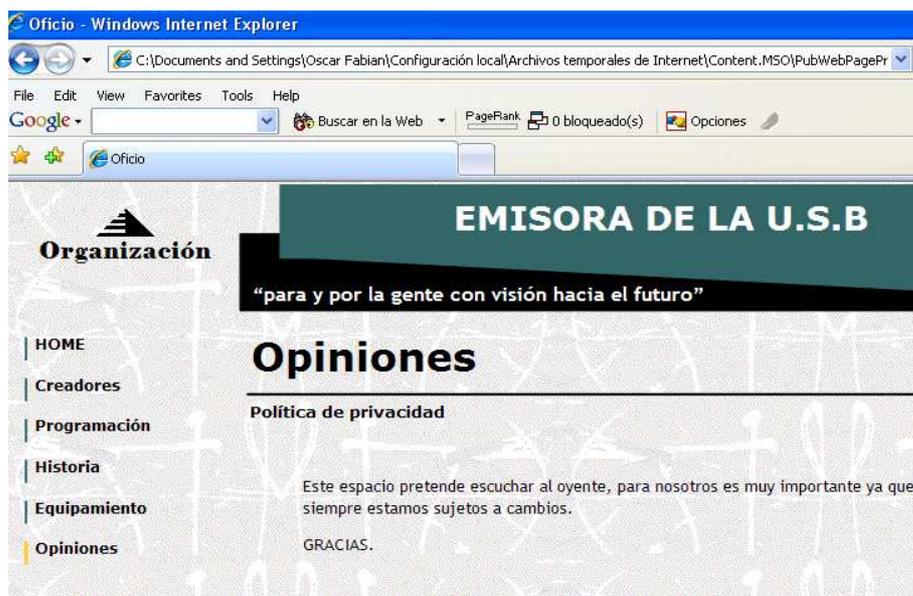


FIGURA 34. Opiniones

4.3 EQUIPAMIENTO TECNICO DE UNA EMISORA

4.3.1 INSTALACIONES ELECTRICAS

En la siguiente figura se muestran los puntos eléctricos y de comunicaciones con su respectiva ubicación y simbología:

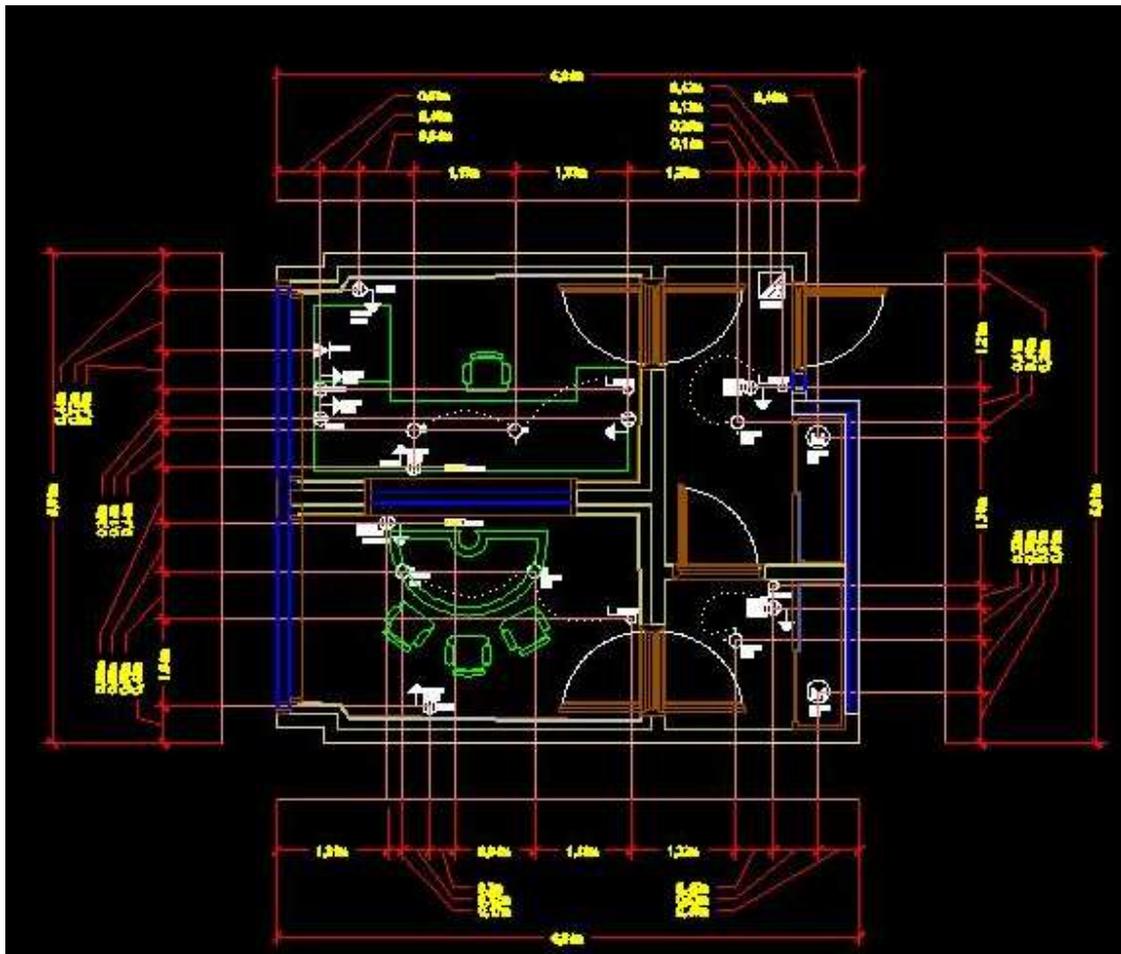


FIGURA 35. PUNTOS ELECTRICOS Y DE COMUNICACIONES

	TOMA DOBLE CON POLO A TIERRA
	LAMPARA DE TECHO
	LAMPARA HALOGENA DE TECHO
	INTERRUPTOR SENCILLO

	PATCH BAY X 5
	TELEFONO
	CAJA DE TACOS

TABLA 50. SIMBOLOGIA PUNTOS ELECTRICOS Y DE COMUNICACIONES

CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO # 1

PUNTO ELECTRICO	CANTIDAD	W UNITARIOS	W TOTALES	I UNITARIA	I TOTAL	VALOR TACO	# CIRCUITO	OBSERVACIONES
Toma doble con polo a tierra para rack	1	400	400	3,33	3,33	10	#1	W a 120V
Toma doble con polo a tierra para PC y consola	1	400	400	3,33	3,33		#1	W a 120V
Toma doble con polo a tierra para amplificador de potencia	1	150	150	1,25	1,25		#1	W a 120V
Lámpara Halógena de techo	2	75	150	0,625	1,25		#1	W a 120V
TOTALES			1100		9,16			

TABLA 51. CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO #1

CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO # 2

PUNTO ELECTRICO	CANTIDAD	W UNITARIOS	W TOTALES	I UNITARIA	I TOTAL	VALOR TACO	# CIRCUITO	OBSERVACIONES
Toma doble auxiliar con polo a tierra	4	1200	4800	10	40	45	#2	W a 120V
Lámpara Halógena de techo	2	75	150	0,625	1,25		#2	W a 120V
TOTALES			4950		41,25			

TABLA 52. CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO #2

CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO # 3

PUNTO ELECTRICO	CANTIDAD	W UNITARIOS	W TOTALES	I UNITARIA	I TOTAL	VALOR TACO	# CIRCUITO	OBSERVACIONES
Toma doble auxiliar con polo a tierra	2	1200	2400	10	20	30	#3	W a 120V
Lámpara de techo	2	100	200	0,83	1,66		#3	W a 120V
Motor	2	50	100	0,41	0,83		#3	W a 120
TOTALES			2700		22,49			

TABLA 53. CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO #3

El valor del taco para la protección de todos los circuitos es aproximadamente un 10% mayor que el valor del taco más alto con el fin de evitar que se “baje” frecuentemente y/o sin necesidad:

$$I_{max} = 45$$

$$\text{Taco} = I_{max} + 10\%(\text{de la } I_{max})$$

$$\text{Taco} = 45 * 1,1 = 49,5 \approx 50$$

A continuación se presenta el diagrama eléctrico

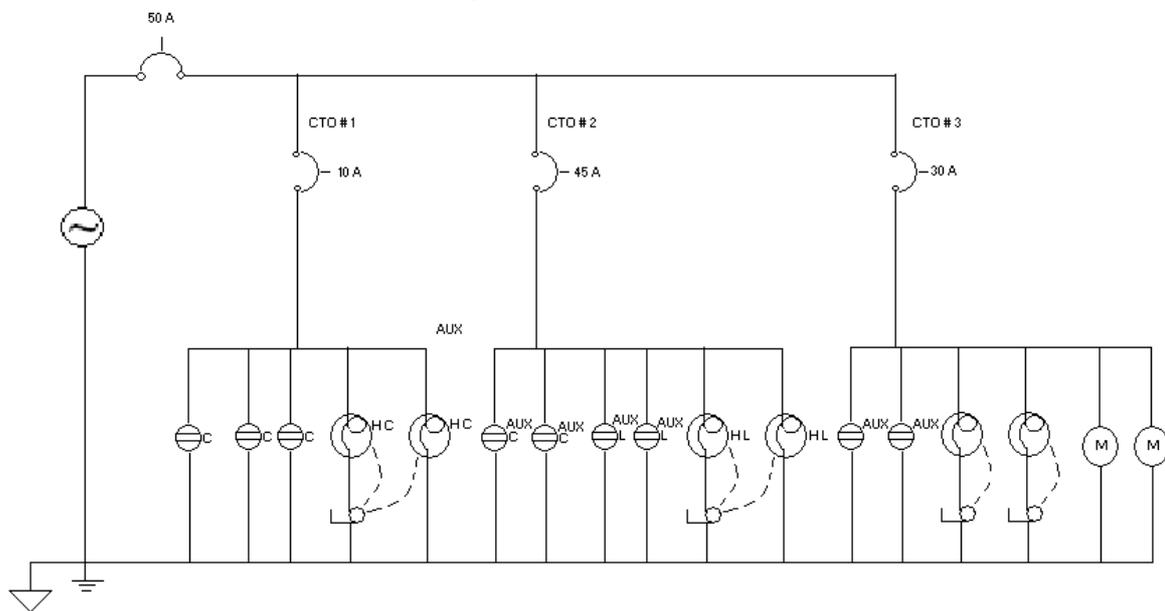


FIGURA 36. DIAGRAMA ELECTRICO

	Toma doble en el control room
	Toma doble auxiliar en el control room
	Lámpara halógena de techo en el control room
	Toma doble auxiliar en el locutorio
	Lámpara Halógena en el locutorio
	Toma doble auxiliar
	Lampara de techo
	Motor de 50 W monofásico (110 – 120 V)

	Q = 0,38 m3/s Diámetro: 250mm
--	----------------------------------

TABLA 54. SIMBOLOGIA DIAGRAMA ELECTRICO

4.3.2 RED DE COMUNICACIONES

El flujo de señal dentro de la emisora se muestra a continuación por medio de diagramas en bloques:

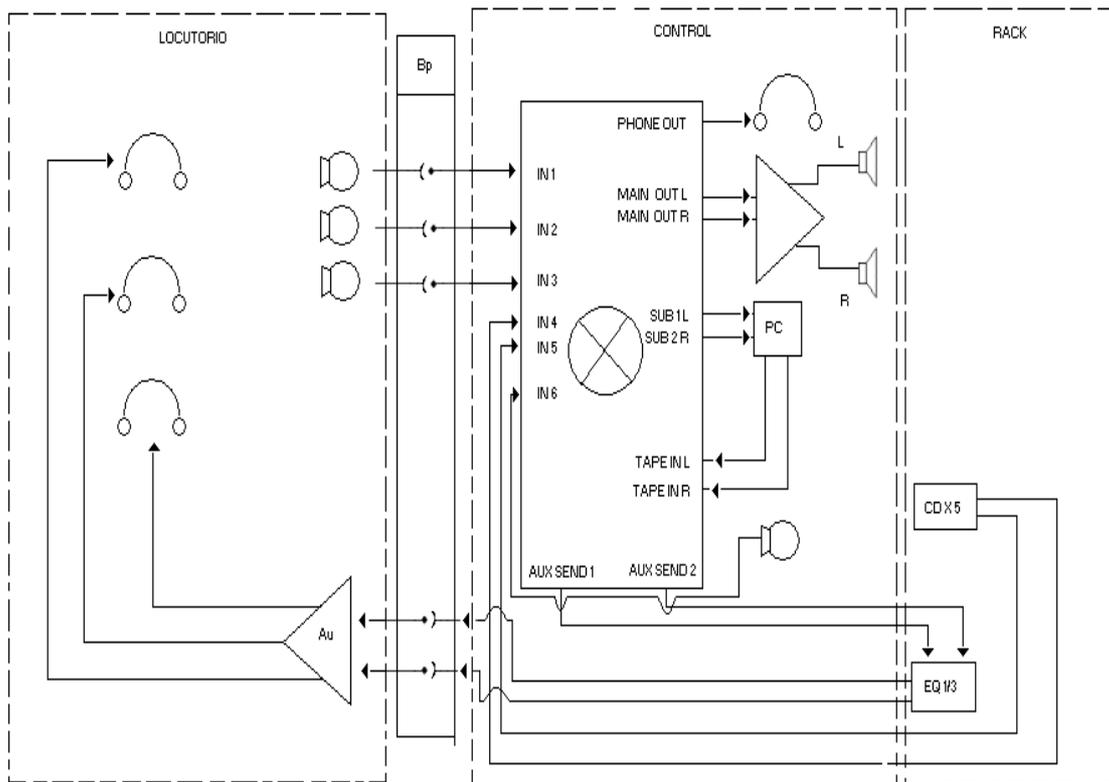


FIGURA 37. DIAGRAMA EN BLOQUES DE FLUJO DE SEÑAL

	AUDIFONOS ESTEREO
	MICROFONO
	ALTAVOZ MONITOR
	CD PLAYER
	ECUALIZADOR ESTEREO
	CONECTOR XLR
	CONECTOR TRS

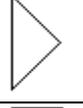
	COMPUTADOR
	AMPLIFICADOR DE AUDIFONOS
	AMPLIFICADOR ESTEREO DE POTENCIA 200WATTS
	BAHIA DE PARQUEO
	CONSOLA 50WATTS

TABLA 55. SIMBOLOGIA DE DIAGRAMA EM BLOQUES

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. DISEÑO ACÚSTICO

El diseño del recinto para la adecuación de la emisora se realizó con base en la teoría sobre aislamiento y acondicionamiento acústico. Teniendo en cuenta que no existen parámetros definidos conocidos para el diseño de una emisora de radio, se realizó la propuesta de la siguiente manera.

En cuanto a la parte arquitectónica la disposición del espacio dentro del recinto se diseñó para alojar en la entrada dos espacios. El primer espacio que da acceso al Control Room tiene unas dimensiones de 1,5m de ancho por 3,5 de largo y el segundo espacio que el cual da acceso al locutorio es de 1,5m de ancho por 1,8m de largo, ambos espacios poseen un armario cada uno con dimensiones de 1,8m de ancho por 2,4m de alto y 0,5m de profundidad para mantener organizado los elementos propios de la emisora como lo pueden ser los cables, equipos de audio, música, entre otros. Todo lo anterior intencionadamente diseñado con un estilo generalizado de basstraps (trampa para graves), que ayudará a solucionar en parte con el gran problema de las

bajas frecuencias que se puedan emitir desde el exterior haciendo que se pierdan al tratar de entrar a la emisora.

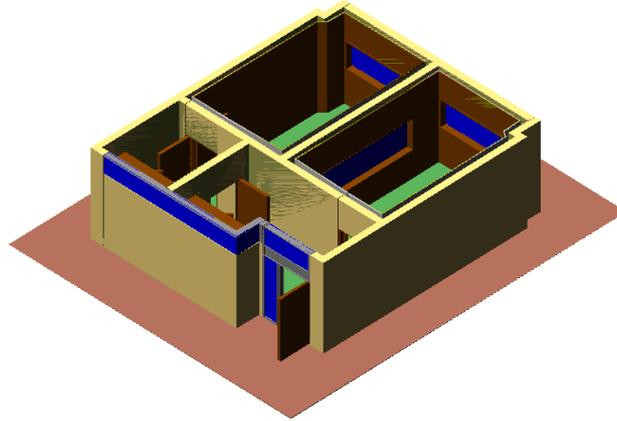


FIGURA 38. Vista isométrica del diseño propuesto “ver cortes y detalles en anexos 10”

Seguido a esto se diseñaron, tanto el locutorio como el control room, de la misma manera. Entre los dos recintos se construyó un muro en ladrillo de 16cm recubierto con un pañete de 5mm de espesor y una cámara de aire entre este y el material compuesto (que mas adelante se especifica) de 10cm, todo este sistema tiene un antepecho de 0,96m y un doble vidriado de 1cm cada uno y una cámara de aire entre los dos vidrios de 12cm. De la misma manera se diseño el vidrio que da hacia el corredor y hacia la calle con la diferencia que el espesor de cada vidrio es de 2cm y la cámara de aire que los separa es de 10cm. El vidrio que da hacia la calle se encuentra sobre un antepecho de 1,15m el cual tiene un acondicionamiento acústico con un material compuesto (que posteriormente se especifica) y una cámara de aire entre el muro y el material de 10cm.

Aunque el diseño interno del recinto fue variado totalmente, las mediciones hechas previamente del mismo permitieron evaluar el comportamiento real de la sala y así de esta forma poder diseñar un tratamiento acústico a los problemas del recinto presentes como la reverberación del mismo y el ruido incidente proveniente de los recintos contiguos y los exteriores.

El primer problema evidente de la sala es la reverberación producida por las múltiples reflexiones de las ondas dentro del recinto, esto se pudo solucionar por medio de la absorción que actúa a través de cierto tipo de materiales los cuales reducen la energía de las reflexiones generadas por la onda, convirtiéndolas en calor ó movimiento. Paralelo a la absorción y en un comienzo se trato de usar la difusión dentro de la sala la cual hace que la onda sonora se destrozce para que se refleje en varias direcciones y así de esta manera evitar focalizaciones, pero al calcular la perdida de transmisión se noto que solo con esta absorción era mas que suficiente, ya que se logro reducir la curva del NC y aun así mantener una mayor homogeneidad dentro del recinto, situación que hubiera cambiado con la difusión ya que se hubiera quedado muerta la sala y al final, aunque no existe norma alguna que lo prohíba, no era lo que se quería.

Los materiales que se usaron para el diseño fueron paneles de fibra de vidrio con un espesor de 11mm (Fiberglass), luego pegado a este unos paneles de superboard (sistema de de drywall en fibrocemento) reforzando el acondicionamiento acústico con un espesor de 10mm (Colombit), y por último y hacia el interior del recinto unos paneles de espuma troquelada de 9mm (Acustec) con esqueleto rígido logrando de esta forma que por medio de los poros de la espuma se consiga una absorción por fricción aumentándola con este esqueleto rígido, es decir, entre menos se muevan las partículas del material, mayor es el movimiento relativo del aire contra ellas y por ende mayor va a ser la absorción.

Todo lo anterior funcionará efectivamente con las frecuencias medias y altas pero las frecuencia bajas no se pueden solucionar de esta forma, entonces lo que se propone dentro del diseño es dejar una cámara de aire de 10cm entre el muro y el material acústico (que compuesto será de 3cm), creando una trampa para graves donde se perderán gran parte las frecuencias bajas, de igual forma se diseñó en los techos un cielo raso hecho con un sistema de drywall con yeso y una cámara de aire de 4,2cm entre el material y la placa de concreto original

del recinto creando otra trampa para graves, cabe aclarar que estas cámaras de aire lo conveniente es no rellenarlas con ningún tipo de fibra de vidrio ó cualquier otro material acústico, ya que se perdería la intención del diseño de la trampa para los graves.

El grosor de cada material es distinto para evitar que entren en futuras resonancias, de igual forma, para el máximo aislamiento de una frecuencia determinada a partir de la cual una cámara de aire comienza a funcionar de manera optima, la distancia entre el muro y el material (cámara de aire) debe ser de $\frac{1}{4}$ de longitud de onda de la respectiva frecuencia, donde la partícula de la onda tiene su máxima velocidad, aumentando el rozamiento al pasar por el material y por ende su absorción terminándose de disipar en la cámara de aire, en el diseño se configuró para frecuencias a partir de los 862,5 Hz logrando separar los materiales del muro 10cm y creando así esa cámara de aire. Lo anterior, si la $\lambda = \frac{v}{f}$ seria:

<i>Cámara de aire [m]</i>	<i>Longitud de onda [m]</i>	<i>Frecuencia [Hz]</i>	<i>Velocidad [m/s]</i>
0,1	0,4	862,5	345

TABLA 56. DATOS DE LA FRECUENCIA PARA EL MAXIMO AISLAMIENTO CON LA CAMARA

De igual forma se usaron tres tipos de materiales para lograr un grosor en conjunto del material con el propósito de aumentar el ancho de banda de absorción hacia las frecuencias medias.

5.2. EMISIÓN

La primera emisión de prueba se realizó con una conexión de 150kbps por lo cual solo se pudo atender a 3 usuarios al tiempo, la configuración de 'Maxuser' y el formato de transmisión (tipo de compresión) es tan importante como el ancho de banda, ya que si se desconocen estos parámetros la señal puede llegar

entrecortada a los oyentes ya que 'Maxuser' es la cantidad de usuarios a los que queremos atender al tiempo y el programa no permite que se conecten más oyentes de los calculados para una excelente emisión. Si elegimos 'Maxuser' con un número muy alto corremos el riesgo de que a los oyentes les llegue una mala señal, y si el número es muy bajo estaremos perdiendo la oportunidad de atender mas usuarios pero la señal será de buena calidad.

En el momento de la emisión es importante tener en cuenta que no importa la compresión de los archivos almacenados en el computador (excepto por espacio en el disco duro) sino la compresión de transmisión que se utilizará para enviar la señal, debido a esto podemos decir que la compresión de los archivos almacenados en el computador debe ser igual o superior a la compresión de transmisión, por otro lado, a medida que la compresión aumenta, se pierde notablemente calidad en frecuencias altas haciendo que la señal se escuche "opaca".

En la figura se observa una compresión de transmisión de 24Kbps para archivos mp3.

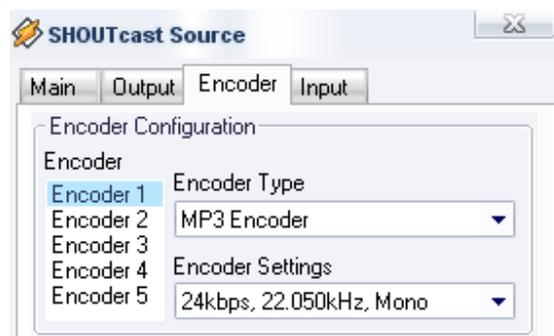


FIGURA 39. FORMATO DE COMPRESIÓN

En pruebas posteriores se realizaron transmisiones de voz en vivo, seleccionando la entrada de línea "soundcard input" en la pestaña Input como se muestra en la siguiente figura:

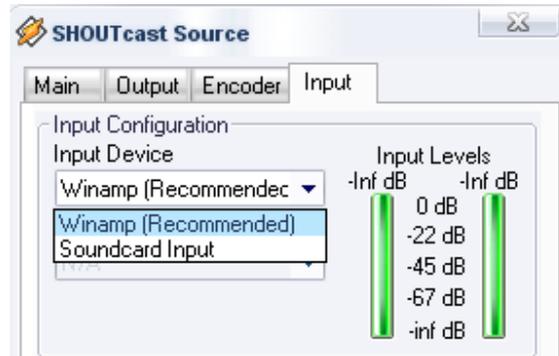


FIGURA 40. CONFIGURACION PARA TRANSMISIÓN DE VOZ

En las pruebas desde la Universidad de San Buenaventura, se mostró el funcionamiento de la emisora con el servidor de la universidad con una IP pública y fija, con un ancho de banda asignado dentro de la Universidad que fue de 1 Mbps, con el cual se obtuvo un resultado inicial de 22 oyentes con una transmisión a 40 Kbps stereo, se obtuvo una buena señal aunque con algo de pérdida en frecuencias altas, la cual es poco perceptible para el oído común.

Tener una IP fija es una gran ventaja en comparación con la IP dinámica debido a la posibilidad de ofrecer a los usuarios una única dirección y de no tener que reconfigurar el servidor cada vez que se desconecte voluntaria o involuntariamente de Internet.

Cambiando la transmisión a 80 Kbps o más se obtiene una excelente señal siempre que se de un valor adecuado a 'maxuser', de lo contrario la señal se escucha "entrecortada", esta configuración ofrece una buena señal pero muy pocos oyentes ya que a mayor resolución mayor ancho de banda se necesita.

La latencia (retardo existente entre el momento de emisión de la señal y el momento de recepción) fue de 1 minuto, lo cual no afecta significativamente el propósito de una emisora online.

El antivirus que provee la universidad (mcafee), presenta un bloqueo para la reproducción de archivos en formato Mp3 entre otros, por lo cual fue necesario desactivar el antivirus ya que al desbloquear solo la opción de mp3 ésta se activa automáticamente después de un determinado tiempo impidiendo el funcionamiento del reproductor.

6. CONCLUSIONES

La hipótesis no se cumple ya que el ancho de banda para el servidor, suministrado por parte de la universidad fue de 1Mbps, con el cual se obtuvo un total de 22 usuarios con una compresión de envío de 40 Kbps, de igual manera se obtiene un total de 11 usuarios con una compresión de envío de 80Kbps, la compresión puede ser menor a 40 Kbps en formato Mp3 pero la calidad de audio disminuye notablemente principalmente en frecuencias altas.

El recinto en el cual se realizaron las pruebas y el diseño de la emisora fue el adecuado según las mediciones hechas durante el proyecto, demostradas y sustentadas dentro del mismo.

Los procesos de producción de la emisora Online son los mismos de cualquier emisora con licencia de transmisión emitida por parte del Ministerio de Comunicaciones.

La emisora descrita en el proyecto maneja un buen criterio de diseño acústico, respaldado por la parte teórica de la propuesta.

Gran parte de los materiales acústicos mencionados dentro de la bibliografía son de difícil adquisición en nuestro país.

Los requerimientos legales para una emisora Online no son de gran exigencia económica, comparados con la incursión en gastos que debe tener una emisora que utiliza el espectro electromagnético.

El diseño del link de la emisora no es un requerimiento para su funcionamiento ya que existe una pagina a la cual se puede acceder a través de la dirección IP del servidor una vez que este entre en funcionamiento.

Para una transmisión de excelente calidad con un alto grado de audiencia es imprescindible obtener un ancho de banda amplio, para así garantizar una excelente calidad de audio.

7. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el análisis de los resultados a lo largo del procedimiento, se hacen las siguientes recomendaciones para obtener un buen desempeño en la realización de este tipo de proyectos tanto en la parte acústica como en la de sistemas:

En cuanto a la conexión del servidor y su configuración:

En el momento de aumentar la calidad de compresión se aconseja verificar desde otro PC la calidad de escucha aunque se tenga el suficiente ancho de banda, esto con el fin de asegurarse que el audio no se escucha cortado ya que esto también depende de la configuración de Maxuser en el editor.

Se recomienda, de ser posible conseguir una conexión estable a Internet con una IP fija para el funcionamiento del servidor eliminando así el problema de tener que reconfigurar el servidor cada vez que la conexión a Internet falle o se desconecte voluntariamente.

Si la IP es dinámica, se recomienda crear un acceso rápido para averiguar la nueva dirección IP y mantener el documento de edición abierto para una rápida configuración y reconexión en caso de que la conexión halla fallado.

Se recomienda quitarle al servidor todos los posibles bloqueos de música generados por el antivirus u otros programas que tengan o puedan tener este tipo de bloqueos.

En cuanto al diseño acústico:

Se recomienda que antes del cálculo con los materiales escogidos se haga una cotización y se verifique que esos materiales se pueden conseguir en el país o

en su defecto la factibilidad de importación, ya que muchos materiales propuestos en la teoría de los libros son de difícil adquisición en nuestro país.

Se recomienda, cuando existan dos elementos en pared, que estos sean de diferentes materiales, masa, espesor y elasticidad con el fin de evitar la resonancia.

Se recomienda inclinar alrededor de 5° una de las paredes, con el fin de evitar paralelismos entre grandes superficies o entre las paredes eliminando así el eco flotante o “flutter echo”.

Para particiones interiores se recomienda averiguar la capacidad portante límite de la placa de concreto la cual establece el límite de carga por metro lineal del muro lo cual puede llevar a emplear bloque aligerado ya que ofrece bajo peso sobre la placa de concreto y también colabora con el aislamiento.

Se recomienda en el momento de la elección de los materiales tener en cuenta el efecto decorativo de estos mismos, así como la reflectividad, la facilidad de mantenimiento, duración, inmunidad a bacterias y hongos, impermeabilidad y un aspecto muy importante, la resistencia al fuego.

Cuando existan formas cóncavas es posible que se presenten focalizaciones del sonido, para eliminar este efecto se recomienda utilizar formas convexas.

BIBLIOGRAFÍA

Contactos:

- Ingeniero Fernando Luís Pérez Manzano - Ministerio de Comunicaciones.
- Señor Guillermo Gaviria - Coordinador Nacional de la RRUC (Red de Radios Universitarias de Colombia) y Director Ejecutivo de la emisora de radio Javeriana Estéreo de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Señor Fernando Rivera - Asistente Administrativo de la emisora de radio Javeriana Estéreo de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Señor Nixon Arenas - Director de la emisora de radio de la Universidad de la Sabana.
- Señor Julián Saad - Director de la emisora de radio del Colegio Gimnasio Moderno.
- Señor Juan Carlos García Otalvaro – Director de recaudos de Sayco & Acinpro.
- Asomédios (Asociación Nacional de Medios de Comunicación)

Sitios Web:

- Ministerio de comunicaciones de la republica de Colombia. (Bogota DC), 2003, www.mincomunicaciones.gov.co.
- Unidad administrativa especial dirección nacional de derechos de autor, ministerio del interior y de justicia, “derechos de autor”, (Bogota DC), año 2002, www.derautor.gov.co
- Conferencia mundial sobre la educación superior, declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI, “estrategias tecnológicas de educación superior”, 9 de octubre de 1998
- www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm

Textos:

- Diseño Acústico de espacios arquitectónicos, Antoni Carrión Isbert, Editorial Alfaomega.
- Ingeniería Acústica, Manuel Recuero.
- Recording engineer's, Bobby Owsinski
- Física para ciencias e ingeniería, Serway - Beichner
- Emisora de radio independiente sin ánimo de lucro, "diseños alternativos, "tecnología transmisión de radio via Internet", (Barcelona España), www.radiobronka.info/IMG/pdf/radio-online.pdf -
- Declaración Mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y Acción, y Marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior.
- Barron Randall. Industrial Noise Control and Acoustics. Marcel Dekker 2001.
- Beranek L. Acoustics. 1993. ASA.
- Harris C. Shock and Vibration Handbook. 5th Ed McGraw Hill - 2002.
- Arte de proyectar en arquitectura. Fundamentos, normas y prescripciones sobre construcción, dimensiones de edificios, locales y utensilios, instalaciones, distribución y programas de necesidades, de Ernest Neufert. Ediciones G. Gilli, S.A., 1999
- Audio Systems design and installation de Philip Giddings.
- Redes de área local, editorial McGraw-Hill, 1997 de Alfredo Abad
- Redes para proceso distribuido: área local, arquitecturas, rendimiento, banda ancha de Computec-Rama, 1997.

GLOSARIO

ABSORCIÓN EQUIVALENTE: Absorción total de un metro cuadrado de superficie, cuyo coeficiente de absorción es numéricamente igual a la absorción producida por un objeto. El coeficiente de reducción de sonido (NRC) es el promedio de la absorción a 250, 500, 1.000 y 2.000 Hz, redondeando al más próximo en 0,05.

ACÚSTICA: Ciencia que estudia el sonido.

ADSL: Son las siglas de Asymmetric Digital Subscriber Line ("Línea de Abonado Digital Asimétrica"). ADSL es un tipo de línea DSL. Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica.

ANCHO DE BANDA (BW): Se refiere a la capacidad de una conexión para transferir kbps.

ANCHO DE BANDA CRÍTICO: Los sonidos cuyo espectro de frecuencias es amplio, como el de un reactor, parecen más fuertes que tonos puros o bandas estrechas de ruido, aunque ambas tengan el mismo nivel de presión. Las pruebas que se realizan para comprobar este hecho empiezan por someter al oyente a la audición de una banda estrecha de ruido centrada en una frecuencia determinada f_0 . Se va aumentando progresivamente el ancho de banda mientras se reduce la intensidad acústica, con el fin de mantener el mismo nivel de presión. Existe un cierto punto a partir del cual se siente mayor sonoridad, este punto define el llamado ancho de banda crítico

CAMPO LIBRE: Es un campo sonoro isotrópico, homogéneo y sin superficies límites.

COEFICIENTE DE ABSORCIÓN: De una superficie, es la relación entre la energía acústica absorbida por una superficie de un medio (o material), expuesto a un campo sonoro (o una radiación sonora) y la energía sonora incidente en dicha superficie. Los valores dados según esta relación se basan en que el área de la superficie sea infinita.

COMPRESIÓN: Consiste en la reducción del volumen de información tratable (procesar, transmitir o grabar). En principio, con la compresión se pretende transportar la misma información, pero empleando la menor cantidad de espacio. El espacio que ocupa una información codificada (datos, señal digital, etc.) sin compresión es el cociente entre la frecuencia de muestreo y la resolución. Por tanto, cuantos más bits se empleen mayor será el tamaño del archivo. No obstante, la resolución viene impuesta por el sistema digital con que se trabaja y no se puede alterar el número de bits a voluntad; por ello, se utiliza la compresión, para transmitir la misma cantidad de información que ocuparía una gran resolución en un número inferior de bits.

CURVAS ISOFÓNICAS: Variaciones en el nivel de percepción (sonoridad) en función de la frecuencia de los sonidos captados por un ser humano.

DELAY: Es un “retardo” de la señal o bien un procesador de señal que genera una repetición de la señal.

DENSIDAD: Relación que existe entre la masa específica de una sustancia cualquiera y una sustancia de referencia.

DIFRACCIÓN: Fenómeno físico de dispersión experimentado cuando una onda incide sobre un objeto cuyas dimensiones son mayores o iguales a la longitud de la onda incidente.

DIFUSIÓN: Existente cuando la densidad de energía es uniforme en la región considerada, y cuando todas las direcciones del flujo de energía y todas las partes de la región son igualmente probables.

DIRECTIVIDAD: Sensibilidad de los transductores en función del ángulo de incidencia.

EDT: Se define como seis veces el tiempo que transcurre desde que el foco emisor deja de radiar hasta que el nivel de presión sonora cae 10 DB

ENMASCARAMIENTO: Se define como el número de decibelios por el cual el umbral de audibilidad de un oyente, para un tono dado, se eleva por la presencia de algún otro sonido.

EMISIÓN: Conjunto de valores que una emisora crea y pone en circulación. Una emisión puede ser pública o privada.

FONO: Es una unidad sin dimensiones que expresa la medida del nivel de un tono. El número de fonos es igual al número de decibelios para 1.000 ciclos-
tono.

INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA: Es el porcentaje de elementos vocales correctamente reconocidos por un oyente.

Kbps : Kilobits por segundo, 8 bits son un Byte

KBps: KiloBytes por segundo, un Byte equivale a 8 bits

LONGITUD DE ONDA: De una onda periódica en un medio isótropo es la distancia perpendicular entre dos frentes de ondas en el que los desplazamientos tienen una diferencia de fase de un ciclo completo.

MATERIALES ABSORBENTES SONOROS: Son aquellos que reducen el nivel de energía de las múltiples reflexiones que persisten en el tiempo en un local.

MEMBRANA BASILAR: Membrana situada en el interior de la cóclea. La membrana basilar es la responsable de la respuesta en frecuencia del oído humano. Esto se debe a que la membrana basilar varía en masa y rigidez a lo largo de toda longitud, con lo que su frecuencia de resonancia no es la misma en todos los puntos:

MODO NORMAL DE VIBRACIÓN: Es uno de los posibles caminos en los cuales el sistema puede vibrar si es espontáneamente perturbado como resultado de una perturbación de un sistema. Puede tener una frecuencia solamente dependiente de las propiedades del sistema.

NC (Noise Criteria): Son curvas de referencia utilizadas para establecer los niveles máximos recomendados para diferentes tipos de espacios en función de su uso.

NRC (“Noise Reduction Coefficient”): Se define como la media aritmética de los coeficientes de absorción correspondientes a las bandas centradas en 250 Hz, 500 Hz, 1kHz y 2kHz:

ONDA LARGA: Se utiliza en el ámbito de las transmisiones en AM, y se denomina así porque la longitud de onda en este tipo de transmisiones es relativamente grande.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS: Las ondas electromagnéticas son una serie de ciclos formados por una cresta y un seno, siendo la cresta de polaridad positiva y el seno, de polaridad negativa, la cantidad de estos por segundo, al igual que en las ondas sonoras, determina la frecuencia a la que se transmite.

Las ondas electromagnéticas, no importa su frecuencia, se propagan por el éter, a la misma velocidad (300,000 kms. por segundo).

ONLINE: Estado en que se encuentra una computadora cuando se conecta directamente con la red a través de un dispositivo, por ejemplo, un módem.

REFLEXIÓN: Cuando una fuente sonora emite energía, las ondas producidas se propagan radialmente en todas las direcciones a partir de ella, y cuando encuentran un obstáculo, cambian su dirección, es decir, se reflejan.

RESONANCIA: La vibración inducida de un sistema sólido (un cuerpo, una membrana, o un espacio de aire) en respuesta a la presencia de vibraciones en el aire, la tendencia de un sistema mecánico o eléctrico de vibrar a una cierta frecuencia cuando este es excitado por una fuerza externa y los mantiene vibrando después de que la excitación se termina.

RESPUESTA DE FRECUENCIA: Gráfica que representa las amplitudes (representada por Niveles de Presión sonora, tensiones, presiones, etc.) para todas las frecuencias del espectro audible.

RT60: Tiempo que tarda el nivel de presión sonora en atenuarse 60dB, a partir del momento en que la fuente sonora se desconecta, en un punto dentro de un recinto.

RRUC: Red de Radios Universitarias de Colombia, creada el 19 de Septiembre de 2003 en la Universidad Industrial de Santander.

RUIDO: Sonido no deseado

RUIDO AEREO: Conducción del sonido a través del aire.

RUIDO BLANCO: Sonido complejo que representa un espectro continuo (por ejemplo el de una agitación térmica) y uniforme como función de frecuencia. El oído es más sensible a él que a un sonido puro.

RUIDO ROSA: Es en el que todas las componentes nos dan el mismo nivel subjetivo, es decir es el ruido blanco pero con una pendiente de -3 dB

SERVIDOR: Se refiere al PC desde el cual se realiza la transmisión.

SONIDO DIRECTO: Es el sonido producido por una fuente sonora el cual se propaga directamente al punto de recepción.

STREAMING: Se refiere a la emisión de radio vía Internet

TONO PURO: Sonido que caracteriza una onda, cuya presión acústica instantánea es una función sinusoidal simple del tiempo y que por tanto tiene una frecuencia única.

TRANSDUCTOR: Dispositivo que transforma un tipo de energía en otro.

TRANSMISION: En el campo de las telecomunicaciones, el medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión.

TL (transmission loss): Es la pérdida por transmisión y se define como la diferencia entre el nivel de presión sonora incidente menos el nivel de presión sonora transmitida, estando dado por:

$$TL = L_{pi} - L_{pt} \text{ (dB)}$$

WEBCAST: Un webcast es similar a un programa de simulación pero diseñado para ser transmitido por Internet.

ANEXOS

Los siguientes anexos permitirán y servirán de ayuda para ampliar el contenido de todo el documento.

ANEXO 1. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 306 DEL EDIFICIO PEDRO SIMÓN

ANEXO 2. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 302 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO

ANEXO 3. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 417 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO

ANEXO 4. RUIDO EXTERNO

ANEXO 5. RUIDO INTERNO

ANEXO 6. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

ANEXO 7. APÉNDICE C: PROPIEDADES DE LAS PLACAS SÓLIDAS

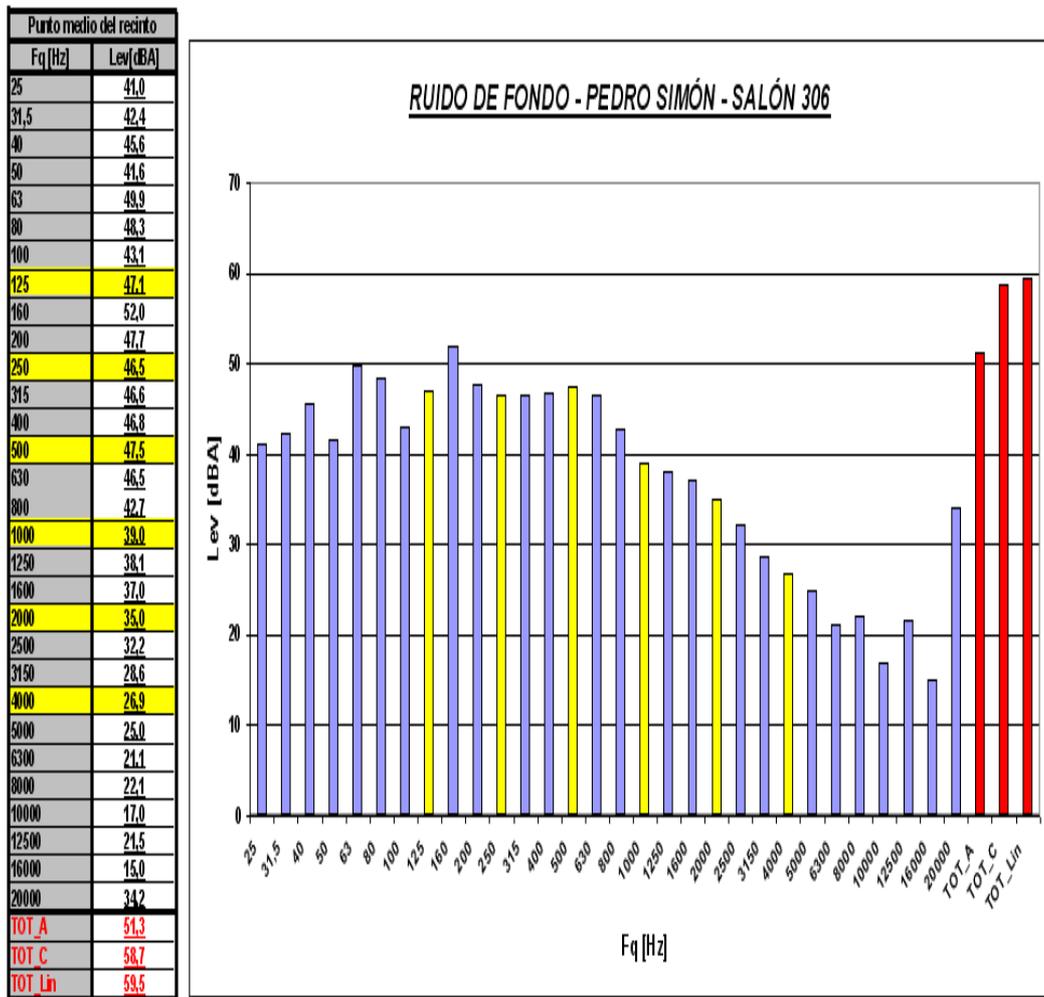
ANEXO 8. ESPECIFICACIONES DEL EQUIPAMIENTO DE MEDICIÓN

ANEXO 9. ESPECIFICACIONES DEL ACOPLE ENTRE EL MURO QUE SEPARA EL CUARTO DE CONTROL Y EL LOCUTORIO CON LA FACHADA

ANEXO 1. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 306 DEL EDIFICIO PEDRO SIMÓN



FIGURA 41. Condiciones originales del salón 306 del edificio Pedro Simón

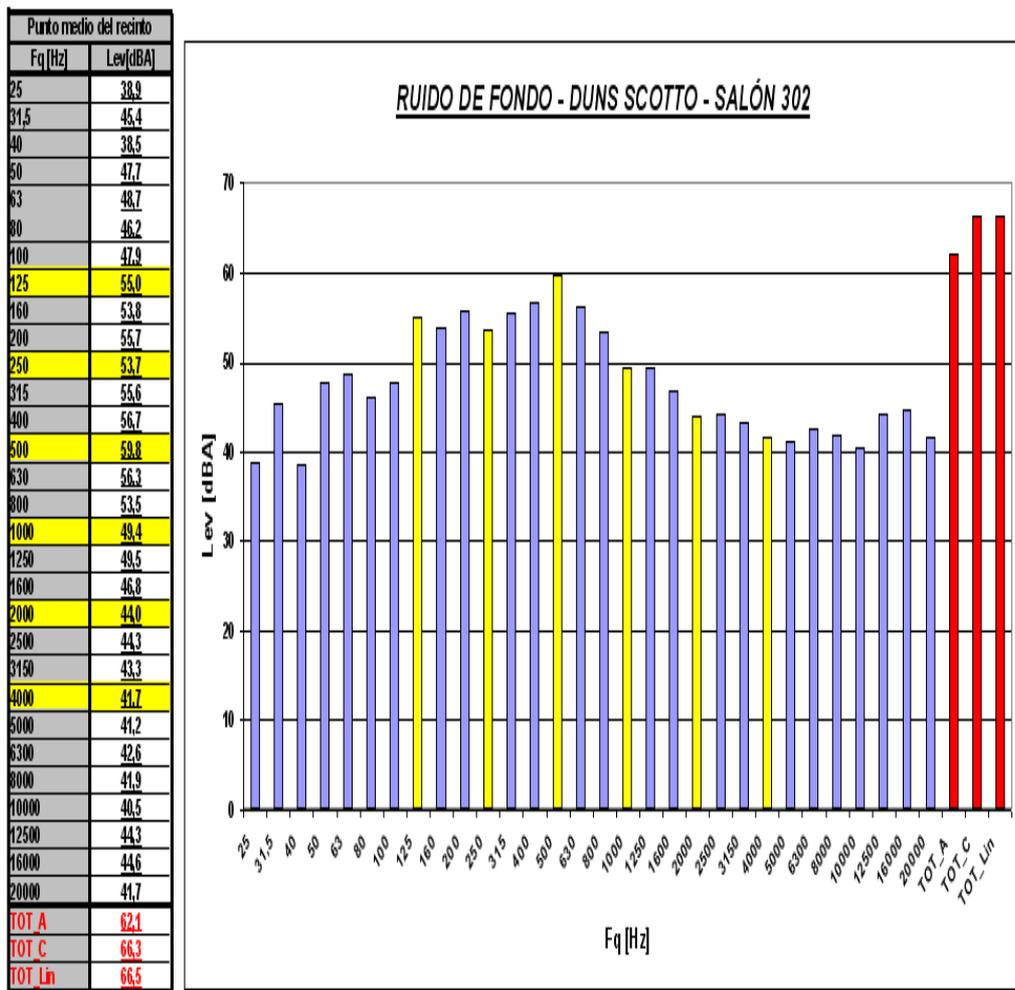


GRAFICA 30. Ruido de fondo - Salón 306 del edificio Pedro Simón

ANEXO 2. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 302 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO



FIGURA 42. Condiciones originales del salón 302 del edificio Duns Scotto



GRAFICA 31. Ruido de fondo - Salón 302 del edificio Duns Scotto

ANEXO 3. RUIDO DE FONDO DEL SALÓN 417 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO

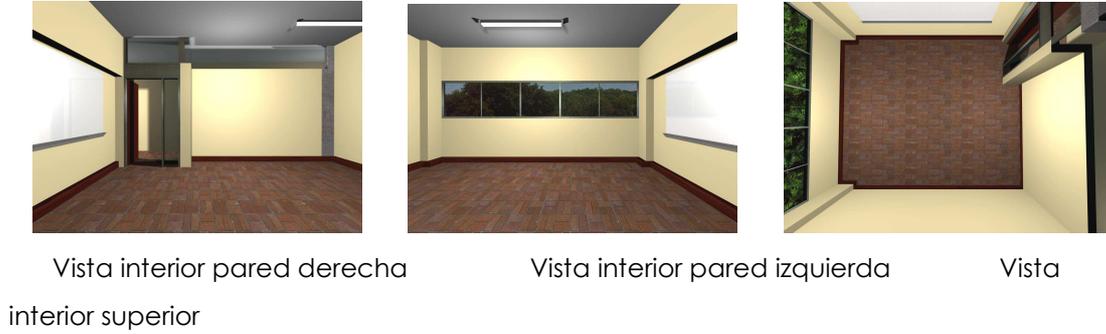
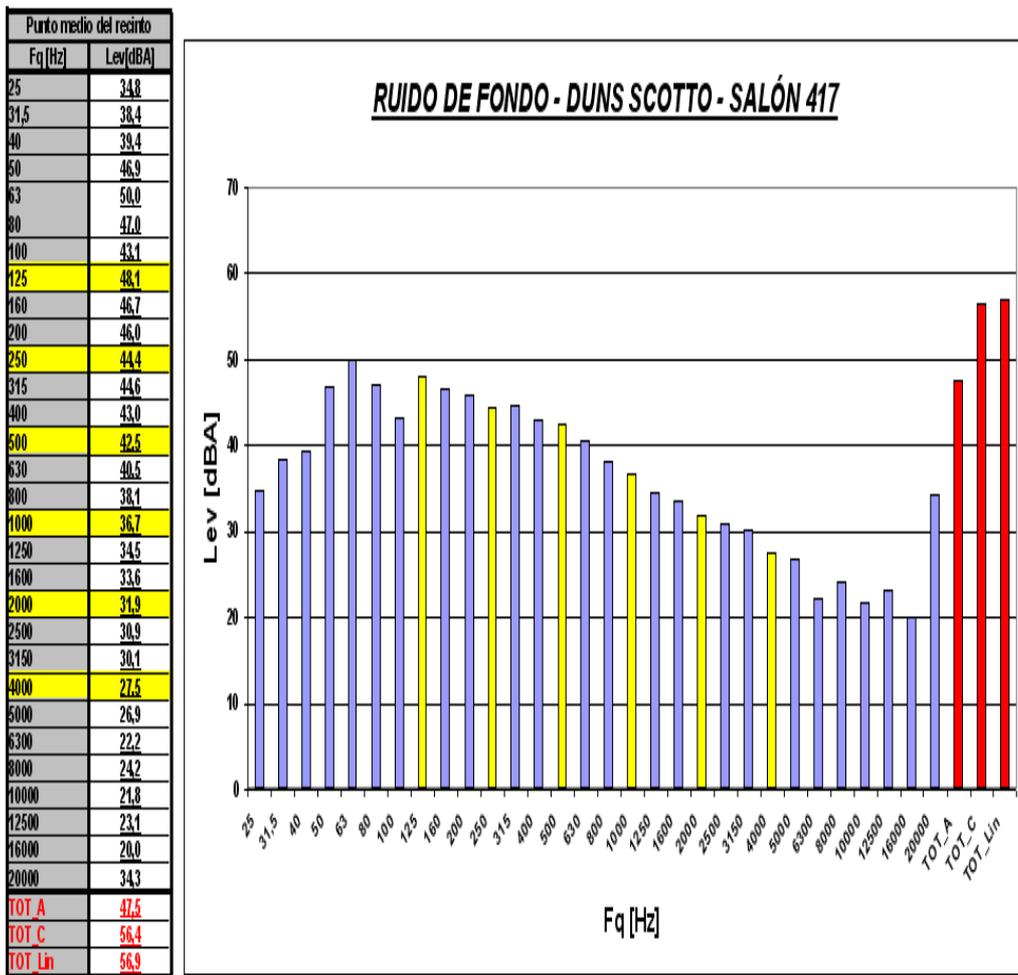


FIGURA 43. Condiciones originales del salón 417 del edificio Duns Scotto



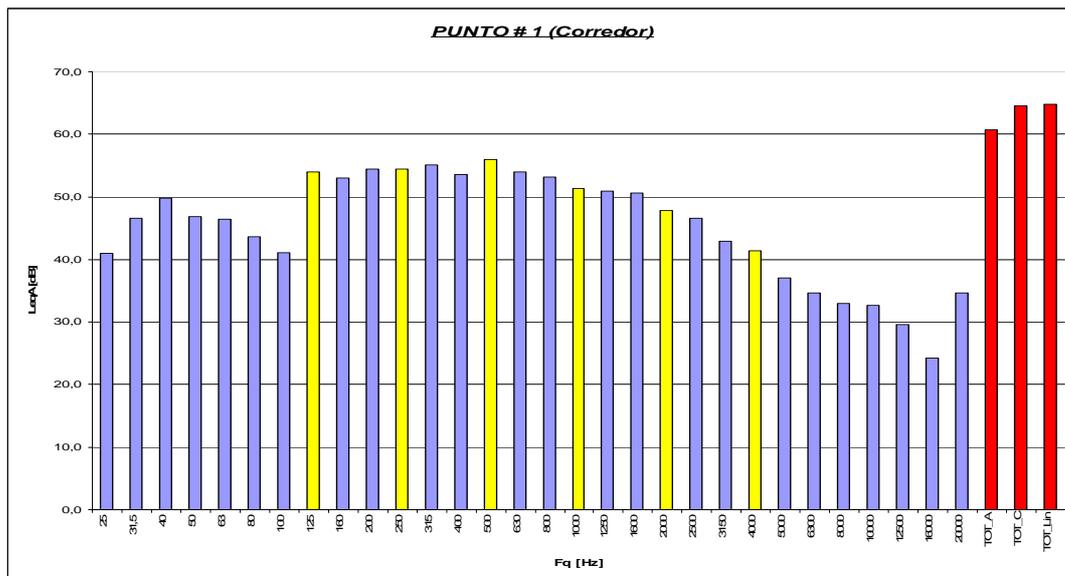
GRAFICA 32. Ruido de fondo - Salón 417 del edificio Duns Scotto

ANEXO 4. RUIDO EXTERNO

Punto # 1 (Corredor):

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 1
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	LeqA [dB]
25	41,7	40,7	40,3	40,9
31,5	46,5	48,3	44,0	46,6
40	51,2	50,1	47,5	49,9
50	48,2	48,0	41,7	46,8
63	49,0	45,0	43,2	46,4
80	46,3	41,5	41,0	43,6
100	41,6	41,4	40,0	41,1
125	50,4	55,2	55,1	54,1
160	51,2	53,5	53,8	53,0
200	54,3	52,6	55,9	54,5
250	51,9	54,7	55,9	54,5
315	52,8	56,3	55,6	55,1
400	52,0	53,9	54,4	53,5
500	55,7	56,2	55,8	55,9
630	52,6	52,9	55,7	54,0
800	51,9	52,6	54,4	53,1
1000	48,7	50,6	53,4	51,3
1250	46,4	51,4	52,7	50,9
1600	46,3	53,1	49,8	50,6
2000	45,1	50,9	44,1	47,8
2500	43,0	49,8	43,5	46,6
3150	40,3	44,8	42,7	43,0
4000	36,6	45,0	37,5	41,4
5000	32,4	40,3	34,0	37,0
6300	29,8	37,9	31,9	34,6
8000	28,4	35,7	32,0	33,0
10000	25,1	36,3	29,6	32,6
12500	26,1	32,6	27,1	29,6
16000	15,0	28,4	19,4	24,3
20000	34,1	35,2	34,7	34,7
TOT_A	59,2	60,7	62,0	60,8
TOT_C	63,2	64,6	65,6	64,6
TOT_Lin	63,6	64,9	65,7	64,8

TABLA 57. DATOS DEL PUNTO UNO DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO

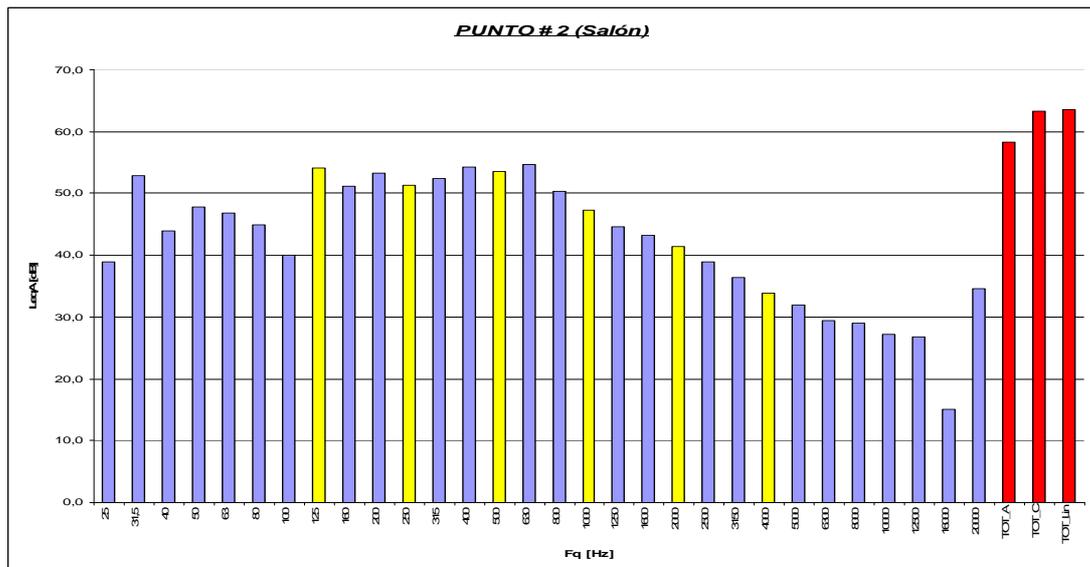


GRAFICA 33. RUIDO EXTERNO – PUNTO # 1 (CORREDOR)

Punto # 2 (Salón):

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 2
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	LeqA [dB]
25	37,3	38,1	40,7	39,0
31,5	50,9	53,4	53,8	52,9
40	46,3	41,4	42,2	43,9
50	49,6	46,8	46,6	47,9
63	48,3	44,7	46,8	46,8
80	45,4	44,7	44,7	44,9
100	39,8	41,0	38,8	40,0
125	52,2	56,7	51,2	54,1
160	52,2	51,4	49,3	51,1
200	53,7	54,0	51,9	53,3
250	50,3	52,8	50,3	51,3
315	53,5	52,5	51,0	52,5
400	56,1	54,4	51,0	54,3
500	53,5	54,3	52,7	53,5
630	54,5	56,0	52,9	54,6
800	49,6	51,5	49,4	50,3
1000	45,8	48,9	46,6	47,3
1250	45,0	45,2	43,6	44,7
1600	44,7	43,2	41,1	43,2
2000	42,9	41,3	39,0	41,3
2500	39,1	40,1	37,2	39,0
3150	37,1	36,6	35,4	36,4
4000	34,6	34,3	32,3	33,8
5000	32,8	31,8	31,2	32,0
6300	30,1	29,6	28,2	29,4
8000	30,5	27,9	27,9	28,9
10000	28,0	26,2	27,0	27,1
12500	28,1	26,6	24,8	26,7
16000	15,0	15,0	15,0	15,0
20000	34,7	35,0	34,0	34,6
TOT_A	58,6	59,3	56,6	58,3
TOT_C	63,7	64,1	61,8	63,3
TOT_Lin	64,0	64,4	62,2	63,6

TABLA 58. DATOS DEL PUNTO DOS DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO

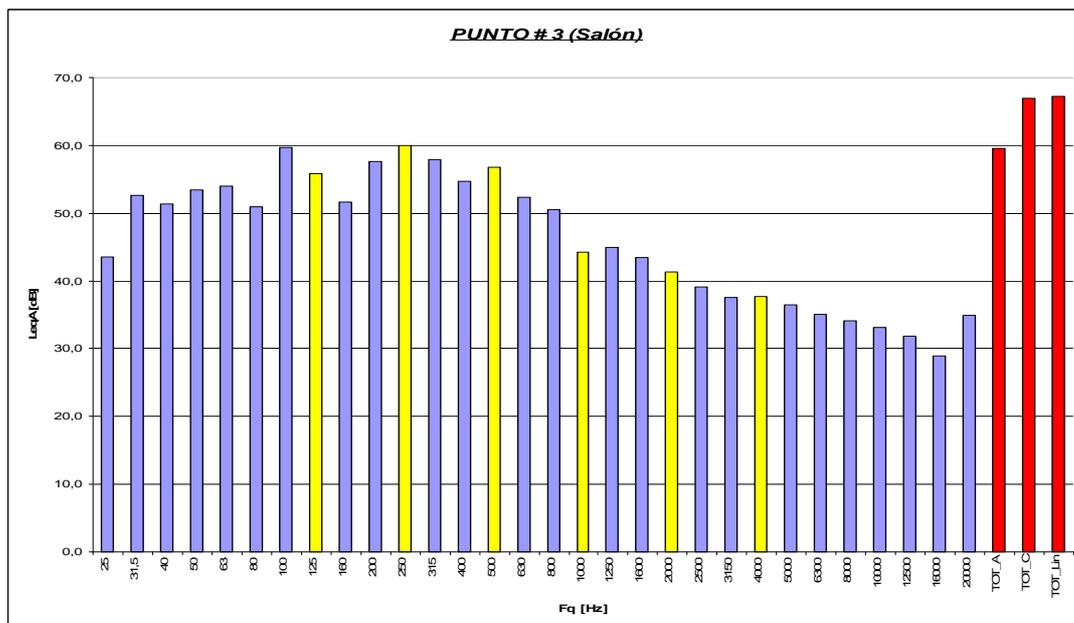


GRAFICA 34. RUIDO EXTERNO – PUNTO # 2 (SALÓN)

Punto # 3 (Salón):

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 3
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	LeqA [dB]
25	43,4	41,7	44,9	43,5
31,5	51,2	54,3	51,4	52,5
40	51,1	52,8	49,4	51,3
50	53,7	53,9	52,4	53,4
63	54,6	55,4	50,4	53,9
80	51,7	52,3	47,6	51,0
100	60,0	59,1	59,8	59,7
125	54,6	55,3	57,0	55,8
160	50,3	50,8	53,3	51,7
200	58,8	57,6	56,0	57,6
250	55,3	61,7	60,6	60,0
315	56,2	58,9	58,3	57,9
400	50,7	54,7	56,6	54,6
500	56,4	55,5	58,0	56,8
630	49,9	51,8	54,1	52,3
800	50,0	48,7	52,0	50,4
1000	44,6	44,0	44,0	44,2
1250	45,2	45,7	43,8	45,0
1600	41,9	43,5	44,5	43,4
2000	39,2	42,4	41,8	41,3
2500	37,5	40,1	39,3	39,1
3150	36,6	38,6	37,5	37,6
4000	35,9	39,5	36,8	37,7
5000	35,4	37,1	36,6	36,4
6300	33,4	36,8	35,8	35,1
8000	32,7	34,3	35,0	34,1
10000	33,0	34,4	31,5	33,1
12500	32,2	32,5	30,8	31,9
16000	29,3	29,8	27,1	28,9
20000	34,8	35,2	34,7	34,9
TOT_A	57,7	59,7	60,8	59,6
TOT_C	65,8	67,0	67,7	66,9
TOT_Lin	66,1	67,3	68,0	67,2

TABLA 59. DATOS DEL PUNTO TRES DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO

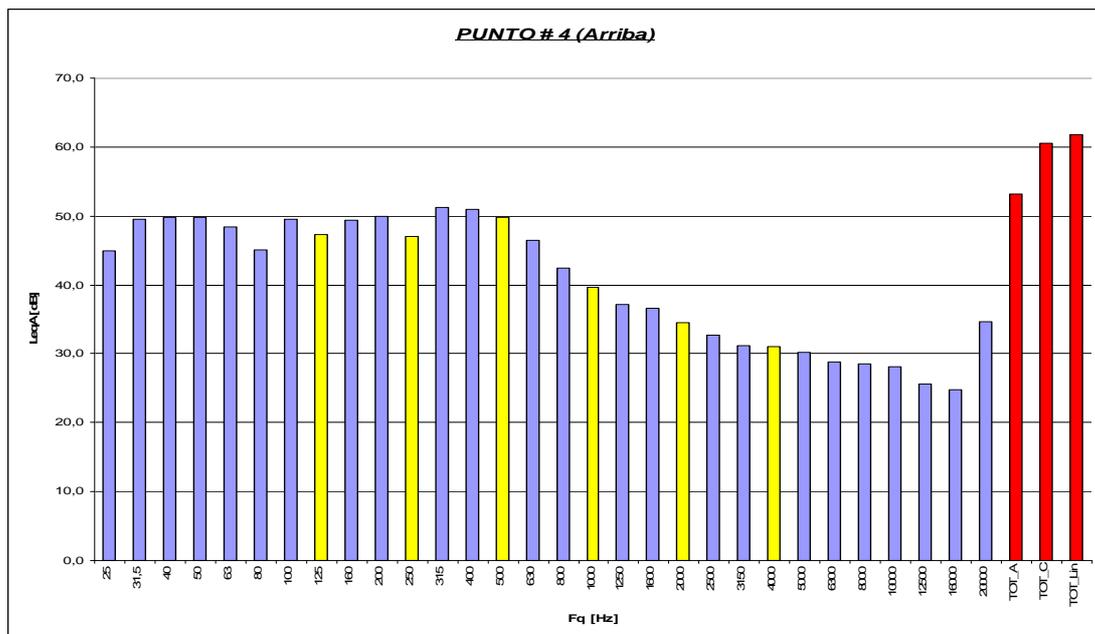


GRAFICA 35. RUIDO EXTERNO – PUNTO # 3 (SALÓN)

Punto # 4 (Arriba):

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 4
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	LeqA [dB]
25	42,0	43,8	47,3	44,9
31,5	49,0	49,5	50,2	49,6
40	47,0	49,7	51,7	49,9
50	46,3	50,5	51,2	49,8
63	47,1	46,9	50,4	48,4
80	42,9	44,9	46,6	45,1
100	46,1	46,0	52,8	49,6
125	44,6	47,9	48,6	47,3
160	48,4	49,6	50,0	49,4
200	46,8	50,8	51,0	49,9
250	45,8	47,5	47,5	47,0
315	50,5	51,0	52,1	51,3
400	49,0	51,4	51,8	50,9
500	50,4	49,4	49,5	49,8
630	47,0	46,3	46,0	46,5
800	42,7	41,6	43,1	42,5
1000	38,9	38,9	41,0	39,7
1250	36,3	37,5	37,5	37,1
1600	36,1	36,9	36,7	36,6
2000	34,2	35,1	34,0	34,5
2500	32,5	32,4	33,0	32,6
3150	30,2	31,2	31,9	31,2
4000	31,2	29,5	32,1	31,1
5000	29,9	29,8	30,8	30,2
6300	29,4	28,0	28,9	28,8
8000	28,6	28,0	28,9	28,5
10000	27,6	29,0	27,5	28,1
12500	25,6	27,0	23,7	25,6
16000	26,9	21,1	24,4	24,7
20000	35,0	34,6	34,2	34,6
TOT_A	52,5	52,9	54,0	53,2
TOT_C	59,1	60,2	61,8	60,5
TOT_Lin	60,6	61,9	62,7	61,8

TABLA 60. DATOS DEL PUNTO CUATRO DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO

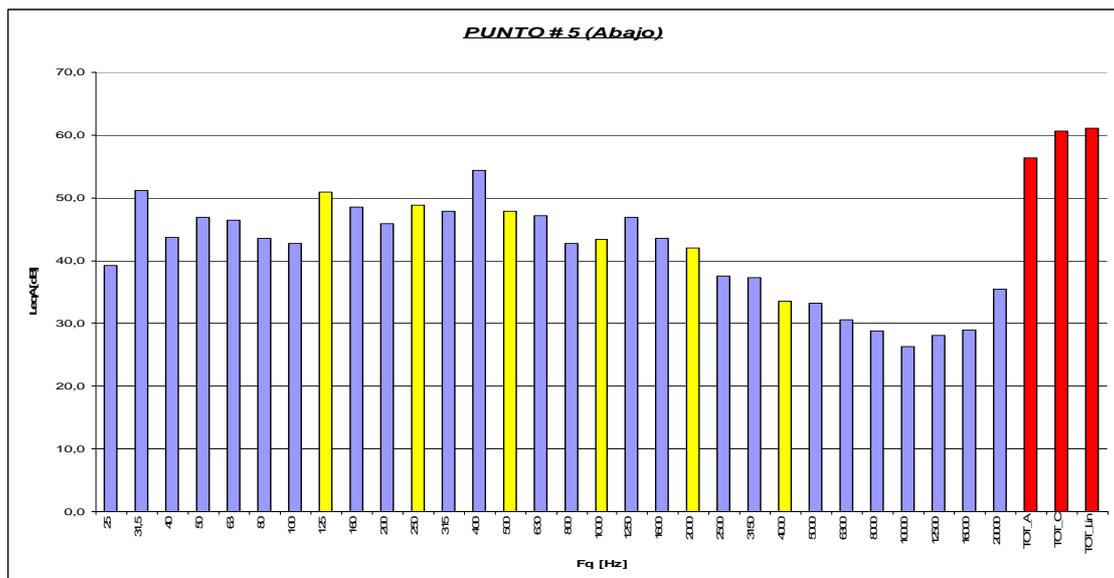


GRAFICA 36. RUIDO EXTERNO – PUNTO # 4 (ARRIBA)

Punto # 5 (Abajo):

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 5
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	
25	39,7	38,4	39,5	39,2
31,5	51,6	48,0	52,8	51,2
40	43,1	44,1	43,8	43,7
50	45,4	43,3	49,5	46,8
63	47,0	44,3	47,4	46,4
80	44,0	41,6	44,5	43,5
100	41,2	44,0	42,7	42,8
125	48,8	50,0	52,9	50,9
160	51,0	45,5	47,2	48,5
200	44,9	44,6	47,7	46,0
250	46,5	48,1	50,8	48,8
315	46,6	42,3	50,8	47,9
400	47,1	46,1	58,6	54,3
500	47,1	48,3	48,2	47,9
630	46,4	44,6	49,3	47,2
800	41,1	40,7	45,0	42,7
1000	40,2	37,0	47,1	43,5
1250	39,1	36,2	51,3	46,9
1600	39,1	34,7	47,6	43,6
2000	36,4	32,1	46,2	42,0
2500	35,2	31,3	41,0	37,6
3150	34,5	28,2	41,0	37,3
4000	31,8	26,5	36,8	33,5
5000	28,5	25,7	37,3	33,3
6300	25,6	20,3	34,7	30,6
8000	27,4	24,2	31,7	28,8
10000	22,2	15,0	30,3	26,3
12500	15,0	19,9	32,6	28,1
16000	20,0	15,0	33,5	29,0
20000	34,8	34,3	36,9	35,5
TOT_A	51,3	50,1	60,3	56,4
TOT_C	58,2	57,1	63,7	60,7
TOT_Lin	58,8	57,4	64,0	61,0

TABLA 61. DATOS DEL PUNTO CINCO DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO

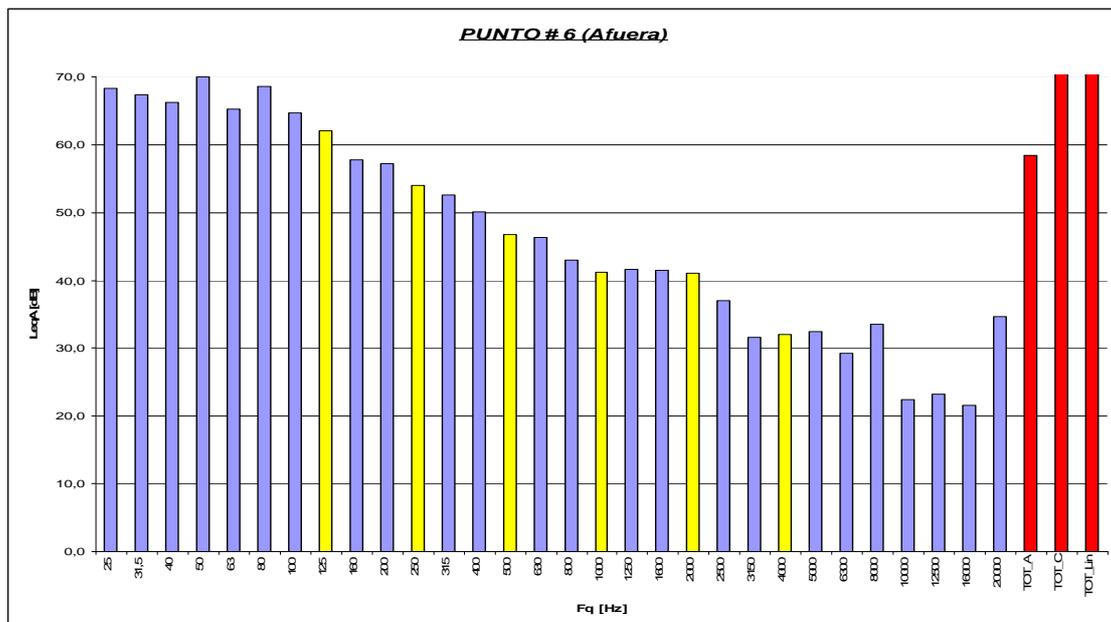


GRAFICA 37. RUIDO EXTERNO – PUNTO # 5 (ABAJO)

Punto # 6 (Afuera):

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 6
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	LeqA [dB]
25	71,8	66,4	60,7	68,4
31,5	70,8	64,9	60,0	67,3
40	68,5	65,6	62,8	66,2
50	74,3	64,2	58,6	70,0
63	67,9	63,0	63,0	65,3
80	72,2	65,6	62,1	68,6
100	68,6	60,7	57,4	64,8
125	66,0	55,9	56,2	62,0
160	61,4	54,6	51,4	57,8
200	61,4	50,4	49,9	57,2
250	57,9	47,5	48,5	53,9
315	57,0	44,3	43,8	52,6
400	54,1	45,0	43,6	50,2
500	49,6	45,2	42,7	46,8
630	49,2	43,4	43,8	46,3
800	44,3	41,8	42,5	43,0
1000	42,5	39,8	40,7	41,1
1250	43,8	39,5	40,4	41,7
1600	44,1	38,6	39,7	41,5
2000	44,4	36,7	37,8	41,1
2500	39,4	35,1	35,1	37,0
3150	32,5	28,2	32,6	31,5
4000	29,5	27,9	35,1	32,0
5000	29,4	30,8	35,1	32,5
6300	26,7	26,3	32,0	29,2
8000	37,5	24,9	29,0	33,5
10000	23,6	20,3	22,5	22,3
12500	23,5	21,7	24,3	23,3
16000	25,0	15,0	19,4	21,6
20000	34,7	35,0	34,0	34,6
TOT_A	62,5	52,1	51,9	58,4
TOT_C	78,9	71,4	68,5	75,2
TOT_Lin	81,0	75,0	69,9	77,5

TABLA 62. DATOS DEL PUNTO SEIS DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO



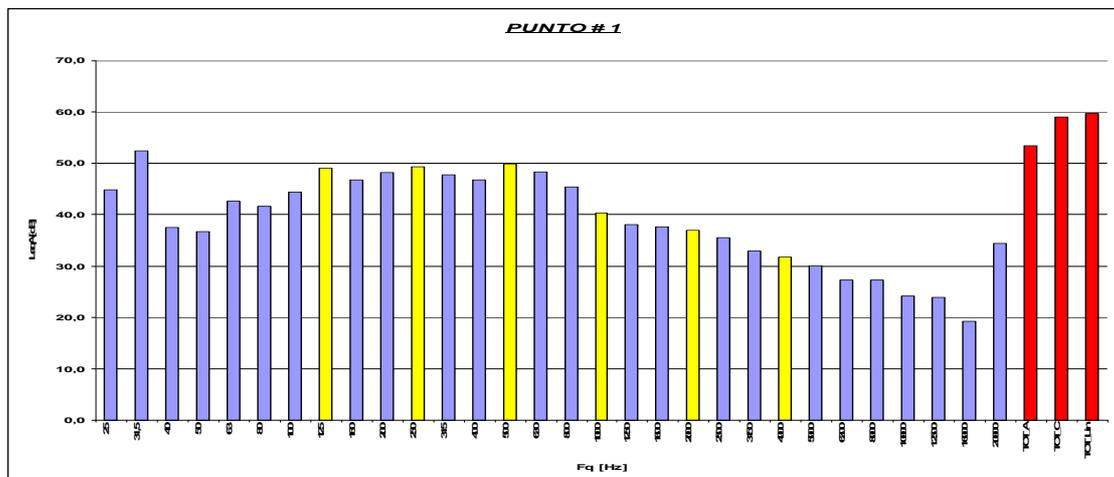
GRAFICA 38. RUIDO EXTERNO – PUNTO # 6 (AFUERA)

ANEXO 5. RUIDO INTERNO

Punto # 1:

Fq [Hz]	TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			PROMEDIO DEL PUNTO # 1
	Lev [dBA]	LeqA [dB]								
25	41,1	48,3	40,3	44,8						
31,5	49,2	55,7	48,9	52,5						
40	37,7	39,9	31,8	37,6						
50	34,8	39,9	31,1	36,7						
63	42,7	44,6	38,6	42,6						
80	37,5	45,5	34,4	41,6						
100	43,1	46,4	42,7	44,4						
125	48,4	49,4	49,4	49,1						
160	48,0	45,9	46,3	46,8						
200	46,9	49,2	48,2	48,2						
250	48,3	49,7	49,7	49,3						
315	46,8	47,2	49,1	47,8						
400	46,0	46,8	47,5	46,8						
500	50,0	49,9	49,9	49,9						
630	47,4	48,7	49,0	48,4						
800	44,5	45,5	45,9	45,3						
1000	40,0	40,2	40,9	40,4						
1250	36,8	38,5	38,6	38,0						
1600	36,2	38,6	37,8	37,6						
2000	33,6	37,1	38,7	36,9						
2500	30,7	35,1	38,1	35,6						
3150	29,0	32,7	34,9	32,8						
4000	27,5	31,9	33,8	31,8						
5000	26,4	31,1	31,4	30,1						
6300	22,4	27,0	29,7	27,3						
8000	23,8	29,1	27,3	27,2						
10000	21,1	25,0	25,4	24,2						
12500	20,5	24,2	25,7	24,0						
16000	15,0	22,7	15,0	19,2						
20000	34,7	34,4	34,2	34,4						
TOT A	52,6	53,5	54,0	53,4						
TOT C	58,1	60,1	58,8	59,1						
TOT Lin	58,6	61,2	58,9	59,7						

TABLA 63. DATOS DEL PUNTO UNO DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO

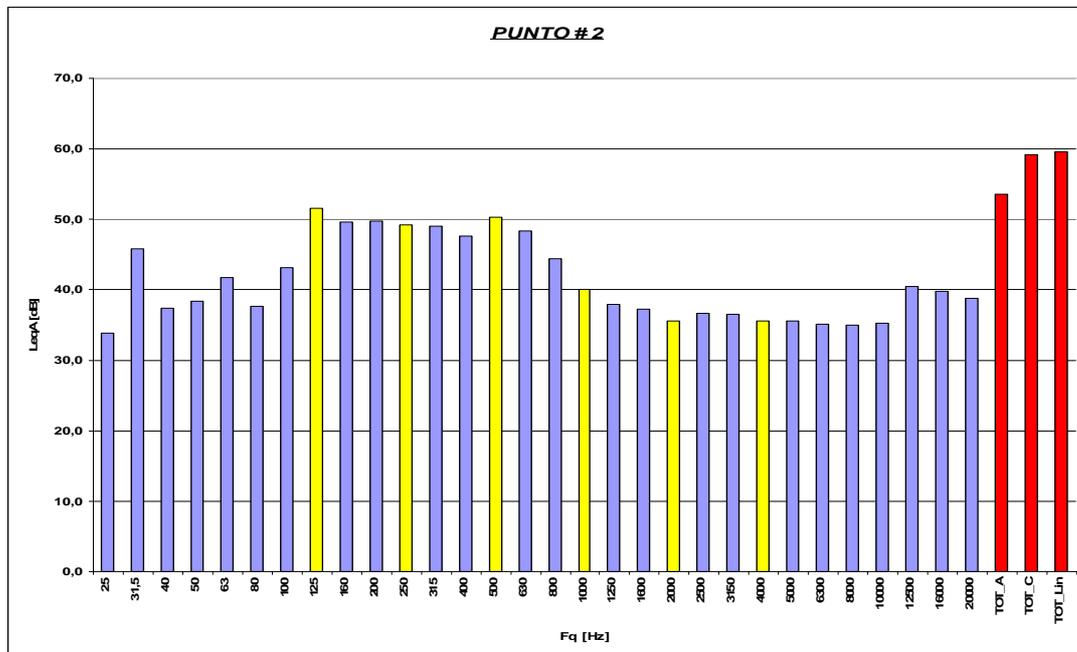


GRAFICA 39. RUIDO INTERNO – PUNTO # 1

Punto # 2:

Fq [Hz]	TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			PROMEDIO DEL PUNTO # 2
	Lev [dBA]	LeqA [dB]								
25	35,2	29,6	34,8	33,8						
31,5	48,2	42,8	44,5	45,8						
40	39,4	35,8	35,8	37,4						
50	40,0	38,2	35,9	38,3						
63	43,3	40,6	40,7	41,7						
80	39,2	37,1	36,4	37,7						
100	43,8	43,6	41,5	43,1						
125	52,9	52,3	48,6	51,6						
160	48,5	49,7	50,3	49,6						
200	48,9	49,6	50,7	49,8						
250	49,3	49,6	48,4	49,1						
315	48,0	50,0	48,9	49,0						
400	48,1	47,2	47,6	47,6						
500	50,2	50,5	50,1	50,3						
630	47,3	48,8	48,9	48,4						
800	43,7	44,6	44,9	44,4						
1000	39,6	41,0	39,3	40,0						
1250	37,5	39,0	37,0	37,9						
1600	37,0	38,1	36,5	37,3						
2000	35,5	36,1	35,0	35,6						
2500	34,8	37,9	36,7	36,6						
3150	31,5	38,0	37,7	36,6						
4000	31,5	37,3	36,2	35,6						
5000	30,4	35,8	37,7	35,6						
6300	28,1	34,9	37,9	35,2						
8000	28,2	34,9	37,5	34,9						
10000	24,6	35,9	37,7	35,3						
12500	25,7	40,5	43,4	40,5						
16000	24,2	40,8	42,2	39,8						
20000	34,2	38,3	41,2	38,8						
TOT_A	52,8	53,9	53,9	53,6						
TOT_C	58,9	59,6	59,0	59,2						
TOT_Lin	59,3	59,9	59,6	59,6						

TABLA 64. DATOS DEL PUNTO DOS DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO

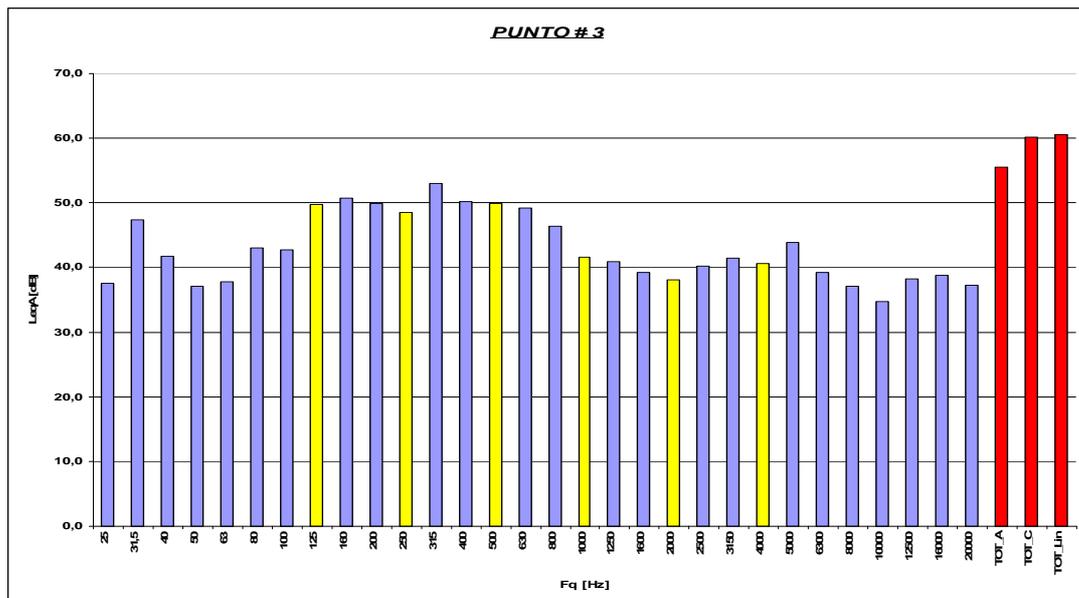


GRAFICA 40. RUIDO INTERNO – PUNTO # 2

Punto # 3:

Fq [Hz]	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO DEL PUNTO # 3
	Lev [dBA]	Lev [dBA]	Lev [dBA]	LeqA [dB]
25	32,9	35,9	40,5	37,5
31,5	49,0	46,4	46,0	47,3
40	36,4	39,1	45,1	41,7
50	36,8	35,7	38,3	37,1
63	39,2	36,0	37,6	37,8
80	45,4	41,2	40,6	43,0
100	45,1	41,1	40,2	42,7
125	51,1	49,5	48,4	49,8
160	51,2	50,7	50,5	50,8
200	49,4	49,3	50,9	49,9
250	49,1	48,7	47,3	48,4
315	53,5	52,7	52,5	52,9
400	51,7	48,5	49,5	50,1
500	50,7	49,5	49,6	50,0
630	48,8	48,7	50,1	49,2
800	46,9	45,5	46,7	46,4
1000	41,4	41,9	41,3	41,5
1250	41,9	39,8	40,6	40,9
1600	40,4	37,4	39,2	39,2
2000	37,9	37,9	38,6	38,1
2500	39,8	42,1	37,7	40,2
3150	39,4	44,2	38,7	41,5
4000	39,3	43,2	37,4	40,7
5000	38,7	48,0	35,0	43,9
6300	38,3	41,8	35,0	39,2
8000	35,9	39,2	35,2	37,1
10000	35,7	33,4	34,6	34,7
12500	40,7	35,1	37,2	38,3
16000	40,8	37,3	37,1	38,8
20000	38,4	36,7	36,1	37,2
TOT_A	55,7	55,9	55,1	55,6
TOT_C	60,8	59,9	59,9	60,2
TOT_Lin	61,3	60,2	60,2	60,6

TABLA 65. DATOS DEL PUNTO TRES DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO

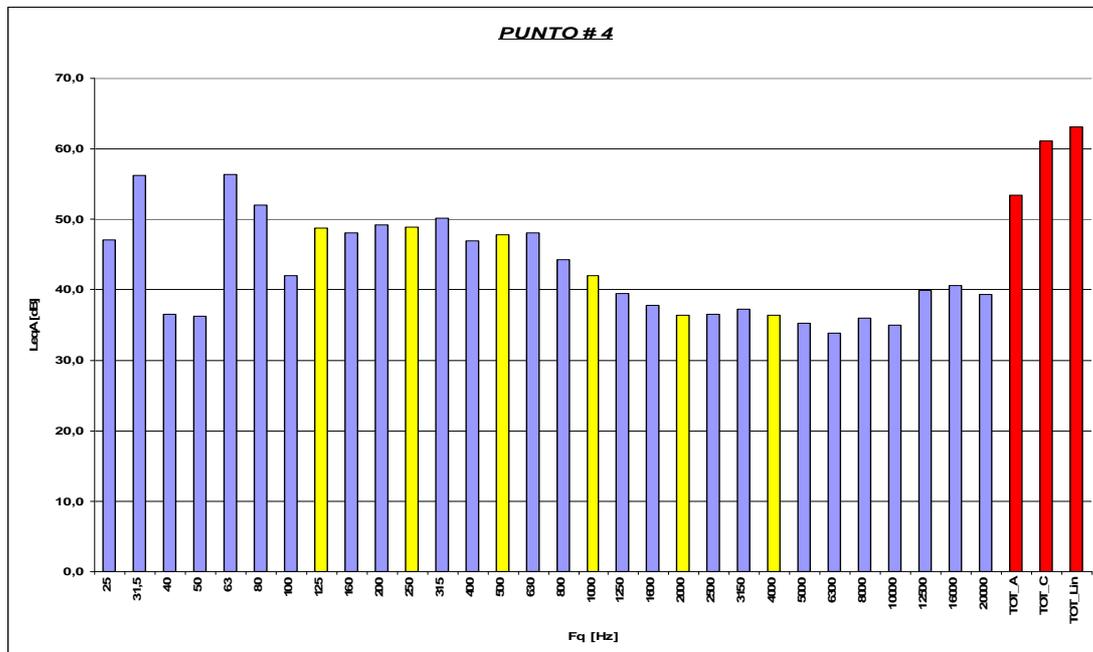


GRAFICA 41. RUIDO INTERNO – PUNTO # 3

Punto # 4:

Fq [Hz]	PROMEDIO DEL PUNTO # 4			LeqA [dB]
	TOMA 1 Lev [dBA]	TOMA 2 Lev [dBA]	TOMA 3 Lev [dBA]	
25	49,4	39,2	47,8	47,2
31,5	59,7	46,7	54,4	56,2
40	37,1	32,1	38,4	36,6
50	38,7	32,0	35,9	36,3
63	61,0	41,3	42,6	56,3
80	56,7	34,9	39,2	52,0
100	45,0	37,6	40,5	42,1
125	50,2	46,5	48,8	48,8
160	49,6	48,6	44,9	48,1
200	50,8	48,9	46,8	49,1
250	48,5	46,2	50,8	48,9
315	51,5	50,2	48,0	50,1
400	48,5	47,0	44,7	47,0
500	48,3	47,9	47,1	47,8
630	48,6	48,6	46,5	48,0
800	45,4	43,9	43,1	44,2
1000	45,1	38,7	39,4	42,1
1250	42,1	37,5	37,2	39,6
1600	39,6	37,0	36,1	37,8
2000	38,2	35,7	34,4	36,4
2500	37,8	36,3	35,1	36,5
3150	38,0	38,5	33,6	37,2
4000	35,9	38,8	32,2	36,4
5000	35,4	37,1	31,7	35,3
6300	33,4	36,3	29,9	33,9
8000	34,2	39,3	29,5	36,0
10000	33,2	38,5	25,8	35,0
12500	34,4	44,2	28,5	40,0
16000	35,5	44,9	25,0	40,6
20000	36,2	42,8	33,6	39,3
TOT_A	54,5	53,5	51,7	53,4
TOT_C	64,0	58,2	58,7	61,2
TOT_Lin	66,3	59,1	59,9	63,1

TABLA 66. DATOS DEL PUNTO CUATRO DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO



GRAFICA 42. RUIDO INTERNO – PUNTO # 4

ANEXO 6. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Posición de fuente (bomba) número 1:

f[Hz]	PUNTO # 1		PROMEDIO		PUNTO # 2		PROMEDIO		PUNTO # 3		PROMEDIO		PUNTO # 4		PROMEDIO	
	RT20[s]	RT20[s]	RT20[s]	RT20[s]												
31,5	*.***	4,62	4,62	*.***	8,36	8,36	*.***	3,76	3,76	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***
40	*.***	0,96	0,96	*.***	*.***	*.***	*.***	2,18	2,18	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***
50	8,93	3,25	6,09	3,09	2,78	2,93	4,03	2,63	3,33	3,32	2,28	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
63	10,88	4,42	7,65	2,29	5,33	3,81	2,23	2,25	2,24	2,74	2,85	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
80	11,52	2,34	6,93	2,94	2,83	2,88	2,17	3,14	2,66	2,64	3,19	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92
100	2,67	3,13	2,90	2,74	2,72	2,73	2,62	2,20	2,41	2,27	2,31	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
125	2,82	2,39	2,61	2,04	2,48	2,26	2,74	2,37	2,55	2,25	2,51	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
160	2,23	1,56	1,90	2,13	2,42	2,27	2,06	1,63	1,84	1,58	1,86	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
200	1,50	1,79	1,65	2,07	1,44	1,76	2,07	1,92	1,99	1,62	1,56	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
250	1,37	1,47	1,42	1,67	1,71	1,69	1,71	1,48	1,59	1,44	1,35	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
315	1,97	1,71	1,84	1,39	1,60	1,50	2,66	1,70	2,18	1,62	1,35	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
400	1,74	1,40	1,57	1,58	1,72	1,65	1,51	1,68	1,59	1,30	1,68	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
500	1,88	1,80	1,84	1,63	1,36	1,49	1,99	1,63	1,81	1,48	1,74	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
630	1,65	1,81	1,73	1,49	1,74	1,61	1,55	1,63	1,59	1,65	1,72	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
800	1,82	1,93	1,87	1,89	1,83	1,86	1,59	1,77	1,68	1,65	1,71	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
1000	1,83	1,73	1,78	1,79	1,76	1,78	1,75	1,71	1,73	1,82	1,73	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
1250	1,96	1,70	1,83	1,74	1,79	1,76	1,57	1,54	1,56	1,78	1,74	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
1600	1,50	1,60	1,55	1,62	1,59	1,60	1,72	1,55	1,63	1,69	1,58	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
2000	1,55	1,63	1,59	1,68	1,60	1,64	1,55	1,71	1,63	1,67	1,62	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
2500	1,52	1,76	1,64	1,46	1,68	1,57	1,62	1,64	1,63	1,57	1,78	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
3150	1,48	1,45	1,47	1,42	1,59	1,50	1,61	1,66	1,63	1,57	1,54	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
4000	1,41	1,39	1,40	1,38	1,45	1,41	1,31	1,52	1,42	1,52	1,43	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
5000	1,24	1,28	1,26	1,27	1,22	1,25	1,34	1,31	1,33	1,33	1,30	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
6300	1,02	1,12	1,07	1,09	1,09	1,09	1,15	1,11	1,13	1,12	1,10	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
8000	0,91	0,88	0,90	0,91	0,95	0,93	0,93	0,93	0,93	0,89	0,95	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
10000	0,70	0,72	0,71	0,77	0,71	0,74	0,70	0,72	0,71	0,77	0,74	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76

TABLA 67. posición de fuente 1 (impulsivo)

Posición de fuente (bomba) número 2:

f[Hz]	PUNTO # 1		PROMEDIO		PUNTO # 2		PROMEDIO		PUNTO # 3		PROMEDIO		PUNTO # 4		PROMEDIO	
	RT20[s]	RT20[s]	RT20[s]	RT20[s]												
31,5	2,90	4,37	3,64	2,44	3,59	3,01	*.***	*.***	*.***	3,82	4,77	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29
40	3,36	3,32	3,34	2,80	3,34	3,07	*.***	*.***	*.***	5,52	3,79	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65
50	1,63	2,17	1,90	4,45	3,54	3,99	3,71	3,24	3,48	3,01	1,50	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
63	2,21	2,76	2,48	3,81	7,78	5,80	5,03	6,00	5,51	2,99	1,75	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37
80	1,74	1,70	1,72	7,56	2,37	4,96	2,70	1,57	2,13	2,99	1,69	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
100	2,71	2,57	2,64	2,58	2,00	2,29	3,18	1,68	2,43	3,07	3,45	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26
125	2,36	2,05	2,20	2,44	2,37	2,40	2,09	2,02	2,06	2,50	1,85	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
160	2,70	2,29	2,49	2,03	1,87	1,95	2,23	1,99	2,11	1,85	2,78	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
200	1,36	1,30	1,33	2,01	1,80	1,91	1,88	1,67	1,77	1,89	2,56	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
250	1,60	1,57	1,59	1,86	1,50	1,68	1,36	1,60	1,48	2,55	2,25	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
315	1,39	1,63	1,51	1,66	1,30	1,48	1,59	1,85	1,72	2,46	2,11	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
400	1,35	1,84	1,59	1,52	1,70	1,61	1,55	1,55	1,55	2,04	2,22	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
500	1,47	1,83	1,65	1,63	1,61	1,62	1,44	1,52	1,48	2,48	1,86	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
630	1,69	1,53	1,61	1,87	1,90	1,88	1,74	1,53	1,63	2,01	2,38	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
800	1,96	2,18	2,07	2,05	1,80	1,93	1,79	1,79	1,79	2,08	2,12	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
1000	1,83	1,71	1,77	1,90	1,85	1,87	1,94	1,92	1,93	2,35	2,36	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
1250	1,89	1,82	1,86	1,69	1,74	1,72	1,68	1,92	1,80	2,12	2,44	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
1600	1,67	1,66	1,67	1,82	1,53	1,68	1,63	1,73	1,68	2,26	2,09	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
2000	1,58	1,65	1,62	1,72	1,60	1,66	1,62	1,75	1,68	1,97	1,83	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
2500	1,62	1,67	1,65	1,54	1,52	1,53	1,63	1,59	1,61	1,99	1,81	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
3150	1,66	1,59	1,63	1,46	1,48	1,47	1,57	1,57	1,57	1,90	1,77	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
4000	1,51	1,39	1,45	1,41	1,37	1,39	1,52	1,46	1,49	1,76	1,77	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
5000	1,23	1,31	1,27	1,29	1,33	1,31	1,37	1,34	1,36	1,56	1,45	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
6300	1,15	1,09	1,12	1,16	1,08	1,12	1,11	1,06	1,08	1,29	1,24	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
8000	0,97	0,90	0,93	0,90	0,94	0,92	0,90	0,96	0,93	1,08	1,04	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
10000	0,74	0,75	0,75	0,73	0,75	0,74	0,71	0,76	0,74	0,81	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79

TABLA 68. Posición de fuente 2 (impulsivo)

ANEXO 7. APÉNDICE C: PROPIEDADES DE LAS PLACAS SÓLIDAS

MATERIAL	C_L [m/s]	ρ_w [Kg/m ³]	$M_s f_c$ [Hz] Kg/m ²	η	E [Gpa o 1x10 ⁹]	σ
1 Aluminio (2014)	5420	2800	34090	0,001	73,1	0,33
2 Cobre (rojo)	3710	8710	155200	0,001	103,4	0,37
3 Ladrillo	3800	1800	31250	0,015	25,0	0,20
4 Placas de madera prensada (muebles del exito)	675	750	73400	0,020	0,340	0,08
5 Concreto	2960	2400	50200	0,020	20,7	0,13
6 Vidrio	5450	2500	30300	0,0013	71,0	0,21
7 Granito (como piedra)	4413	2690	40270	0,001	48,3	0,28
8 Placa de yeso	6790	650	6320	0,018	29,5	0,13
9 Plomo	1206	11300	819000	0,015	13,8	0,40
10 Policarbonato Lexan (grupo de termoplasticos facil de trabajar, moldear y termoformar)	1450	1200	54650	0,015	2,12	0,40
11 Marmol	4600	2800	40200	0,001	55,2	0,26
12 Masonry block (bloques grandes que parecen ladrillos pero son grises)	3120	1100	23300	0,007	10,6	0,10
13 Yeso	4550	1700	24700	0,005	32,0	0,30
14 PlexiglasTM (cristal sintetico) = (se llama polimetilmetacrilato y es un acrilico plastico)	2035	1150	37300	0,020	4,00	0,40
15 Madera contrachapada (bonita)	3100	600	12780	0,030	4,86	0,40
16 Polietileno (plastico mas popular del mundo)	765	935	80700	0,010	0,48	0,35
17 Pyrex (vidrios o cristales)	5350	2300	28400	0,004	62,0	0,24
18 Caucho (duro)	1700	950	36900	0,080	2,30	0,40
19 Acero (C1020)	5100	7700	99700	0,0013	200,0	0,27
20 Madera (deroble) = (mas duro)	3860	770	11900	0,008	11,2	0,15
21 Madera (de pino) = (menos fuerte)	4680	640	8160	0,020	13,7	0,15

C_L = Velocidad longitudinal del sonido
ρ_w = Densidad del material
$M_s f_c$
$M_s = \rho_w h$ = Densidad de la superficie
f_c = Frecuencia critica o de coincidencia
η = Coeficiente de amortiguamiento
E = Modulo de Young's
σ = Relacion de Poisson's

Tabla 69. Valores del ancho (Δf_p) y la altura (TL_p) de la placa para el calculo del método aproximado del TL para las placas.

Tabla 4.1 del libro de Barron

Material	TLp [dB]	$\Delta f_p = f_2 - f_1$	octavas f_2 / f_1
Aluminio	29,0	3,5	11,0
Ladrillo	37,0	2,2	4,5
Concreto	38,0	2,2	4,5
Vidrio	27,0	3,3	10,0
Plomo	56,0	2,0	4,0
Masonry Block			
Cinder (brasa, carbonilla)	30,0	2,7	6,5
Dens o	32,0	3,0	8,0
Madera contrachapada	19,0	2,7	6,5
yes o arena	30,0	3,0	8,0
Acero	40,0	3,5	11,0

TABLA 70. TABLA 4.1 DEL LIBRO DE BARRON DE MATERIALES PARA EL CÁLCULO DEL TL APROXIMADO

ANEXO 8. ESPECIFICACIONES DEL EQUIPAMIENTO DE MEDICIÓN

- CABINA AUTOPOTENCIADA DE 15”:

	ESPECIFICACIONES
RANGO DE FRECUENCIA	(-10 dB): 39 Hz - 18 kHz
RESPUESTA EN FRECUENCIA	(±3 dB): 42 Hz - 17 kHz
COBERTURA HORIZONTAL	(-6 dB): 90° Nominal
COBERTURA VERTICAL	(-6 dB): 60° Nominal
SPL MAXIMO	129 dB, @ 1 m (3.3 ft)
DIMENSIONES (ANCHO x LARGO x ALTO)	686 mm x 430 mm x 444 mm (27 in x 17 in x 17.5 in.)
PESO NETO	21 kg (46 lbs.)
CONTROLADOR LF	Parlante de 15” (380 mm), controlador dual neodymium magnet, 2” controlador de voice-coil.
CONTROLADOR HF	2418H-1 1” (throat diameter) controlador de compresion de 1.75” diâmetros de diafragma
AMPLIFICADOR DE POTENCIA LF	300 watts y controlador de impedancia en baja frecuencia.
AMPLIFICADOR DE POTENCIA HF	100 watts y controlador de impedancia en alta frecuencia
SENSIBILIDAD EN ENTRADA 1	-44 dBu to -22 dB (Mic/Line conector en posicion de microfono). -12 dBu to +20 dB (Mic/Line conector en posicion de linea).
INPUT 2 & 3 SENSITIVITY	-18 dBu to +20 dBu for rated output.
NIVEL DE SALIDA	+20 dBu (peak), Loop/Mix switch in MIX position.
CONECTORES	
- INPUT 1	XLR/F, balanceados, 1/4” (TRS) balanceado
- INPUT 2 & 3	

CROSSOVER DE FRECUENCIA 1.5 kHz

LIMITADOR Amplificador de baja frecuencia con filtro dinámico.

LOOP/MIX OUT XLR/M, balanced

EQ Alta frecuencia, ±15 dB @ 5 kHz baja frecuencia, ±15 dB @ 120 Hz

ENTRADA AC 110 - 230 VAC, 50 - 60 Hz., 175 watts

TABLA 71 ESPECIFICACIONES DE LA CABINA

- SONOMETRO INTEGRADOR:

PRECISION	Tipo 2: IEC 651, IEC 804 y IEC 61672-1.
DESCRIPCIONES GLOBALES	SPL, Leq, SEL, Lden, Ltm3, Ltm5, Percentiles Ln (L1-L99), Lmax, Lmin, Lpeak, Historial. 3 perfiles por cada canal de medición con filtros y constantes de integración independientes
FILTROS DE PONDERACION	A, C y Lin (tipo 1: IEC 651, IEC 804 y IEC 61672-1).
DETECTORES RMS	Detector Digital True RMS con detector de Peak, resolución de 0.1 dB, constantes de tiempo lento, rápido e impulsivo.
ENTRADA	Interfase IEPE con conector TNC
MICROFONOS	Micrófono Electret 1/4" con preamplificador integrado IEPE y conector TNC Micrófono Electret 1/4" con preamplificador integrado IEPE, conector LEMO y cable SC28 para evaluación de dosis

	acústica (opcional)
RANGO DE MEDICION	27 dBA RMS – 130 dBA RMS en modo SLM 50 dBA RMS – 140 dBA RMS en modo Dosímetro (opcional)
RANGO DINAMICO	100 dB, 20 bits conversor A/D
RESOLUCION	0.1 DB
RANGO DE FRECUENCIA	20 Hz - 20 kHz (dependiendo del micrófono)
FRECUENCIA DE MUESTREO	48 KHZ
PANTALLA	LCD 97 x 32 píxeles, con íconos y luz de respaldo.
MEMORIA	8 MB o 48 MB (opcional) tipo flash no volátil (Flash)
INTERFASE	USB 1.1, Salida analógica AC 0.2 V RMS
1/3 DE OCTAVA	Análisis en Tiempo Real con Datalogger desde los 2ms 30 filtros con frecuencias centrales de 25 Hz a 20 kHz (IEC 1261)
FFT	ANALISIS EN TIEPO REAL

TABLA 72. ESPECIFICACIONES DEL SONOMETRO

- CONSOLA :

2 Entradas mic/linea
4 Entradas de linea stereo
2 Auxiliares de retorno stereo
Salidas de "Control room"
Salida de audifonos
Entrada y salida "tape"
1 auxiliar de envoi

TABLA 73. ESPECIFICACIONES DE LA CONSOLA

ANEXO 9. ESPECIFICACIONES DEL ACOPLE ENTRE EL MURO QUE SEPARA EL CUARTO DE CONTROL Y EL LOCUTORIO CON LA FACHADA

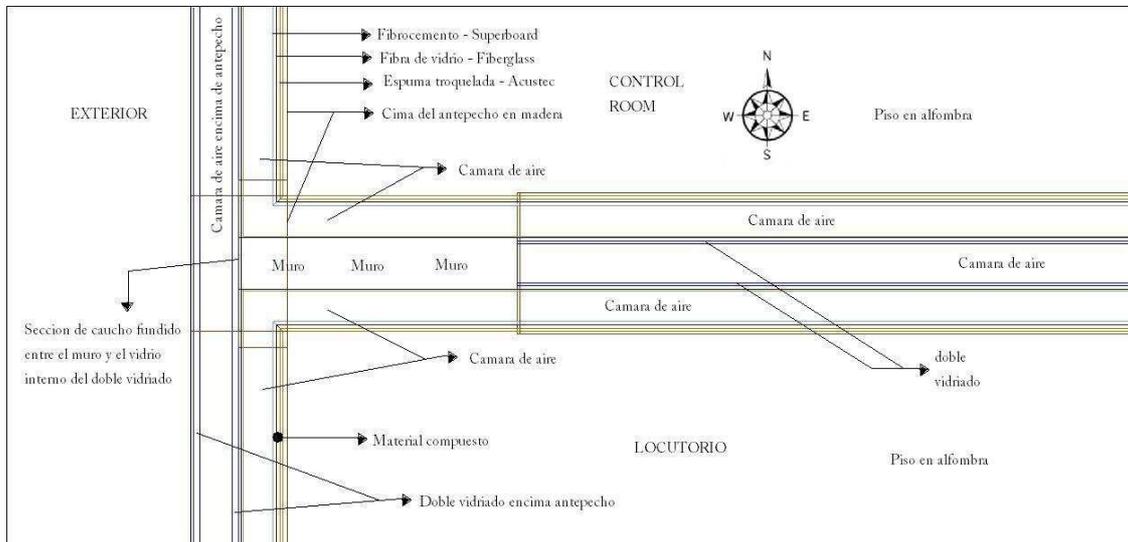


FIGURA 44. DETALLE DEL MURO QUE SEPARA EL CONTROL ROOM DEL LOCUTORIO

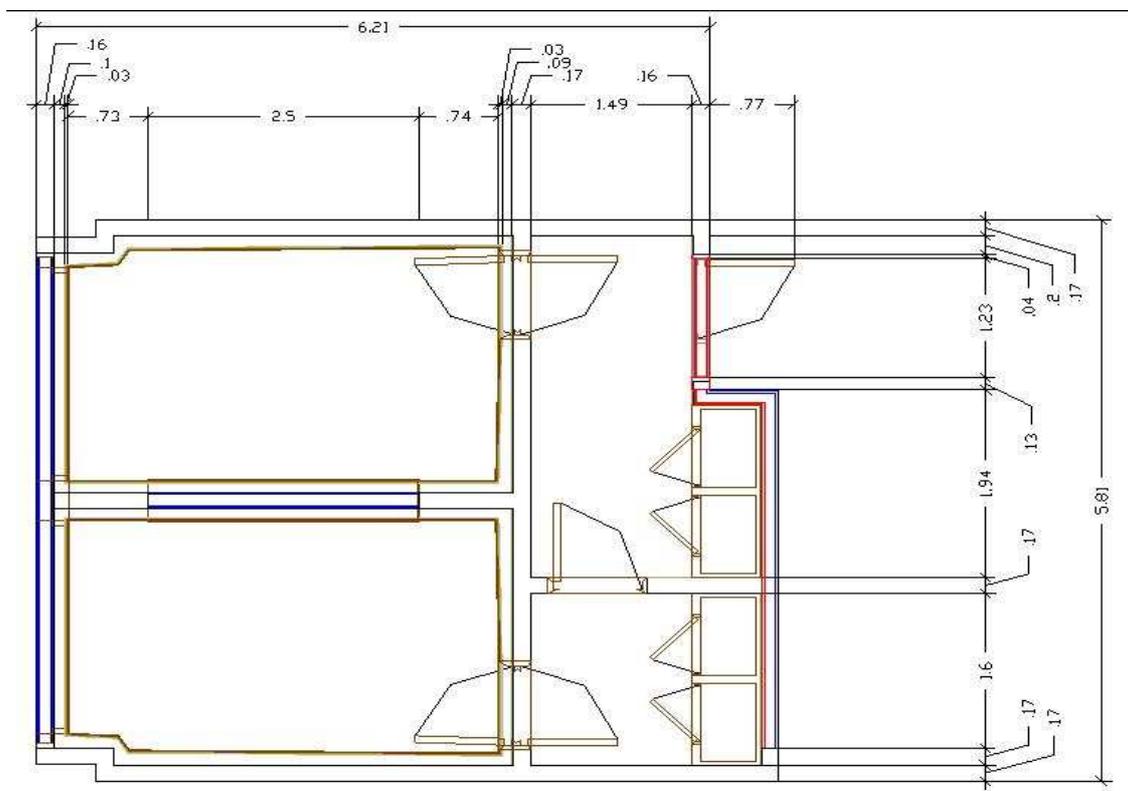


FIGURA 45. PLANTA Y DISPOSICION INTERNA DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA

ANEXO 10. PLANTA, CORTES Y DETALLES DE LOS ISOMETRICOS

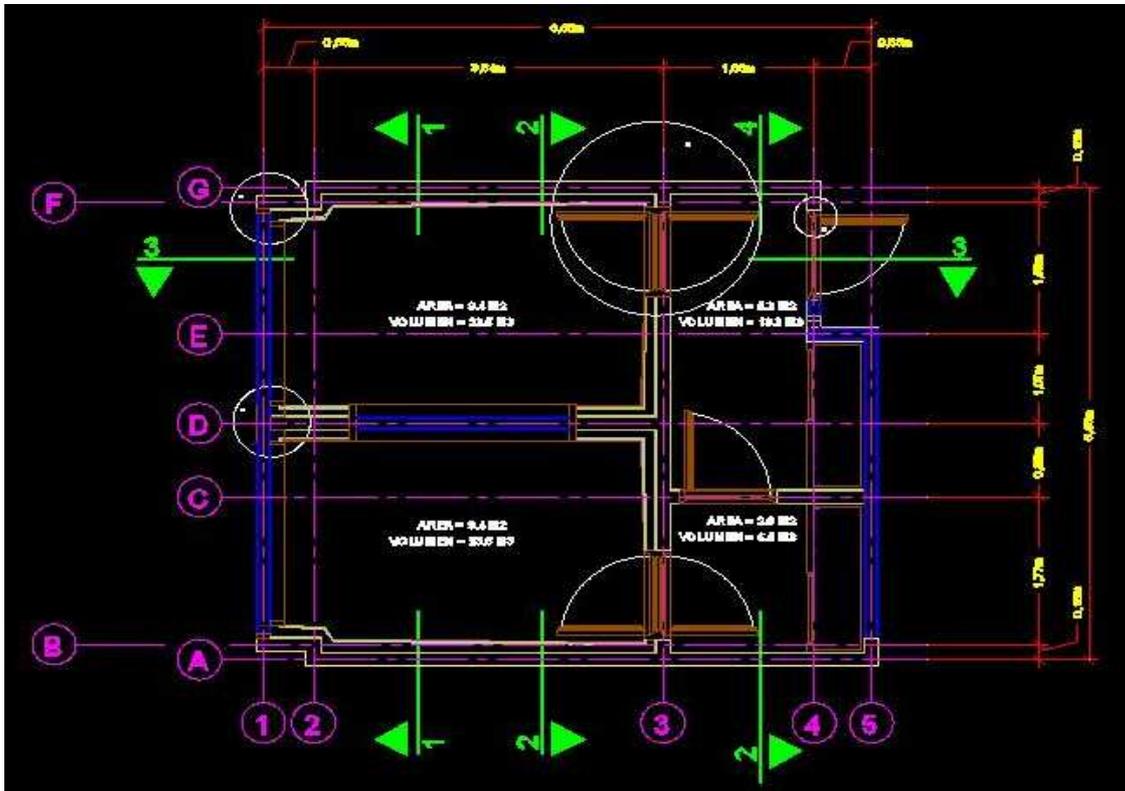


FIGURA 46. PLANTA DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA

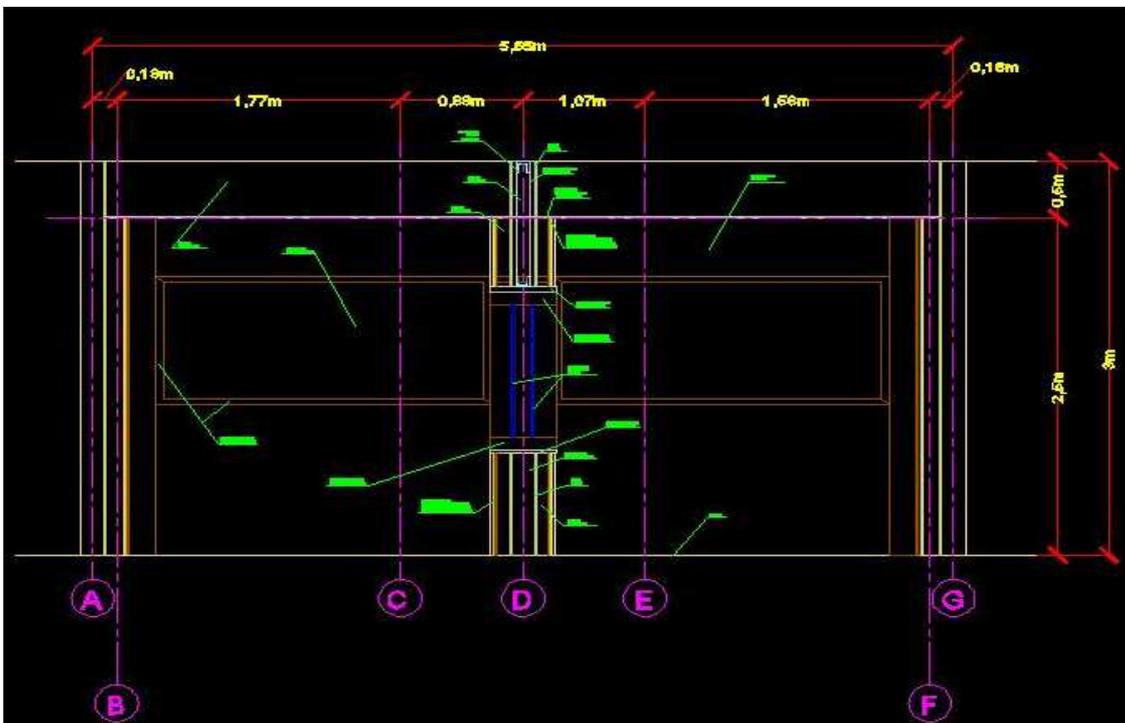


FIGURA 47. CORTE 1-1

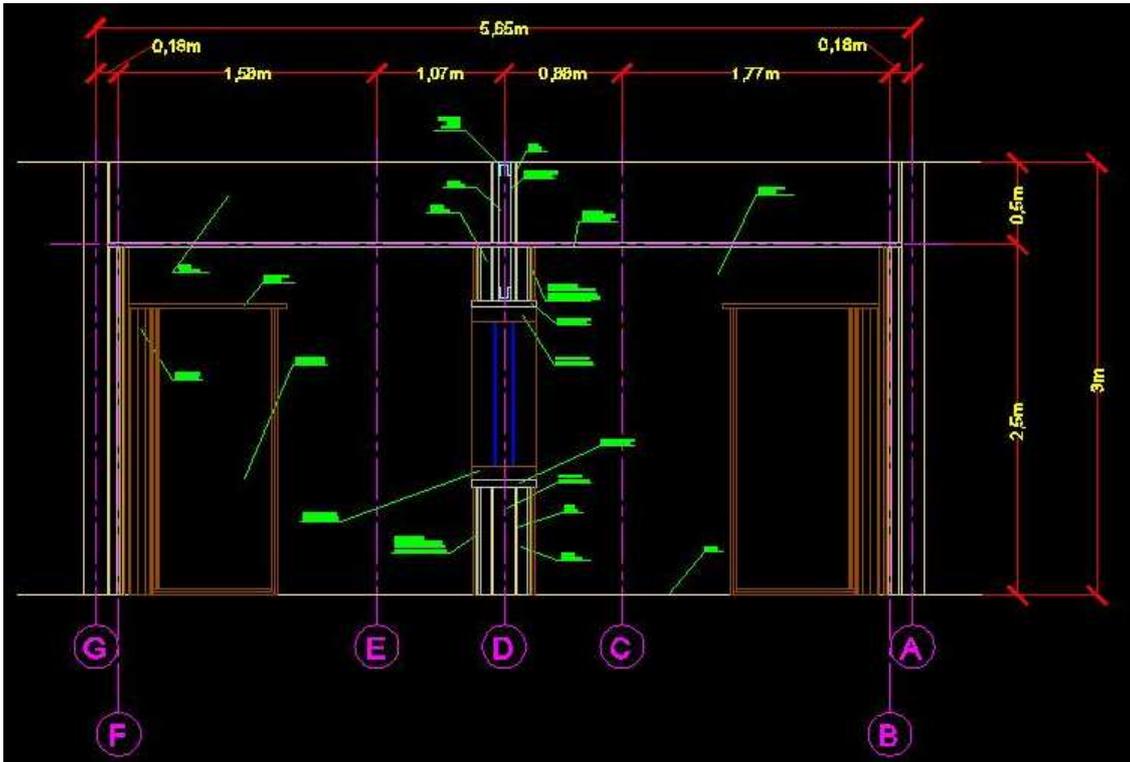


FIGURA 48. CORTE 2-2



FIGURA 49. CORTE 3-3

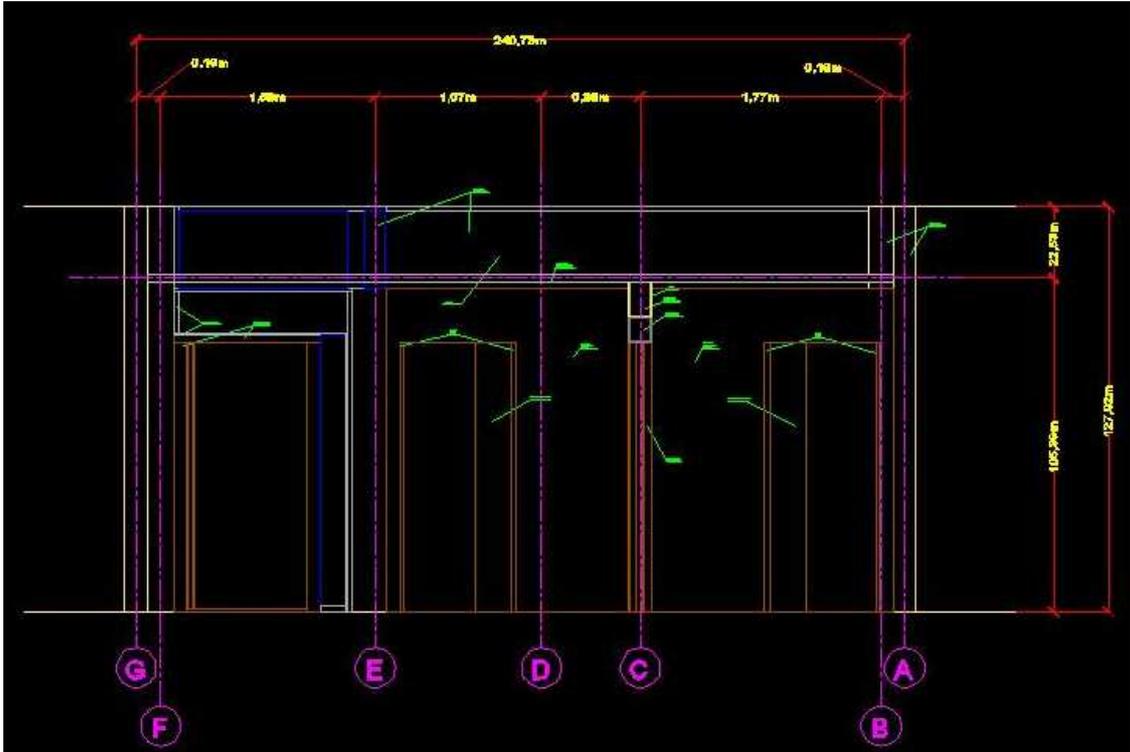


FIGURA 50. CORTE 4-4

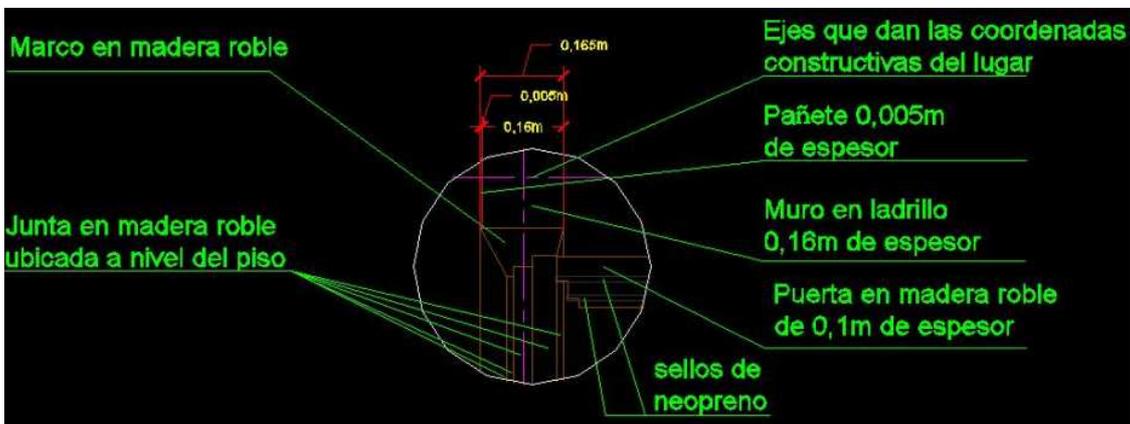


FIGURA 51 DETALLE MARCO DE PUERTA DE ENTRADA

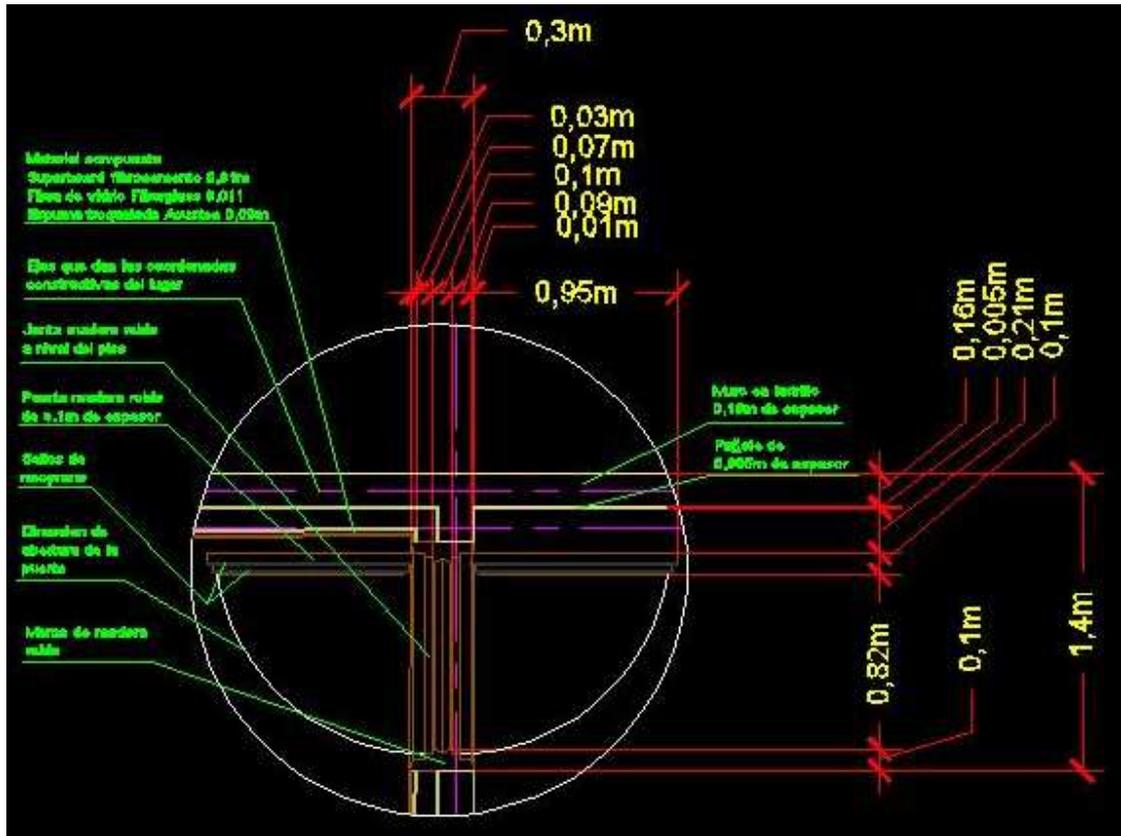


FIGURA 52 DETALLE DE DOBLE PUERTA

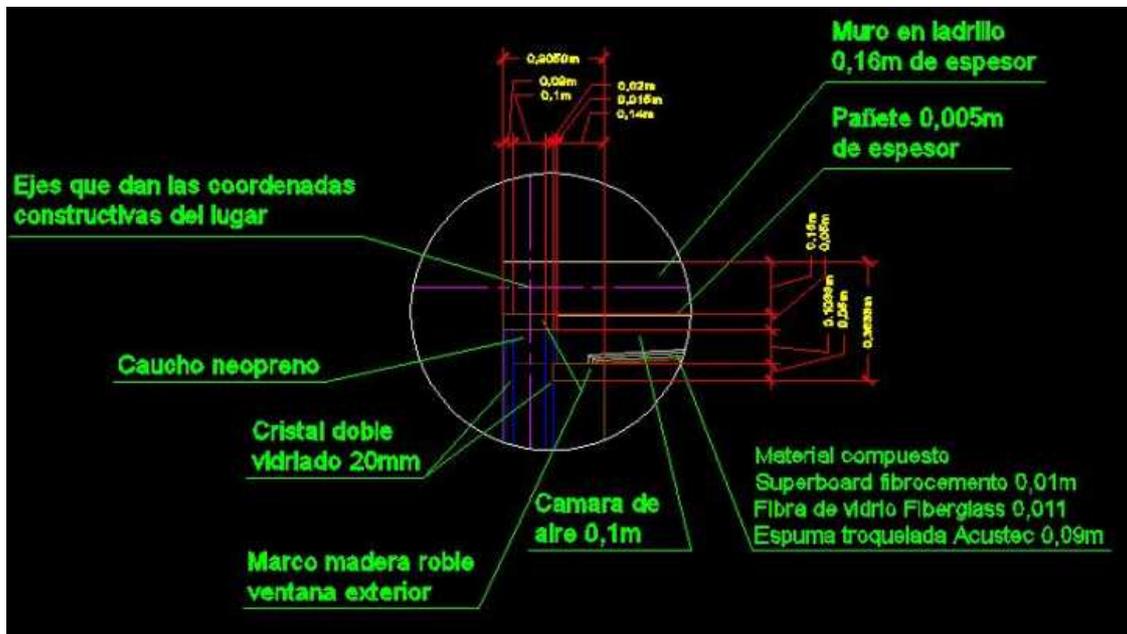


FIGURA 53 DETALLE DE VENTANA EXTERIOR EN ESQUINA

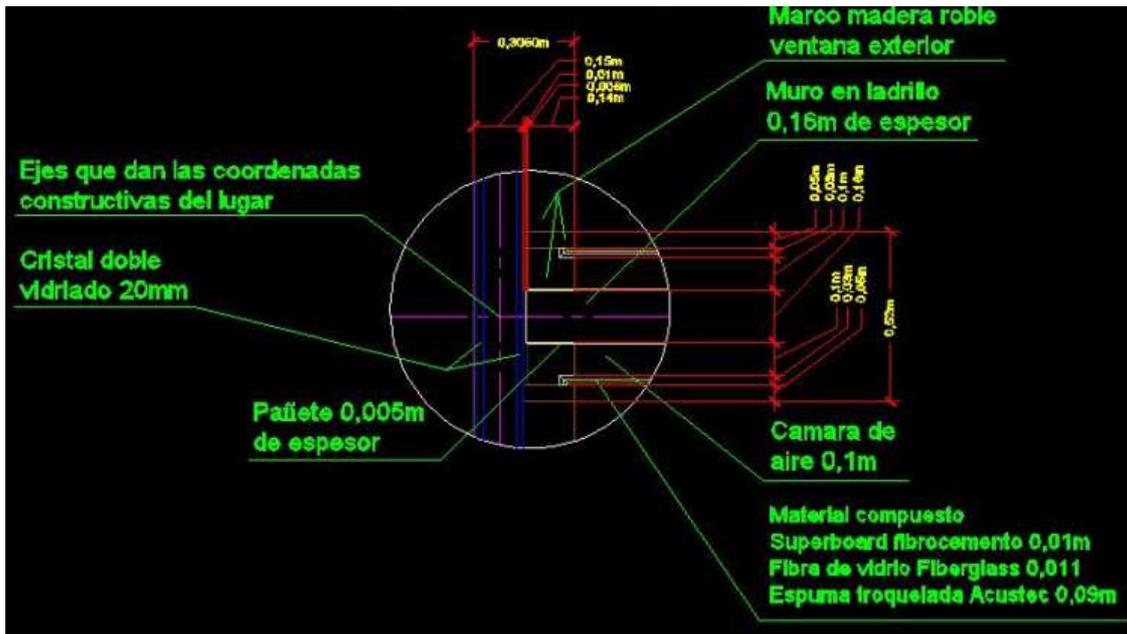


FIGURA 54 DETALLE DEL TABIQUE QUE SE SEPARA CR Y LC

LISTA DE FIGURAS

No.	NOMBRE	PÁG.
1	MEZCLADOR DE AUDIO PARA RADIODIFUSION	21
2	MULTIPLEXOR	22
3	HIBRIDO TELEFONICO	23
4	MEDIDOR DE FASE	24
5	AISLAMIENTO ACÚSTICO ESPECÍFICO DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO.	28
6	DETALLE DE ADECUACIÓN DE UN MATERIAL CON UNA CÁMARA DE AIRE	38
7	REPRODUCTOR DE MP3	47
8	DISTRIBUCION DE EMISORA	49
9	DISTRIBUCION DE EMISORA	49
10	CONDICIONES ORIGINALES DEL SALÓN 417 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO	67
11	VISTA ISOMÉTRICA DEL RECINTO CUBIERTO	69
12	VISTA ISOMÉTRICA DEL RECINTO DESCUBIERTO	69
13	PLANTA GENERAL DEL RECINTO	70
14	CORTE DERECHO RECINTO INICIAL	70
15	CORTE IZQUIERDO RECINTO INICIAL	71
16	CORTE TRASERO RECINTO INICIAL	71
17	CORTE FRONTAL RECINTO INICIAL	72
18	PUNTOS EXTERNOS RECINTO INICIAL	73
19	PUNTOS INTERNOS RECINTO INICIAL	74
20	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS PARA MEDICIÓN DE DIFERENCIA DE NIVEL	83
21	DIAGRAMA DE HABITABILIDAD	90
22	SILENCIADOR CON SEPARADORES	94
23	DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACION	94
24	PROPUESTA DEL DISEÑO DEL RECINTO	95
25	ACERCAMIENTO VISTA ISOMÉTRICA HACIA LA PUERTA DEL RECINTO	97
26	ENCODER DEL WINAMP	140
27	OUTPUT DEL WINAMP	141
28	INPUT DEL WINAMP	141
29	INTRODUCCION DE TEXTO	143
30	IMAGENES PARA LINK	144
31	PROGRAMACION	145
32	HISTORIA	145
33	EQUIPAMIENTO	146
34	OPINIONES	146

35	PUNTOS ELECTRICOS Y DE COMUNICACIONES	147
36	DIAGRAMA ELECTRICO	149
37	DIAGRAMA DE BLOQUES DE FLUJO DE SENAL	150
38	VISTA ISOMETRICA DEL DISEÑO PROPUESTO	152
39	FORMATO DE COMPRESIÓN	155
40	CONFIGURACION PARA TRANSMISIÓN DE VOZ	156
41	CONDICIONES ORIGINALES DEL SALÓN 306 DEL EDIFICIO PEDRO SIMÓN	170
42	CONDICIONES ORIGINALES DEL SALÓN 302 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO	171
43	CONDICIONES ORIGINALES DEL SALÓN 417 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO	172
44	DETALLE DEL MURO QUE SEPARA EL CONTROL ROOM DEL LOCUTORIO	189
45	PLANTA Y DISPOSICION INTERNA DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA	189
46	PLANTA DE DISEÑO DE LA PROPUESTA	190
47	CORTE 1.1	190
48	CORTE 2.2	191
49	CORTE 3.3	191
50	CORTE 4.4	192
51	DETALLE MARCO DE LA PUERTA DE ENTRADA	192
52	DETALLE DE DOBLE PUERTA	193
53	DETALLE DE VENTANA EXTERIOR EN ESQUINA	193
54	DETALLE DEL TABIQUE QUE SEPARA CR Y LC	194

LISTA DE GRAFICAS

NO.	NOMBRE	PÁG.
1	RUIDO DE FONDO DE LOS TRES RECINTOS	66
2	MEDICIÓN DE RUIDO EXTERNO	76
3	MEDICIÓN DE RUIDO INTERNO	77
4	COMPARATIVA NC	78
5	TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y SU DESVÍO ESTÁNDAR	80
6	TIEMPOS DE REVERBERACIÓN	82
7	DIFERENCIA DE NIVEL	85
8	POSICIÓN # 1 – NIVEL VS. FRECUENCIA – SALÓN EMISOR	86
9	POSICIÓN # 1 – NIVEL VS. FRECUENCIA – SALÓN RECEPTOR	86
10	POSICIÓN # 2 – NIVEL VS. FRECUENCIA – SALÓN EMISOR	87
11	POSICIÓN # 2 – NIVEL VS. FRECUENCIA – SALÓN RECEPTOR	87
12	PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN	89
13	ABSORCIÓN VS. FRECUENCIA	89
14	TL DINTEL DE CONCRETO	100
15	TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO Y EL DOBLE VIDRIADO INTERNO EN CONJUNTO	112
16	TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO Y EL DOBLE VIDRIADO EXTERNO EN CONJUNTO	115
17	TL PUERTA SENCILLA Y DOBLE	117
18	TL PARA PANEL COMPUESTO	121
19	TL DEL MATERIAL COMPUESTO	124
20	TL PARA EL TECHO	127
21	TL PARA UN PANEL COMPUESTO POR DOS MATERIALES	129
22	TL PARA LA PARED DEL FRENTE	130
23	TL PARA LA PARED DE ATRAS	131
24	TL PARA LA PARED DE ENTRADA	132
25	TL PARA LA PARED DE LA VENTANA EXTERNA	133
26	TL DEL PISO	134
27	TL DEL TECHO	135
28	TL DEL MATERIAL COMPUESTO	137
29	CURVA DEL RT SABINE CALCULADO PARA LA EMISORA	138
30	RUIDO DE FONDO - SALÓN 306 DEL EDIFICIO PEDRO SIMÓN	170
31	RUIDO DE FONDO - SALÓN 302 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO	171
32	RUIDO DE FONDO - SALÓN 417 DEL EDIFICIO DUNS SCOTTO	172

33	RUIDO EXTERNO – PUNTO # 1 (CORREDOR)	173
34	RUIDO EXTERNO – PUNTO # 2 (SALÓN)	174
35	RUIDO EXTERNO – PUNTO # 3 (SALÓN)	175
36	RUIDO EXTERNO – PUNTO # 4 (ARRIBA)	176
37	RUIDO EXTERNO – PUNTO # 5 (ABAJO)	177
38	RUIDO EXTERNO – PUNTO # 6 (AFUERA)	178
39	RUIDO INTERNO – PUNTO # 1	179
40	RUIDO INTERNO – PUNTO # 2	180
41	RUIDO INTERNO – PUNTO # 3	181
42	RUIDO INTERNO – PUNTO # 4	182

LISTA DE TABLAS

NO.	NOMBRE	PÁG.
1	MARGENES RECOMENDADOS PARA RTMID	26
2	REQUERIMIENTOS PARA EL CONTROL ROOM	30
3	REQUERIMIENTOS PARA ESTUDIOS CON ESTACION DE RADIO	31
4	VALORES DE RUIDO DE FONDO DE LOS TRES RECINTOS	66
5	MATERIALES CONSTRUCTIVOS PARA LA PROPUESTA	72
6	MEDICIÓN DE RUIDO EXTERNO	76
7	MEDICIÓN DE RUIDO INTERNO	77
8	PROMEDIO GENERAL RT20	80
9	CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN Y EL RT60	81
10	VALORES DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA - SALÓN EMISOR	84
11	VALORES DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA - SALÓN RECEPTOR	85
12	TL CALCULADO DEL SALÓN	88
13	PROGRAMA ARQUITECTONICO	91
14	CRITERIOS PARA SISTEMA DE VENTILACION	93
15	TL DEL DINTEL EN CONCRETO	99
16	METODO APROXIMADO TL DINTEL	99
17	DATOS TL	99
18	MODOS PROPIOS	101
19	TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO INTERNO	107
20	TL CALCULADO PARA EL DOBLE VIDRIADO INTERNO	110
21	TL CALCULADO POR EL MÉTODO APROXIMADO DEL VIDRIADO INTERNO	111
22	TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO Y EL DOBLE VIDRIADO INTERNO EN CONJUNTO	112
23	TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO EXTERNO	113
24	TL CALCULADO PARA EL DOBLE VIDRIADO EXTERNO	113
25	TL CALCULADO POR EL MÉTODO APROXIMADO PARA CADA VIDRIO EXTERNO	114
26	TL CALCULADO POR EL MÉTODO APROXIMADO PARA EL DOBLE VIDRIADO EXTERNO	114
27	TL CALCULADO PARA CADA VIDRIO Y EL DOBLE VIDRIADO EXTERNO EN CONJUNTO	115
28	TL PARA PUERTA SENCILLA	116
29	TL PARA PUERTA DOBLE CON CAMARA DE AIRE	116
30	RECOPILACION DE CALCULOS	117
31	ESPECIFICACIONES DE CADA MATERIAL Y EL COMPUESTO	120

32	TL DE CADA MATERIAL Y EL COMPUESTO	120
33	TL DEL LADRILLO	122
34	TL APROXIMADO DEL LADRILLO	122
35	TL DEL PANEL COMPUESTO POR LOS DOS MATERIALES	122
36	TL PARA PAREDES COMPUESTAS	123
37	TL DE CADA MATERIAL Y DEL SISTEMA COMPLETO	123
38	TL DEL CONCRETO Y EL YESO	125
39	TL APROXIMADO DEL CONCRETO Y EL YESO	125
40	TL DEL TECHO	126
41	TL APROXIMADO DEL TECHO	126
42	TL DE CADA MATERIAL PARA EL TECHO	127
43	ESPECIFICACIONES DE CADA MATERIAL PARA EL SISTEMA DEL TECHO	128
44	TL DE CADA MATERIAL Y EL COMPUESTO PARA EL SISTEMA DEL TECHO	128
45	TL PARED DEL FRENTE	130
46	FIBROCEMENTO SUPERBOARD	135
47	TL SISTEMA COMPLETO	136
48	FRECUENCIA CENTRAL POR BANDA DE OCTAVA	136
49	CALCULO DEL RT SABINE	137
50	SIMBOLOGIA PUNTOS ELECTRICOS Y DE COMUNICACIONES	147
51	CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO # 1	148
52	CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO # 2	148
53	CUADRO DE CARGAS PARA CIRCUITO # 3	148
54	SIMBOLOGIA DIAGRAMA ELECTRICO	149
55	SIMBOLOGIA DIAGRAMA EN BLOQUES	150
56	DATOS DE LA FRECUENCIA PARA EL MAXIMO AISLAMIENTO CON LA CAMARA	154
57	DATOS DEL PUNTO UNO DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO	173
58	DATOS DEL PUNTO DOS DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO	174
59	DATOS DEL PUNTO TRES DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO	175
60	DATOS DEL PUNTO CUATRO DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO	176
61	DATOS DEL PUNTO CINCO DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO	177
62	DATOS DEL PUNTO SEIS DE LA MEDICION DE RUIDO EXTERNO	178
63	DATOS DEL PUNTO UNO DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO	179
64	DATOS DEL PUNTO DOS DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO	180
65	DATOS DEL PUNTO TRES DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO	181
66	DATOS DEL PUNTO CUATRO DE LA MEDICION DE RUIDO INTERNO	182
67	POSICIÓN DE FUENTE 1 (IMPULSIVO)	183

68	POSICIÓN DE FUENTE 2 (IMPULSIVO)	183
69	VALORES DEL ANCHO (Δf_p) Y LA ALTURA (TL_p) DE LA PLACA PARA EL CALCULO DEL MÉTODO APROXIMADO DEL TL PARA LAS PLACAS.	184
70	TABLA 4.1 DEL LIBRO DE BARRON DE MATERIALES PARA EL CÁLCULO DEL TL APROXIMADO	184
71	ESPECIFICACIONES DE LA CABINA	185
72	ESPECIFICACIONES DEL SONOMETRO	186
73	ESPECIFICACIONES DE LA CONSOLA	188