

19
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN**

**"PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA
CABINA DE TRANSMISION CON
TRATAMIENTO ACUSTICO"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

MONICA JUAREZ RIVERO

SANTA CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Introducción	1
Antecedentes	2

CAPITULO I MATERIALES CONSTRUCTIVOS, MATERIALES ACUSTICOS Y METODOS DE ELIMINACION DE RUIDO.

I.1	Materiales de construcción	10
I.1.1	Materiales pétreos artificiales	11
I.1.2	Materiales aglomerantes	12
I.1.3	Materiales metálicos	15
I.2	Materiales acústicos	16
I.2.1	Características y clasificación de materiales aislantes	17
I.2.2	Corcho y sus aglomerados	19
I.2.3	Fibra de vidrio	19
I.2.4	Paneles de yeso	22
I.2.5	Espuma plástica aislante	23
I.2.6	Paneles de poliuretano	24
I.2.7	Paneles de espuma de poliestireno expandida..	25
I.2.8	Vermiculita	26
I.2.9	Arcilla expandida.....	28

MARCAS COMERCIALES

I.2.10	Kieselguhr	29
I.2.11	Plafones	30
I.2.12	Aislakor	33
I.2.13	Panel W	38
I.2.14	Panel Convitec	47
I.2.15	Siporex	49
I.3	Métodos de eliminación de ruido	51
I.3.1	Conceptos generales de propagación de ruido..	51
I.3.1.1	El sonido	51
I.3.1.2	Niveles de presión acústica	54
I.3.1.3	Nivel de potencia acústica	55
I.3.1.4	Nivel de intensidad acústica	56

I.3.1.5	Análisis de un ruido	56
I.3.1.6	Clasificación de ruidos	58
I.3.2	Coefficiente de absorción	60
I.3.2.1	Superficie de absorción equivalente	61
I.3.2.2	Relación entre la superficie de absorción de una sala y la duración de reverberación.....	61
I.3.2.3	Medida del coeficiente de absorción	62
I.3.3	Diferentes tipos de materiales absorbentes ...	62
I.3.3.1	Materiales fibrosos y con poros abiertos	63
I.3.3.2	Tableros reflexivos	64
I.3.3.3	Resonadores	66
I.3.3.4	Resonadores agrupados	68
I.3.4	Métodos de aislamiento acústico	69
I.3.4.1	Diferentes clases de muros para la eliminación de ruido	70
I.3.4.2	Aislamiento acústico de muros con estructura simple	71

CAPITULO II ANALISIS Y DISEÑO DE LA CABINA.

II.1	Diseño arquitectónico	74
II.2	Cálculo del volumen de la cabina	75
II.3	Cálculo de la superficie	86
II.4	Realización de una tabla de frecuencia de acuerdo a la absorción de los materiales utili- zados y la superficie de dichos materiales....	98
II.4.1	Tiempo de reverberación	102

CAPITULO III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CABINA.

III.1	Especificaciones de obra civil	105
III.1.1	Muros	105
III.1.2	Recubrimientos	107
III.1.3	Repellados	109
III.1.4	Pisos	110
III.1.5	Plafones	111
III.1.6	Carpintería	111
III.1.7	Instalación eléctrica	115

III.2	Evaluación previa a la construcción	118
III.3	Observaciones y recomendaciones	119
III.4	Especificaciones acústicas	120
III.4.1	Procedimiento para el control del ruido	120
III.4.2	Coefficiente de absorción en los materiales ...	121
III.4.3	Especificaciones para elementos atenuantes del ruido	125
III.4.4	Especificaciones para la fabricación de elementos reflejantes y absorbentes del sonido.....	127
III.4.5	Especificaciones para el acondicionamiento de puertas, en sono aislantes	139
III.4.6	Especificación para el acondicionamiento y fabricación de ventanas sono aislantes.....	140
CONCLUSIONES	144
BIBLIOGRAFIA	146

INTRODUCCION

Con la finalidad de formar una cabina de transmisión, la cual permita una insonorización de 30 db en cabina de control y 20 db en la de locutores en la estación de Radio Educación, ubicada en Angel Urraza No. 66 Col. Del Valle; se llevo a cabo el estudio acústico de dicha cabina.

El estudio acústico incluye trabajos de investigación y de campo que sirven para conocer los parámetros de absorción de ruido de los materiales de construcción y así poder dar las recomendaciones necesarias para su uso en las diferentes etapas de construcción de la cabina; se describen también las obras complementarias de las preparaciones para entradas y salida de audio, así como los métodos de diseño empleados para definir la estructura de la cabina y los procedimientos generales de construcción.

Esta tesis contiene además las especificaciones generales de la calidad de materiales y normas para el control de está durante la construcción, así como las mediciones necesarias que logren cumplir las tolerancias permisibles en este tipo de obra.

ANTECEDENTES

Al proyectar una sala, ya sea para conferencias, audiciones, grabación, etc., primeramente se tiene que tomar en cuenta la cantidad de personas para la cual se tiene que diseñar.

La calidad de las grabaciones de sonido depende en forma fundamental de las condiciones acústicas de los estudios donde se llevan a cabo. Estas características están íntimamente relacionadas con la forma, el volumen, los materiales y elementos arquitectónicos que integran el espacio interior de los estudios.

Estos conceptos se tomaron como base para llevar a cabo el proyecto acústico-arquitectónico de los estudios de grabación de Radio Educación. Ubicados en Angel Urraza No. 66, Colonia del Valle.

Básicamente, podemos resumir en tres grupos, los aspectos que determinan la calidad de un estudio de grabación:

- a) Las condiciones de aislamiento sonoro
- b) Las condiciones acústicas del interior del estudio
- c) Tiempo de reverberación

a) CONDICIONES DE AISLAMIENTO SONORO

El aislamiento sonoro de un estudio de grabación es quizá el factor más importante para su buen funcionamiento y depende de múltiples aspectos, entre los que se encuentran el ambiente acústico del área urbana donde se ubiquen, y su relación con los demás espacios arquitectónicos del conjunto.

A veces no es posible ubicar un edificio en el lugar indicado, sino por el contrario, se construye en una ciudad ruidosa. En casos como éste deben tomarse medidas para eliminar el máximo de ruido posible.

La manera de prevenir la transmisión del sonido, es evidente, pero no siempre es fácil de llevar a cabo.

Considerando que el nivel de ruido es de cien decibeles, se calcularon las necesidades de aislamiento del ruido aéreo para los muros y el techo de los estudios.

El aislamiento está constituido por dos muros; uno de concreto, de 20 cm de ancho, y otro de 15 cm, de tabique rojo recocido con aplanado de yeso, con una cámara de aire de 15 cm entre cada uno.

Para evitar la transmisión de ruidos por impactos, es recomendable poner a la losa de concreto, en la parte superior, un piso flotante y en el inferior, un falso plafón. Si al piso se le agrega una alfombra, es mayor aún la pérdida de transmisión.

b) **CONDICIONES ACUSTICAS DEL INTERIOR DEL ESTUDIO**

Las condiciones acústicas del interior de los estudios de grabación dependen de los materiales de acabados, proporción y forma de los elementos arquitectónicos.

Estos factores son los que determinan el patrón de reflejos sonoros y, por lo tanto, fijan las características reverberativas de cada estudio.

Por motivos de construcción y diseño, el aislamiento sonoro muy pocas veces causa problemas graves, mientras que las condiciones de acondicionamiento acústico, por la necesidad de tener que usar diferentes materiales, propicia que la gama de frecuencias audibles se vea afectada, es por eso que su diseño es más complicado por tener que ser su cálculo muy preciso para obtener una respuesta en todas las frecuencias.

Desde la etapa de anteproyecto de los estudios de grabación, se estudiaron las disposiciones de muros, lambrines y plafones para evitar reflejos con retraso mayor de 35 milisegundos; asimismo, se buscó tener una difusión adecuada del sonido, que nos permita medir en toda el área de los estudios, diferencias menores de 3 db al instalar una fuente sonora en su interior.

c) TIEMPO DE REVERBERACION

Tiempo de reverberación es el número de segundos o fracciones de segundo que un sonido permanece audible en una habitación después de que la fuente sonora lo ha emitido.

El tiempo de reverberación para un estudio de grabación, depende del volumen, así como de la absorción de los materiales de dicho estudio, siendo la relación para conocer el tiempo:

$$T = KV/A$$

Donde:

T = Tiempo de reverberación en segundos

K = Constante

V = Volumen

A = Capacidad total de absorción de las superficies interiores, dada en cabina.

El tiempo de reverberación recomendable para los estudios de grabación se encuentra en las gráficas de tiempo de reverberación vs. volumen de la audio-enciclopedia, que se anexan en el capítulo II.

Para calcular el tiempo de reverberación se realizaron los siguientes pasos:

1.- Se calculó el volumen del estudio.

Para calcular el volumen se realiza lo siguiente:

- a) Se calcula la superficie del piso sin acondicionamiento acústico.
Se calcula la superficie del piso ocupada por recubrimiento acústico de las paredes.
- b) A la superficie total del piso le disminuimos la superficie ocupada por el recubrimiento acústico de las paredes.
- c) Obtenida la superficie real del piso, se multiplica por la altura máxima del estudio para obtener el volumen. Tomando en cuenta que el techo de la sala es de altura variable.
- d) Al volumen obtenido se le disminuye el espacio ocupado por las irregularidades del techo y paredes, obteniéndose así el volumen real del estudio.

- 2.- Se calcularon las superficies interiores del estudio.

El cálculo de las superficies comprenderá las dimensiones de paredes, piso y techo, considerando todos los factores que afecten al problema, como lámparas, ductos de aire acondicionado, puertas, cristales para ventana, etc.

- 3.- Se anotarán los tipos de material usados y la superficie ocupada por dichos materiales.

- 4.- Se calcula la absorción del estudio.

Se realizó una tabla indicando el tipo de material, la superficie ocupada por el material y el coeficiente de absorción que tiene para la gama de frecuencias audibles. Conocido el coeficiente de absorción del material y la superficie, se procederá a calcular la absorción de la sala a las diferentes frecuencias.

5.- Obtención del tiempo de reverberación

Con los datos obtenidos anteriormente se encontró el tiempo de reverberación mediante la expresión:

$$T = 0.05 V/A$$

Donde V se calculó en el paso 1º y A en 4º paso

El tiempo de reverberación se graficó considerando el volumen constante y la absorción variable a diferentes frecuencias.

CAPITULO I

" MATERIALES CONSTRUCTIVOS, MATERIALES ACUSTICOS Y
METODOS DE ELIMINACION DE RUIDO "

OBJETIVO:

Estudiar los diferentes materiales que se utili_
zan en la construcción de una cabina de sonido _
como: concreto, tabique, yeso y madera, entre _
otros, que sirven para absorber la energía trans_
mitida por ondas sonoras; así como los diferen_
tes materiales acústicos y los métodos que se u_
tilizan para la reducción del ruido en espacios_
que requieren esta condición.

I.1.1 MATERIALES PETREOS ARTIFICIALES

Se fabrican en sustitución de los materiales naturales, para obtener otros con características y propiedades diferentes de los que se extraen de las canteras.

Los productos cerámicos se obtienen mediante la cocción de materias arcillosas naturales, previamente moldeadas.

Comprenden dos ramas: la tejería, que elabora los materiales de construcción (ladrillos, tejas, tubos, etc.), y la fabricación de la cerámica fina que es la alfarería (loza y porcelana).

Las arcillas son rocas sedimentarias disgregadas: compuestos de silicatos aluminicos hidratados cristalizados procedentes de la descomposición de los feldspatos por la acción erosiva de la atmósfera, junto con la acción química del anhídrido carbónico y emanaciones volcánicas.

Generalmente los minerales arcillosos están impurificados por diversos cuerpos procedentes de la roca que los originó, como el cuarzo, carbonato cálcico, sulfatos sódicos y micas adquiridas durante el traslado y sedimentación, comunicándoles propiedades que las hacen aptas para distintas aplicaciones, volviéndolas más o menos plásticas.

I.1.2 Materiales Aglomerantes

Son aquellos materiales que mezclados con agua se hacen plásticos y que al secarse alcanzan cierto grado de resistencia mecánica.

En raras ocasiones se usan en estas condiciones, pues siempre se mezclan materiales inertes en forma fraccionada o pulverizada por razones técnicas y económicas.

Mortero

Son mezclas plásticas obtenidas con un aglomerante, arena y agua, que sirven para unir entre otros, a las piedras o ladrillos que integran las obras y para revestirlos con enlucidos y diferentes acabados.

La porosidad que dejen los morteros puede llenarse de un líquido que penetre por capilaridad o presión, llamados hidrófugos.

Hidrófugos

Son los productos que agregados a los morteros o concretos, obturan los huecos, actuando mecánica o químicamente. Se clasifican en hidrófugos de superficie y de masa, según que se apliquen en forma de enlucido o se incorporen al mortero o concreto.

Clasificación:

- Polvos inertes
- Polvos activos
- Fluoruros
- Coloides

Polvos inertes.- Son los que tienen por objeto mejorar la composición granulométrica cuando faltan granos muy finos. Se agregan en seco y deben ser homogeneizados.

Debilitan las resistencias por aumentar el agua de amasado. Los más corrientes son el sulfato bórico, kieselgur, sílice pulverizado, arcilla coloidal, silicato magnésico, etc.

Polvos activos.- Se forman con la cal hidratada, puzolana, filler, caliza, etc.

Fluoruros.- Forman depósitos capilares insolubles.

Coloides.- Son obtenidos generalmente de las algas, cuya algina o ácido algínico se combina con la cal, formando un alginato cálcico coloidal que se hincha con el agua.

Los hidrófugos deberán tener la propiedad de ser adherentes, no atacar al aglomerante, no ablandarse por el calor, no agrietarse con el frío y no envejecer con el tiempo.

Aglomerantes de corcho

Es la corteza del alcornoque; está constituido por células microscópicas de tejido orgánico, llenas de aire, sin comunicación entre sí, y aglomerados por sustancias resinosas.

Para la elaboración de corcho aglomerado se parte de los desperdicios de la industria corchotaponera, reduciendo el corcho a serrín por medio de máquinas ralladoras y molinos especiales, siendo a continuación esterilizado mediante una corriente de aire caliente a 150°C para evitar se desarrollen los hongos y microorganismos, que infectarían los productos fabricados y locales.

Se emplean para aislar del calor, frío y sonido las paredes, techos y tuberías, en pavimentos continuos o en parquets, peldaños, etc., amortiguador de ruido y trepidación, como bases de maquinaria, etc.

Yeso

Se obtiene mediante un proceso de calcinación, siendo uno de los materiales más antiguamente conocido y utilizado.

Actualmente encuentra gran aplicación en revestimiento de interiores, constituyendo superficies lisas y tersas.

Aparte de ser un material de construcción muy utilizado, cae también dentro de los materiales acústicos más utilizados.

I.1.3 Materiales Metálicos.

Los metales más usados en la construcción son el hierro, plomo, zinc, cobre, estaño y aluminio.

Para poder ser empleados industrialmente deben ser, además de fácil obtención, moldeables para darles formas más apropiadas según su empleo, y el de alcanzar ciertas resistencias.

Los metales se forman : fundiéndolos y colocándolos en moldes, donde solidifican y enfrían según su mayor o menor fusibilidad, por medios mecánicos a elevada temperatura, según su forjabilidad; en frío, según su maleabilidad y, finalmente, por separación y acoplamiento, según las propiedades de fácil corte y soldadura.

Aluminio

Es un metal blanco brillante con matiz ligeramente azulado, de estructura fibrosa, blando, 2.9 de la escala de Mohs, muy ligero. Es muy dúctil y maleable, pudiendo obtenerse en hilos y hojas. Las resistencias mecánicas dependen del grado de pureza; cuanto más lo es, disminuyen la resistencia y dureza y aumenta el alargamiento.

El aluminio se protege con una capa de óxido obtenido por electrólisis y se puede colorear, obteniéndose el aluminio anodizado, muy empleado en decoración.

El aluminio puede soldarse con soplete o eléctricamente, debiéndose emplear fundentes para eliminar la capa de óxido, con sales

halogenadas de los metales alcalino-térreos y metal para soldar muy fluido a base de aluminio, cobre y níquel.

I.2 MATERIALES ACUSTICOS

Materiales aislantes

Son los productos que por sus características especiales se utilizan para formar una especie de barrera al paso del frío o del calor del exterior al interior de un local o viceversa, al paso de ruidos, vibraciones, etc.

Los aislamientos más interesantes desde el punto de vista del constructor son: aislamiento térmico, (protección contra frío o calor), aislamiento acústico, (protección contra ruidos), y aislamiento ignífugo, (protección contra el fuego).

En el trabajo que se realizó, se enfocó al aislamiento acústico, y, para comprender este concepto, es necesario que primero definamos a los materiales antivibratorios y a los materiales absorbentes.

Materiales antivibratorios, se oponen a la transmisión de las vibraciones, provocadas por las máquinas y los impactos. Este tipo de aislamiento se emplea en la construcción, en los montajes o dispositivos colocados bajo las máquinas: de ascensores, calefactores, etc., y para la realización de losa flotante. Para estos tipos existen el corcho, el caucho y las fibras minerales.

Materiales absorbentes, se utilizan para la corrección acústica. En lugar de reflejar la onda incidente, absorben una gran parte de su energía y la transforman en calor por efecto de su porosidad. Generalmente son productos de fibras minerales, vegetales o animales.

I.2.1 CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION DE MATERIALES AISLANTES

Un aislante térmico deberá ofrecer una buena resistencia a la transmisión del calor. Un producto de corrección acústica debe poseer un alto coeficiente de absorción en la gama de frecuencias a corregir.

Independientemente de sus propiedades específicas, los aislantes tienen cualidades complementarias en función de los imperativos de su colocación.

Las principales cualidades son:

- Incombustibilidad.
- Buena resistencia mecánica.
- Ausencia de propiedades corrosivas para los materiales con los que está el aislante en contacto.
- Estabilidad física y química: ausencia de dilata_____

tación excesiva al calor, resistencia a diversos agentes de destrucción: humedad u oxidación.

- Flexibilidad o rigidez según la estructura.
- Estética, si el producto queda visible.
- Precio en relación con el servicio que presta.

Clasificación de materiales aislantes

- Corcho } Corcho aglomerado
- Fibra de vidrio } Lana de vidrio
Seda de vidrio
- Paneles de yeso
- Espuma plástica aislante
- Paneles de poliuretano
- Paneles de espuma de poliestireno expandida
- Vermiculita
- Arcilla expandida
- kieselguhr
- Amianto (asbesto) } Amianto pulverizado

I.2.2 CORCHO Y SUS AGLOMERADOS

Forman parte de los materiales de construcción y fueron de finidos con anterioridad.

I.2.3 FIBRA DE VIDRIO

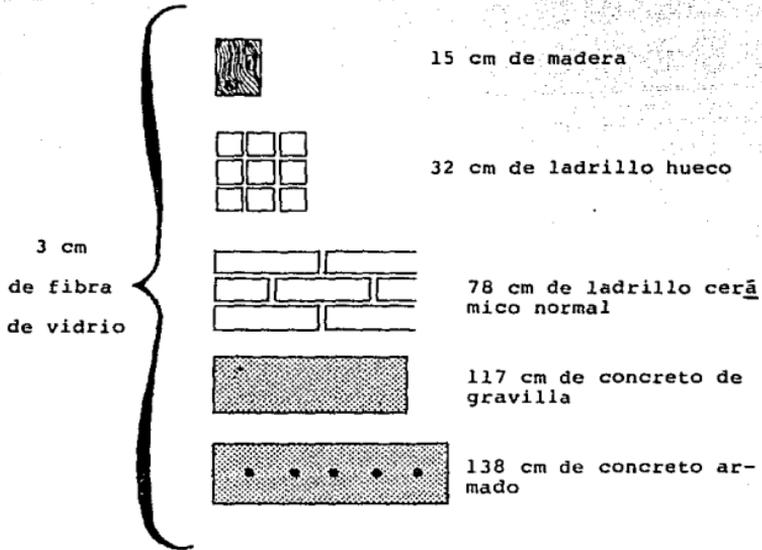
Es un material en forma de fibras, las cuales son obtenidas del vidrio, generalmente se fabrica por dos procedimientos.

1.- Estirado del vidrio por centrifugación, al caer éste sobre un disco dotado de un movimiento muy rápido de rotación, obteniéndose la fibra de lana de vidrio.

2.- Estirado mecánico del vidrio fundido por hileras de diámetro variable y su enrollamiento sobre tambores que giran a gran velocidad.

El producto que se obtiene es seda de vidrio.

Este material aparte de sus propiedades de aislamiento es incombustible e imputrescible, de facilidad de colocación y de poco peso.



Equivalencia aislante del espesor de 3 cm de fibra de vidrio con otros materiales utilizados en construcción.

Formas de presentación

Las formas en que se presenta la fibra de vidrio para su aplicación en la construcción son:

- a) Fieltro con soporte de papel, recomendado para muros con doble tabique: terrazas con cámara de aire; cubiertas de concreto y en diente de sierra; desvanes y tejados.
- b) Fieltro con soporte de cartón, recomendable para muros con doble tabique, cubiertas de concreto y en diente de sierra.
- c) Fieltro con tela metálica, para muros sencillos de tabique, cubiertas de concreto y en diente de sierra.
- d) Fieltro con arpillera, para aquellos aislamientos que no llevan otro recubrimiento (enlucido, tabique, etc.), propio para edificios industriales donde la apariencia estética no tiene gran importancia.
- e) Fieltro con cañizo, para aislamiento de techos rasos, muros sin doble tabique, etc.; es decir, permite realizar un enlucido directamente sobre el soporte de cañizo del fieltro de la fibra de vidrio. También en terrazas con aislamiento por encima del piso y pisos flotantes.

- f) Coquillas para aislar tuberías de calefacción y proteger tuberías de agua de las heladas.
- g) Burlete, es idéntica la aplicación a la de las coquillas.
- h) Madejas de seda de vidrio, para confeccionar fieltros especiales resistentes a la compresión, en terrazas bajo concreto.
- i) Borra, para relleno entre dobles tabiques con cámara de aire, desvanes, etc.

1.2.4 PANELES DE YESO

Están constituidos por yeso de escayola, lana mineral y papel metalizado, materiales incombustibles capaces de evitar la propagación de un posible incendio.

Una de las características principales de estos paneles es la anulación de resonancias debido a su elevado grado de absorción del sonido, lo que resulta interesante en locales de trabajo como fábricas y talleres, oficinas, etc., al igual que en estancias de reposo y en locales de afluencia de público (clínicas, hospitales, hoteles, salas de espectáculos, etc.).

I.2.5 ESPUMA PLASTICA AISLANTE

Se trata de una resina de urea formaldehido de endurecimiento en frío. Tiene aplicación en el aislamiento de paredes, tanto térmico como acústico.

Las casas suministradoras se encargan de su colocación. La fabrican en la misma obra con un aparato especial, inyectándolo en el lugar donde tiene que ir colocado.

Se aplica en el relleno de la cámara de aire dejada para tal fin entre dos tabiques. En las naves industriales se utiliza un sencillo soporte de arpillera.

I.2.6 PANELES DE POLIURETANO

Estos paneles constan esencialmente de un alma de poliuretano, dos caras exteriores de acabado y junta de neopreno.

El poliuretano se inyecta a presión entre las dos caras del acabado, durante la elaboración del panel. Las caras, interior y exterior, pueden ser de materiales normales empleados en la construcción tales como fibrocemento, acero galvanizado, aluminio, vidrio, mármol, etc., e incluso pueden hacerse combinaciones entre éstos.

Pueden fabricarse en muy diferentes medidas, según sean las necesidades. No obstante, sus dimensiones máximas no exceden normalmente de 1.50 m de ancho, 3.50 m de largo y 10 cm de espesor.

Estos paneles, se utilizan para el aislamiento térmico y acústico. Sus aplicaciones son muy diversas: muros cortina, muros panel, muros divisorios, cubiertas, edificaciones industriales, edificios prefabricados, cámaras y vagones frigoríficos, etc.

Las formas de recibo y anclaje de los paneles son múltiples, ya que en la obra se puede estudiar la solución más conveniente.

I.2.7 PANELES DE ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Estos paneles están formados por espuma rígida de poliestireno expandido, que forma una estructura celular cerrada y sin ninguna comunicación entre los huecos.

Es un material sumamente ligero y su manipulación es sencilla, tanto en lo referente al cortado como a la fijación. Se utiliza para el aislamiento térmico, acústico y de humedades. Se aplica en paredes y tabiques, suelos, techos y cubiertas.

Estos paneles pueden suministrarse en cualquier medida hasta un máximo de 200 x 100 x 50 cm, con un peso aproximado de 15 kg por metro cúbico. El color es blanco y algo traslúcido cuando se presenta en espesores reducidos.

I.2.8 VERMICULITA

La vermiculita es un material derivado de la descomposición de la mica y que contiene agua cristalizada. Este mineral se somete al calor en hornos apropiados, por lo que sus escamas debido al agua de cristalización que contiene se convierten en gránulos incorporando células de aire, de forma que se transforma en un material ligero con un alto grado aislante, tanto térmico como acústico.

El peso de la vermiculita es de 60 a 150 kg por metro cúbico. Sus principales aplicaciones son:

- a) Como sustituto de los áridos clásicos (grava y arena) para la confección de concretos ligeros muy aislantes, siendo interesante esta forma para la construcción de paredes divisorias, o sea que no soporten carga, y soleras.

La dosificación que se emplea es de 1:3 y 1:10, siendo interesante que se ponga en la olla de concreto la vermiculita con la mitad del agua necesaria para que se humedezca bien; después se vacía el cemento y el resto de agua; el concreto queda preparado en unos cinco minutos.

b) Como material de relleno, vertiéndolo en el hueco o cámara dejada entre dos muros o tabiques; encima de una solera, (entre el tejado y el techo).

c) Para revoques y enlucidos aislantes y protectores contra el fuego. Puede mezclarse con yeso o con cemento y puede aplicarse en la forma corriente o con pistola.

1.2.9 ARCILLA EXPANDIDA

La arcilla expandida también es utilizada como material aislante. El esponjamiento de la arcilla se consigue sometiéndola a una elevada temperatura hasta alcanzar el punto de fusión, momento en que tiene lugar la expansión. Después la arcilla se tritura y se clasifica por graduaciones.

Pueden confeccionarse, utilizando arcilla expandida con ácido, concretos ligeros a la vez que aislantes. Los productos fabricados (placas, ladrillos, bloques, etc.) tienen por finalidad el aislamiento de la construcción. La arcilla expandida se emplea también en el relleno de cámaras de aislamiento.

Se fabrican piezas de arcilla expandida para el revestimiento exterior de paredes, elementos de gran formato para fachadas y en paredes-cortina en estructuras de concreto armado o de acero. Se construyen paneles armados hasta una longitud de 6.50 m de ancho. La cara exterior puede ser enlucida o revestida. La interior es lisa y está preparada para pintarse directamente.

I.2.10 KIESELGUHR

Este producto se conoce con el nombre de tierra de infusorios y también por el de tierra fósil. "Proviene de la disgregación de rocas cuarzosas y consiste en una tierra blanco-amarilla formada por caparzones de animales de tamaño microscópico."

Sus principales características son: pequeña conductibilidad térmica, gran poder refractario y poco peso, lo que hace de este material un buen producto aislante y protector contra el fuego.

Para aislamientos en construcción, el kieselguhr se acostumbra a utilizar en forma de ladrillos y placas, aglomeradas a veces con amianto, corcho y otros materiales similares.

Amianto (Asbesto)

Es una fibra mineral producida por la descomposición de la horblenda, siendo un material muy importante como protector contra el fuego y con valor aislante acústico y térmico bastante alto. Otra aplicación en la construcción es para la fabricación de tubos y planchas de fibrocemento.

Como material aislante o refractario (protección contra el fuego) se utiliza en forma de tejido de fieltros, armados a veces con telas metálicas, molido y mezclado con vidrio soluble, y mediante un proceso de laminación se obtienen placas que se acostumbra a usar con tela metálica, de gran valor aislante.

Amianto pulverizado

Otra forma de utilizar el amianto es aplicándolo pulverizado y a presión contra la superficie que interesa revestir hasta formar una capa de un espesor que puede variar entre 6 y 25 mm ; por este sistema se obtiene un revoque que ofrece un buen aislamiento térmico, acústico, antivibratorio, ignífugo y anticondensatorio.

I.2.11 PLAFONES

Plafón de metal desplegado

Este puede pintarse o barnizarse siendo resistente a los golpes y fuego y estable a los cambios de temperatura.

Normalmente se usa para aislar y mantener la fuerza del sonido. El sistema de fijación es el siguiente:

- 1) Metal desplegado
- 2) Canaletas
- 3) Alambres colgantes (tirantes)
- 4) Gancho anclado
- 5) Losa
- 6) Amarre (alambre con ganchos)

Plafón de material aislante

Estos plafones están hechos de material suave para mayor neutralización de sonido, se colocan en techos, muros y pisos mediante clavos, tornillos, grapas o pegamento.

Plafón de placas de material acústico

Se fabrica con fibra de madera perforada (uniforme o irregular) incombustible, pintadas con material lavable, por lo que pueden repintarse cuando se quiera. Se pueden pegar, clavar o atornillar a marcos de madera, muros, techos, etc.

Normalmente estos plafones tienen la función de albergar instalaciones y aislar materiales y acabados.

Definición de Tablaroca

La tablaroca es roca de sulfato de calcio calcinada_ mejorada con aditivos, la cual es posteriormente laminada en diver_ sos tamaños y espesores, para usarse como el más ventajoso substitu_ to de muros tradicionales, plafones de diversos tipos, divisiones y_ aplanados en muros.

Plafón de Tablaroca

La tablaroca se puede emplear prácticamente en cual_ quier tipo de plafón que se requiera, ya sea adherido a losas planas o reticulares, o bien en plafones suspendidos; lisos, con bastidor _ oculto, o modulados, tipo registrable, sobre estructura visible.

Su instalación es sumamente rápida, limpia y totalmen_ te en seco, que permite decorarlo inmediatamente en la forma deseada.

La combinación del uso de tablaroca en plafones y mu_ ros divisorios brinda una efectiva protección contra el fuego a las_ estructuras de acero y otras instalaciones que intervienen en edifi_ cios de construcción superior.

I.2.12 AISLAKOR

Aislakor es un aislante térmico desarrollado especialmente para la construcción, consistente en dos hojas de fieltro asfaltado y unidas por espuma rígida de poliuretano, para formar un módulo ligero, resistente y fácil de instalar.

El bajo índice de conductividad térmica del poliuretano permite a aislakor ofrecer, centímetro contra centímetro, cuando menos el doble poder aislante que otros tipos de aislamientos.

Ventajas

1) Poder aislante.

Debido a su alma de poliuretano, aislakor es uno de los mejores aislantes térmicos del mercado, superando cuando menos por el doble a cualquier otro material.

El aislamiento con aislakor representa, según el caso, del 1 al 3% del costo de construcción por metro cuadrado y permite ahorros en equipo y energía.

2) Economía en equipo.

El poder aislante de aislakor, permite utilizar menor capacidad de equipo de aire acondicionado hasta en un 36%, provocando menores costos de inversión.

3) Ahorro en energía.

El consumo de energía se ve reducido hasta en un 50%, los aparatos trabajan menos y la temperatura deseada se conserva más.

4) Fácil de instalar.

Se fabrica en forma de módulo, se instala fácil y rápidamente sobre cualquier superficie, evitando equipo complicado o costoso.

5) Compatible.

Es compatible y adaptable con cualquier sistema de impermeabilización, inclusive puede recibir el asfalto en caliente hasta temperaturas de 150° a 180° C sin deteriorarse; además forma con la impermeabilización un sistema integral reforzado de larga vida.

6) Ligero.

Sólo pesa 2.00 kg/mt², facilitando su transportación, almacenaje e instalación.

7) Resistente.

Soporta cargas permanentes hasta de 1 kg/cm²; esto permite el tránsito esporádico, transportación, estiba y manejo sin problemas.

8) Durable.

No constituye alimento para roedores, termitas polilla y otros insectos; resiste además la

brisa marina, ácidos, solventes, aceites mi_
nerales, etc.

Forma de aplicarse

- 1) Se limpia la losa completamente (de polvo, __
arena, mortero suelto, humedad, etc.).

- 2) Se aplica una pintura primaria tapaporo y pos_
teriormente el asfalto caliente para fijar el
aislante a la superficie de la losa.

- 3) Después del asfalto caliente se colocan inme_
diatamente los módulos de aislakor. Aisla_
kor puede recibir directamente la primera ca_
pa de asfalto y proseguir así con el sistema_
de impermeabilización deseado.

Características y especificaciones

Conductividad térmica:	K= 0.14 BTU-Pulg/hr.pie ² h°F ó 0.017 K Cal. M/hr.M ² °C conforme a la norma ASTM-C-177
Densidad promedio:	2 Lbs./pie ³ ó 32 kg/m ³ conforme a la norma ASTM-D-1622
Resistencia térmica:	(BTU'S/hr.pie ² °F) Factor R para una pulgada de espesor = 7.14 Factor R para dos pulgadas de espesor = 14.28
Resistencia a la compresión:	14.22 Lbs/pulg ² (1.0 Kg/cm ²) conforme a la norma ASTM-D-695
Medidas (placa):	2.54 x 90 x 112 cms. 5.08 x 85 x 118 cms.
Autoextingible:	Así se considera este plás tico celular, debido a la_ inclusión de un retardante contra el fuego, conforme_ a la norma de ASTM-D-1692

Aislakor en muros

Puede aplicarse en muros de varias formas:

- a) Interior de muros dobles macizos (fig.1)
- b) Interior de muros exteriores o perimetrales, acabados a base de tableros de yeso (fig. 2)
- c) Cara interior o exterior de muros, aislakor puede fijarse al muro en su cara interior o exterior. Una vez adherido, se procede a dar el acabado que se desee, poniendo antes del acabado (ya sea interior o exterior), una malla desplegada para darle mayor resistencia a éste. El acabado final puede ser con pasta de cemento o yeso directamente (fig. 3).

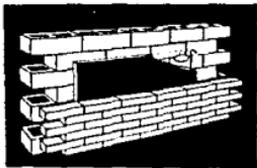


FIG. 1

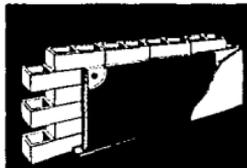


FIG. 2

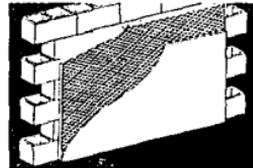


FIG. 3

I.2.13 PANEL W

El panel W está formado por una estructura tridimensional de alambre y un alma de espumado sintético colocado al centro de la estructura, dejando un espacio libre de ambos lados entre el espumado y la malla para la aplicación del mortero. Una vez instalado en la obra, se le aplica mortero cemento-arena de río en proporción 1:4 por las dos caras, hasta alcanzar el espesor deseado.

Como parte complementaria se fabrica una tira de malla o zig zag, que es un elemento de unión entre los paneles, el cual suministra la misma cantidad de acero que se interrumpe, dando así la continuidad necesaria en dicha unión.

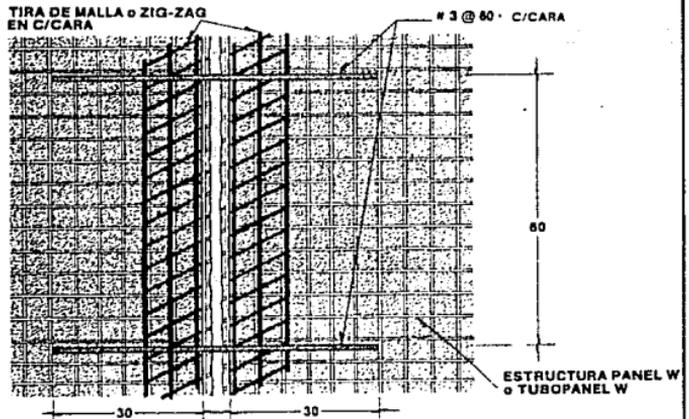
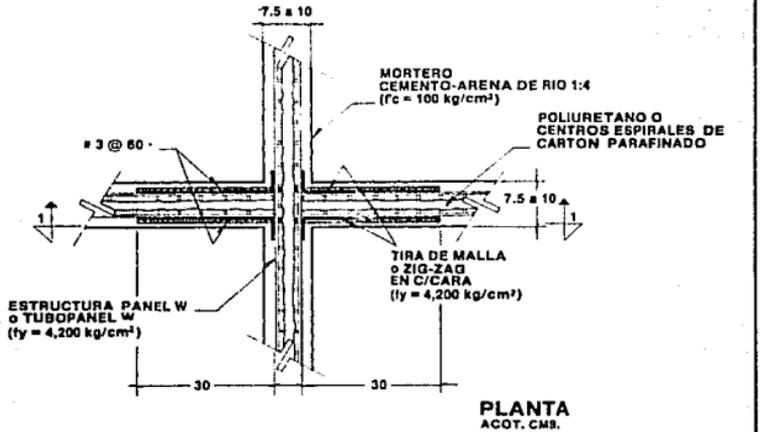
Ventajas del sistema de construcción.

- a) Facilidad de manejo en obra
- b) Simplicidad y rapidez en la colocación
- c) Adaptable a cualquier estructura
- d) Aislante térmico y acústico
- e) Reduce costos en cimentación
- f) No requiere mano de obra especializada

Dimensiones estándar

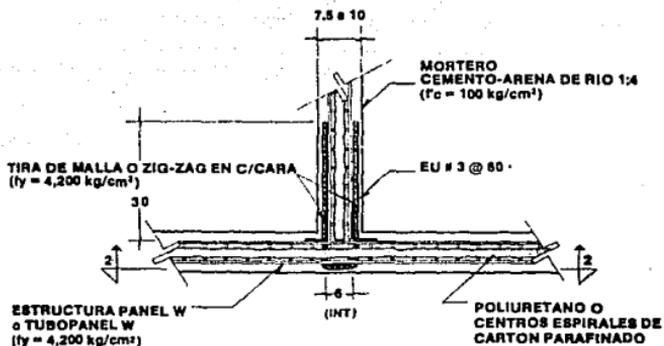
Panel W		ZIG-ZAG	
Largo	2.44 m.	Largo	2.44 m.
Ancho	1.22 m.	Ancho	0.15 m.
Espesor	0.05 m.		

DETALLE 1 UNION MUROS EN INTERSECCION

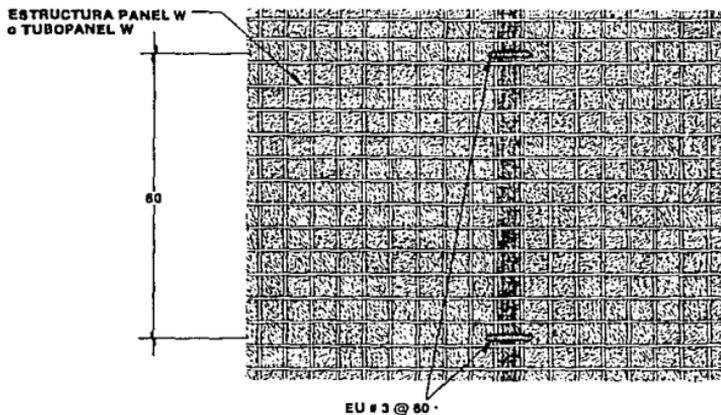


* REFUERZO PARA ESPESORES MAYORES A 6 CMS.
EN PANEL W Y 9 CMS. EN TUBOPANEL W
RECOMENDAMOS UTILIZAR
ALAMBRE RECOCIDO CAL. 18 PARA AMARRES

DETALLE 2 UNION MUROS EN "T"



PLANTA
ACOT. CMS.



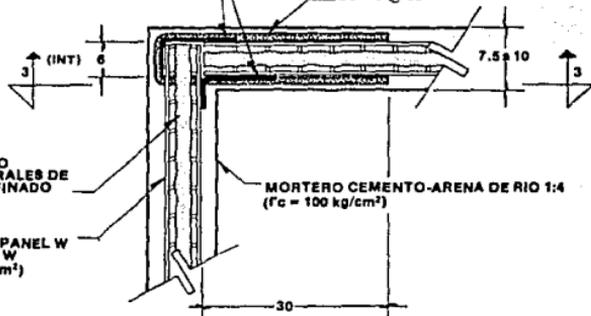
* REFUERZO PARA ESPESORES MAYORES A 6 CMS.
EN PANEL W Y 9 CMS. EN TUBOPANEL W
RECOMENDAMOS UTILIZAR
ALAMBRE RECOCIDO CAL. 18 PARA AMARRÉS

CORTE 2-2
ACOT. CMS.

DETALLE 3 UNION MUROS EN ESCUADRA

TIRA DE MALLA o ZIG-ZAG EN C/CARA
($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$)

EU # 3 @ 60

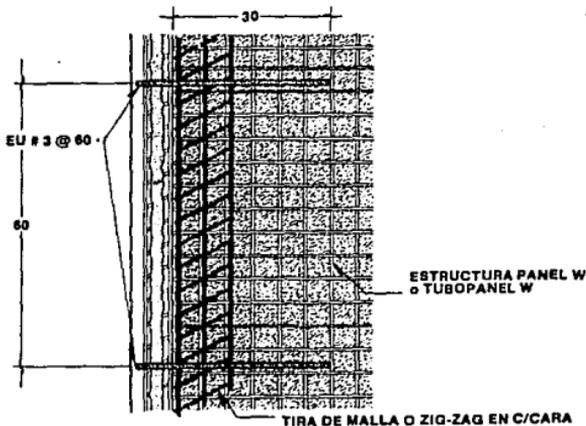


POLIURETANO O
CENTROS ESPIRALES DE
CARTON PARAFINADO

MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO 1:4
($f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$)

ESTRUCTURA PANEL W
o TUBOPANEL W
($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$)

PLANTA
ACOT. CMS.



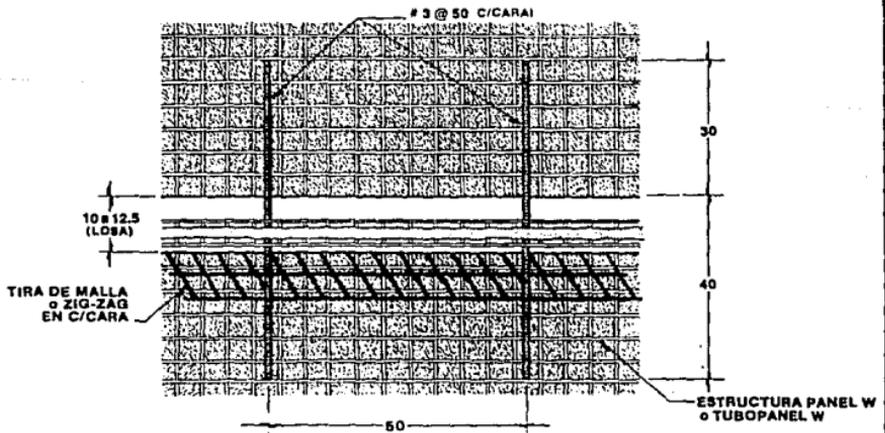
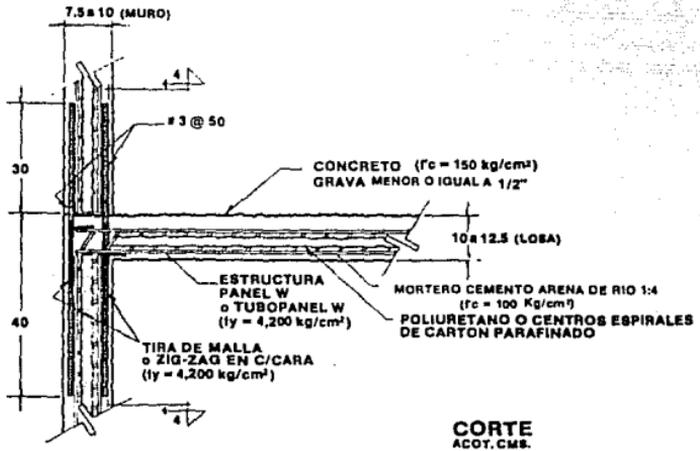
ESTRUCTURA PANEL W
o TUBOPANEL W

TIRA DE MALLA o ZIG-ZAG EN C/CARA

* REFUERZO PARA ESPESORES MAYORES A 8 CMS.
EN PANEL W Y 8 CMS. EN TUBOPANEL W
RECOMENDAMOS UTILIZAR
ALAMBRE RECOCIDO CAL. 18 PARA AMARRES

CORTE 3-3
ACOT. CMS.

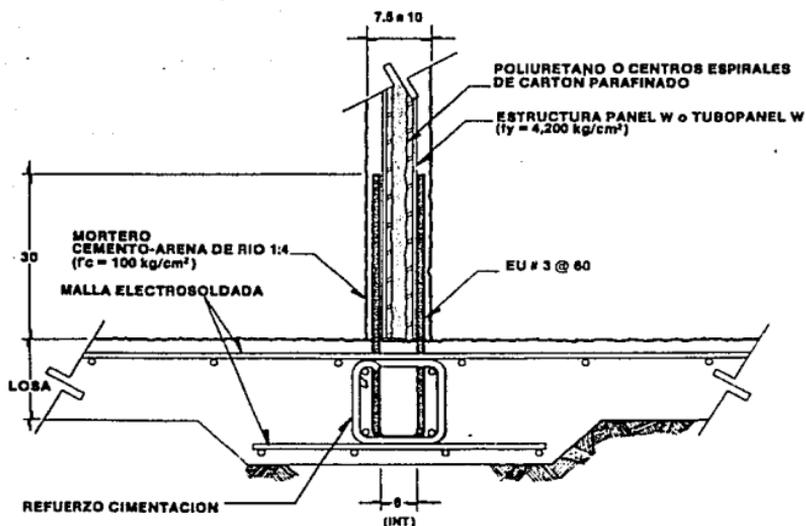
DETALLE 4 UNION MUROS SOBRE LOSA



RECOMENDAMOS UTILIZAR
ALAMBRE RECOCIDO CAL. 18 PARA AMARRES

**CORTE 4-4
ACOT. C.M.S.**

DETALLE 5 CIMENTACION LOSA CORRIDA



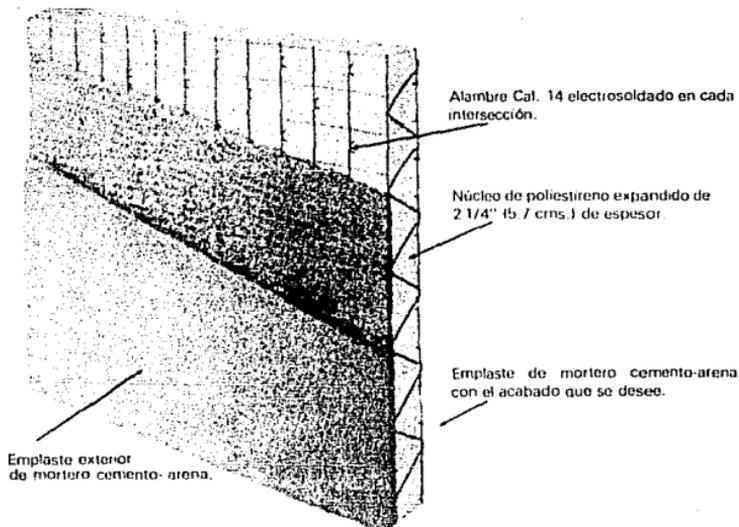
CORTE
ACOT. CMB.

1.2.14 Panel convitec

Panel convitec es una armadura tridimensional de alambre de acero con núcleo de poliestireno.

Una capa de emplaste de mortero cemento-arena se aplica con pistola o manualmente en la parte exterior e interior.

El resultado es un muro de concreto reforzado con excelente resistencia estructural.



Reducción de tiempo

Se maneja y levanta fácilmente. Cada panel de 1.22 x 2.44 m pesa 12 kg. El sistema completo de construcción es simple, rápido y no requiere mano de obra especializada.

Es resistente

El muro terminado con un emplaste de 2.5 cm de mortero reforzado en el interior y exterior, cuenta con excelente resistencia estructural.

Durable

Evita la mayoría de los problemas de plagas que se pueden presentar en los muros convencionales. Además, los muros son resistentes al fuego y a los sismos.

Amortigua el sonido

La dureza de la superficie exterior y el núcleo de poliuretano expandido suave, se combina para proporcionar propiedades acústicas. Aparte de la construcción residencial y comercial, el nuevo sistema de construcción crea una barrera de sonido a bajo costo.

I.2.15 SIPOREX

Los bloques siporex son elementos sin refuerzo que se utilizan para muros de carga o divisorios. Asimismo, se usan para aislamiento térmico, acústico y protección contra fuego, etc.

Dimensiones

Longitud	50 cm
Altura	25 ó 50 cm
Espesor	7.5, 10, 12.5, 15, 17.5 y 20 cm

Densidad

- 0.4 Se usa para aislamiento térmico
- 0.5 Recomendable para muro de carga o divisorio
- 0.65 Se recomienda para muro de carga o divisorio, donde se requieren mayores resistencias.

Peso para fines de cimentación y estructura (kg/m²)

Densidad	Espesor (cm)					
	7.5	10	12.5	15	17.5	20
0.4	38	50	63	75	88	100
0.5	45	60	75	90	105	120
0.65	56	75	94	113	131	150

Aislamiento térmico

La conductividad térmica K varía con la densidad. A continuación se dan los valores de K para diversos materiales secos.

Densidad	0.4	0.5	0.65
K cal/hr°C m ²	0.085	0.100	0.125

AISLAMIENTO ACUSTICO (dB)

Densidad	Espesor (cm)				
	10	12.5	15	17.5	20
0.5	38	40	42	44	46
0.65	39.5	41.5	43.5	45.5	47.5

ABSORCION DEL SONIDO

Material	Coeficiente de absorción para las siguientes frecuencias.				
	100	200	400	600	800
Siporex	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Tabique	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Concreto	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02

I.3 METODOS DE ELIMINACION DE RUIDO

I.3.1 CONCEPTOS GENERALES DE PROPAGACION DE RUIDO

I.3.1.1 EL SONIDO

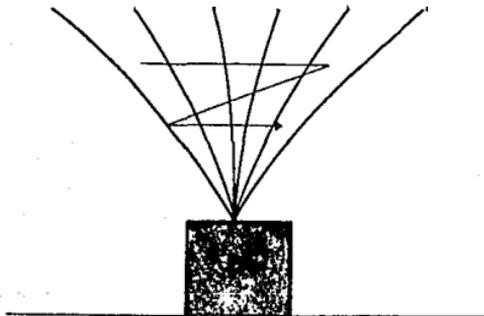
El sonido es la sensación auditiva producida por una onda acústica. La onda acústica resulta de la vibración del aire, debida a una serie de expansiones y compresiones. Esta vibración se transmite desde la proximidad de la fuente al órgano de recepción.

Formación de las ondas de compresión y de expansión

Todo cuerpo en vibración emite un sonido que es más o menos percibido por el oído. (Dependiendo de la frecuencia de vibración audible o no).

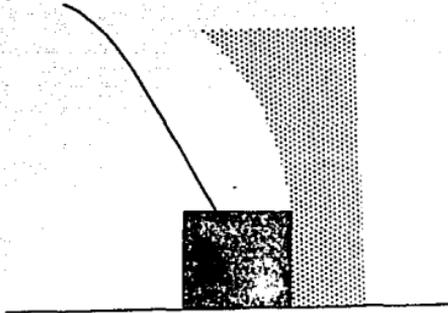
Por ejemplo, si consideramos una laminilla de acero. Uno de sus extremos está fijo y el otro se separa de su posición de equilibrio, soltándolo.

La laminilla va a oscilar, entre múltiples posiciones, fronteras extremas variables de acuerdo a la excitación de la laminilla.

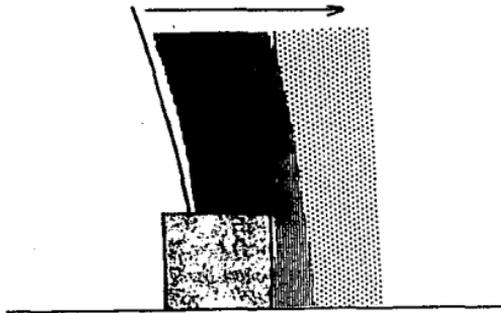


En el instante inicial, antes de soltar la laminilla, el aire a la derecha de ella está sometido a la presión atmosférica.

Las moléculas de aire tienen un reparto regular (no hay movimiento).



Al soltarla, en su movimiento a la derecha, la laminilla arrastra al aire que está en contacto con ella. Esta capa de aire es la comprimida.



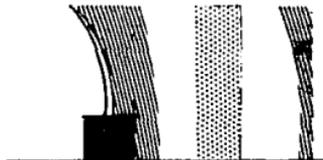
La presión en la capa de aire comprimida será más fuerte que en la atmósfera circundante, las moléculas de esta capa presionan sobre la siguiente y le transmiten su movimiento. El aumento de presión con relación a la presión atmosférica se propaga.



Cuando la laminilla vuelve hacia la izquierda, la capa de aire adyacente se enrarece. Existe expansión.



La capa enrarecida sigue a la capa de compresión en su desplazamiento hacia la derecha.



La laminilla oscila entre dos posiciones de equilibrio, existe una sucesión de ondas de compresión y de expansión que se propagan.

Conclusión: de esta forma se propagan las ondas sonoras.

I.3.1.2 NIVELES DE PRESION ACUSTICA

Las unidades clásicas de presión son el Pascal (Pa) (Newton por m²) o la Baria (Ba) (Dina por cm²), pero son de empleo poco práctico para la medida de sonidos audibles. El oído es sensible a las presiones que van de 2.10⁻⁵ Pa a 20 Pa.

La escala de las presiones acústicas audibles varía de 1 a 2 000 000 Pa. Para paliar este inconveniente se introduce una notación logarítmica que permite expresar, sin dificultad, los valores extremos.

Dentro de la Ingeniería Acústica se utiliza el decibelio (dB) para medir el "nivel de presión acústica" o el "nivel sonoro".

El nivel en decibelios está dado por la siguiente fórmula:

$$L = 10 \log \frac{P_1^2}{P_0} = 20 \log \frac{P_1}{P_0}$$

Donde:

- L = Nivel sonoro en decibelios
- P₁ = Presión acústica de la onda sonora expresada en Pascales o Barias.
- P₀ = Presión acústica de referencia, igual a 2.10⁻⁵ Pascales o 2.10⁻⁴ Barias.

Esta notación logarítmica permite pasar de una escala muy extensa a una escala mucho más reducida.

I.3.1.3 NIVEL DE POTENCIA ACUSTICA

Como hemos mencionado, todo lo que vibra emite un sonido, bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se propagan. Para que se produzca la formación de estas ondas, evidentemente es necesario que la fuente libere una cierta cantidad de energía en el aire que le rodea. La potencia acústica de la fuente corresponde a la energía liberada por unidad de tiempo.

El nivel de potencia acústica L_p de una fuente está expresado igualmente en decibelios.

$$L_p = 10 \log P_1 / P_0$$

Donde:

P_1 = Es la potencia acústica de la fuente expresada en vatios.

P_0 = Es la potencia acústica de referencia, igual a 10^{-12} w .

El nivel de potencia acústica de una fuente caracteriza el ruido emitido por la fuente. El nivel de presión acústica caracteriza el ruido percibido por el oído.

1.3.1.4 NIVEL DE INTENSIDAD ACUSTICA

La energía liberada por la fuente se reparte en forma uniforme sobre las ondas de expansión y compresión. Estas ondas se propagan a partir de la fuente, y su superficie aumenta a medida que se alejan.

La concentración de energía por unidad de superficie de onda disminuye cuando se aleja de la fuente. Esta energía por unidad de superficie de onda es llamada intensidad acústica.

1.3.1.5 ANALISIS DE UN RUIDO

Al analizar un ruido se pone de manifiesto todo acerca de cada una de las frecuencias que lo componen , estudiándolas en función de su nivel de presión acústica.

Sobre un gráfico se llevan las amplitudes en ordenadas y las frecuencias en abscisas. Así se obtiene el "Espectro Sonoro"del ruido.



Espectro sonoro de un ruido

Un ruido puede estar compuesto por una infinidad de frecuencias que van desde las más graves a las más agudas, es decir, desde las frecuencias más pequeñas a las más altas. También puede tener una frecuencia dominante bien determinada, por ejemplo un silbido.

Por lo tanto, si se desea establecer la ficha de identificación de un ruido, debemos precisar lo siguiente :

1) Su altura: Un sonido es más o menos alto según que su frecuencia dominante sea más o menos alta.

2) Su timbre: El timbre de un sonido depende de la composición espectral de este sonido. Permite reconocer la naturaleza de la fuente.

Por ejemplo, gracias al timbre diferente se podrá reconocer tanto el sonido del violón como el del piano, que emiten la misma nota musical.

3) Su nivel de presión acústica.

I.3.1.6 CLASIFICACION DE RUIDOS

- a) Ruido ambiente
- b) Ruido perturbador

Ruido ambiente

Es un conjunto de ruidos habituales de carácter más o menos regular, identificables en un momento determinado. Por ejemplo, el ruido ambiente puede ser debido a la circulación vehicular y al funcionamiento normal de los aparatos auxiliares.

Un ruido de ambiente puede ser, por sí mismo, molesto, sobre todo si su nivel es muy alto.

Ruido perturbador

Es un ruido identificable, que se distingue del ruido ambiente. La molestia producida por un ruido perturbador se evalúa con relación al ruido ambiente.

Los ruidos de ambiente y los ruidos perturbadores se miden en dB. El resultado de la medida se afecta con cierto número de correcciones que son función de la naturaleza y de la duración del ruido.

El nivel sonoro corregido expresado en dB es llamado " nivel acústico equivalente". Las correcciones que hay que aportar al valor del nivel sonoro medido en dB dependen principalmente de los valores siguientes:

- a) Composición del ruido : un ruido que tenga sonidos puros audibles, (piano, música, etc.) es más molesto que un ruido del mismo nivel con espectro continuo.

- b) Carácter impulsivo de un ruido normal: una puerta de ascensor que se cierra rápidamente produce un ruido que es particularmente molesto.

- c) Duración del ruido: la molestia es más pequeña para un ruido emitido durante 5 minutos que para ese mismo ruido emitido durante 4 horas. A mayor tiempo mayor molestia.

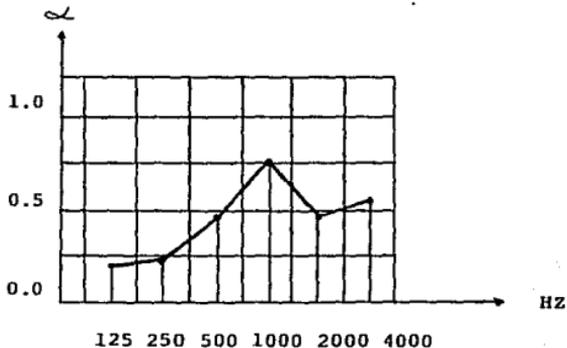
I.3.2 COEFICIENTE DE ABSORCION

Coefficiente de absorción(α)

La absorción de la energía sonora de un material está expresada por el factor de absorción o coeficiente de absorción. Es to es, la relación de la energía acústica absorbida con relación a la energía acústica incidente.

Una pared lisa, dura y pesada es muy reflexiva; su factor de absorción acústica tiene un valor aproximado de cero. Por el contrario, si en una pieza se abre una ventana, la energía sonora es absorbida por la abertura y, por definición, el factor de absorción es uno.

Un material dado no absorbe de la misma forma los sonidos graves, medios y agudos. Siempre es necesario dar el factor de absorción en función de la frecuencia. En general, se mide en las bandas de frecuencias medias: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz.



La gráfica representa la absorción de la frecuencia de diferentes sonidos (agudos y graves).

I.3.2.1 SUPERFICIE DE ABSORCION EQUIVALENTE DE UNA SALA

Si por ejemplo, un material tiene un factor de absorción igual a 0.50 para 2000 Hz, esto equivale a decir que 1 m^2 de este material es equivalente a 0.50 m^2 de superficie perfectamente absorbente. Se dice que 0.50 m^2 es la superficie de absorción ($S\alpha$) equivalentes de la superficies de las paredes y de los objetos existentes en esa sala.

$$A = S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 \dots$$

$$A = S_i \alpha_i$$

I.3.2.2 RELACION ENTRE LA SUPERFICIE DE ABSORCION DE UNA SALA Y LA DURACION DE LA REVERBERACION

La superficie de absorción equivalente A de una sala, está ligada a la duración de la reverberación T y al volumen V de esta sala de acuerdo a la siguiente expresión.

$$T = \frac{0.05 V}{A}$$

Donde:

T = tiempo de reverberación en segundos

V = volumen en m^3

A = área en m^2

I.3.2.3 MEDIDA DEL COEFICIENTE DE ABSORCION

Hay diversos métodos de medida que dan resultados diferentes. El método más utilizado es el que describe la norma AFNOR NF_ S 31003, que consiste en medir la duración de la reverberación de una cámara reverberante desnuda, midiendo después en la misma cámara en la que se ha colocado una cierta superficie del material.

I.3.3 DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES ABSORBENTES

Estos materiales se clasifican en tres grupos absorbentes:

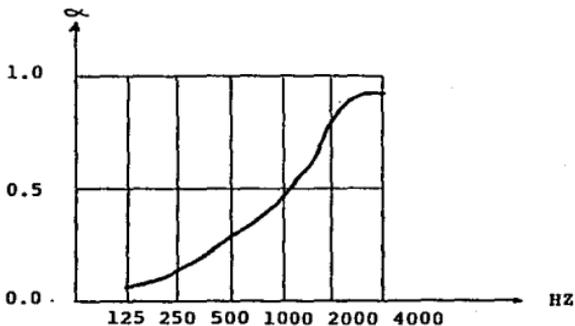
- a) Materiales fibrosos y con poros abiertos
- b) Materiales reflexivos (membranas)
- c) Resonadores

En todos los casos, una parte de la energía sonora que _
incide sobre el material se transforma en calor y se restituye el _
resto.

I.3.3.1 MATERIALES FIBROSOS Y MATERIALES CON POROS ABIERTOS

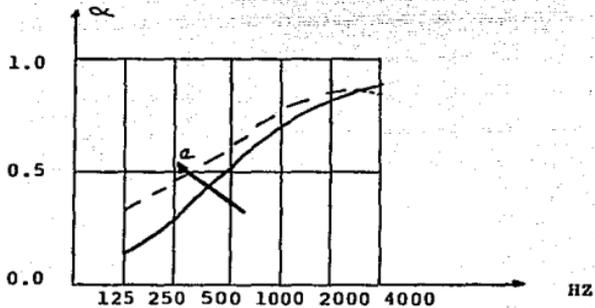
Estos materiales presentan una multitud de pequeñas cámaras de aire tortuosas o pequeños poros que comunican entre sí. Las ondas sonoras pueden penetrar fácilmente y propagarse en estos intersticios. El aire contenido en el material es puesto en movimiento. Entonces una parte de la energía acústica se transforma en calor por el frotamiento del aire sobre las partes sólidas.

La absorción por los materiales fibrosos es más alta para las frecuencias agudas que para las frecuencias bajas. Ver figura.



La figura indica absorción de una manta de fibras.

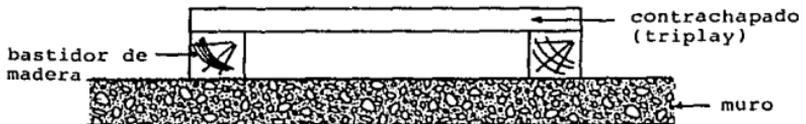
La absorción para las frecuencias agudas es prácticamente independiente del espesor del material. Mientras que la absorción para las frecuencias bajas aumenta el espesor. Ver figura.



La figura indica la influencia del espesor de una manta de fibras sobre la absorción.

I.3.3.2 TABLEROS REFLEXIVOS

Consideremos, por ejemplo, un tablero de contrachapado, clavado o encolado sobre un bastidor de madera a una distancia determinada de un muro.



Las ondas sonoras son una sucesión de ondas de compresión y de extensión que, cuando inciden sobre el tablero, lo ponen en vibración. Cuando una onda de presión choca con el tablero, éste se flexiona haciendo de apoyo el bastidor de madera. En este momento se producen dos fenómenos. Por una parte, la onda de depresión que sigue a la onda de presión, tiende a llevar el tablero hacia atrás, después la nueva onda de presión solicita el tablero en sentido inverso. Por otra parte, el tablero tendrá una cierta elasticidad y la capa de aire que hay detrás del tablero hace el papel de resorte y la placa tiende por sí misma a volver a su posición inicial.

Estos dos tipos de vibración se componen, y si la frecuencia de las ondas sonoras coincide con la frecuencia propia de vibración del tablero, se produce resonancia. Las dos sollicitaciones del tablero actúan en el mismo sentido. La amplitud y la velocidad del movimiento aumentan. El tablero se pone en movimiento, una parte se transforma en energía mecánica y, finalmente, en calor, por los movimientos y frotamientos internos de deformación. Otra parte se pierde en el frotamiento de las moléculas de aire situadas detrás del tablero.

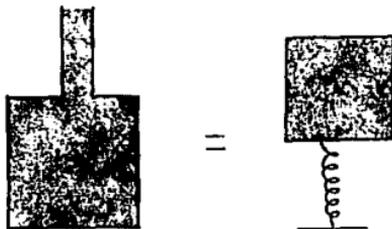
Si el tablero es macizo y rígido, la energía transformada en calor es pequeña; por el contrario, si el tablero es ligero y flexible, la cantidad de energía transformada es mayor. Los tableros reflexivos o los diafragmas absorben las frecuencias graves. Las frecuencias absorbidas son tanto más graves cuanto más pesado y grueso sea el tablero y cuanto mayor sea la distancia al muro. El campo de absorción de un tablero reflexivo aumenta, situando detrás una manta fibrosa o porosa, encolada o no sobre un tablero.

I.3.3.3 RESONADORES

La mayoría de la gente ha comprobado que soplando en las proximidades del cuello de una botella, ésta emite un sonido. El sonido producido tiene una frecuencia que depende de las dimensiones de la botella.

Es grave si la sección del cuello es pequeña, y su longitud larga y el volumen de la botella es grande, con lo cual la botella funciona como un resonador.

Todo sucede como si el volumen de aire contenido en el cuello del resonador fuera una masa y el volumen de aire de la cavidad un resorte.



Analogía mecánica de un resonador

Cuando se sopla en el cuello de un resonador, la masa de aire es desplazada y comprime el resorte, que se expande, a continuación, impulsando la masa. Se crea una vibración. Como existe vibración se produce un sonido.

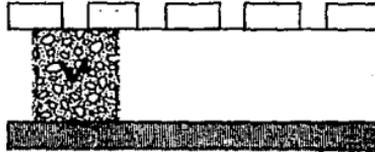
Suponiendo ahora que incide sobre el resonador una onda sonora, la masa de aire del cuello es solicitada por esta onda. Una parte de la energía sonora sirve para poner en movimiento a la masa. Como en el caso de membranas, se superponen dos fenómenos: la vibración debida a la acción combinada de la masa y del sonido del resorte, y la vibración debida a la sucesión de las ondas de depresión y de presión de las ondas sonoras. Cuando la frecuencia del sonido es la misma que la frecuencia del resonador se produce resonancia, la velocidad y la amplitud del movimiento del aire del cuello aumentan, y una parte de la energía sonora transformada en energía mecánica, se pierde en forma de calor debido al frotamiento del aire sobre las paredes del cuello.

Si se coloca en el resonador un material poroso, la absorción aumenta, ya que el movimiento del aire interior, que se comprime y se expande como un resorte, es amortiguado por los frotamientos sobre todas las paredes de los poros.

La parte de energía almacenada que no es absorbida por los frotamientos, es restituida por radiación de la superficie exterior del cuello.

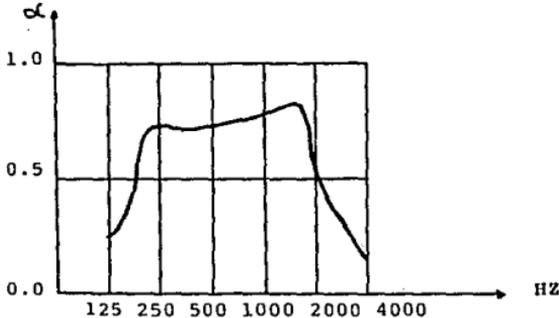
I.3.3.4 RESONADORES AGRUPADOS

Una placa perforada situada a una cierta distancia de una pared actúa como una serie de resonadores.



Esta es una de las formas más normales para los absorbentes de este tipo. En la figura anterior se ha punteado la parte V del volumen de la cámara, que corresponde a cada perforación.

Si una placa tiene perforaciones de diferentes dimensiones, la absorción no es más selectiva, pero si las distintas frecuencias de resonancia que corresponden a los diversos diámetros de los orificios son variadas, la curva de absorción toma la forma de la siguiente figura, que ilustra la absorción de una placa perforada en la que las perforaciones tienen diferentes dimensiones.



I.3.4 METODOS DE AISLAMIENTO ACUSTICO

Para eliminar la propagación del ruido entre dos recintos, pueden emplearse muchos métodos, como por ejemplo:

- a) Construir cerramientos simples y pesados, de concreto, terracota y/o yeso, los cuales son buenos aislantes acústicos. Su función específica, sin embargo, no es aislante y no se les puede clasificar entre éstos.
- b) Realizar dobles cerramientos menos pesados, previendo una cámara de aire, suficientemente ancha, amortiguada por un material absorbente.
- c) Utilizar paramentos delgados compuestos, que trabajen a cizallamiento bajo el efecto de las ondas acústicas. Se tratará de cerramientos aislantes, compuestos por materiales de construcción, que no pueden clasificarse en los aislantes.
- c) Finalmente, es posible utilizar juiciosamente el plomo laminado. Pesado y de elasticidad prácticamente nula, es incapaz de vibrar bajo el efecto de una excitación, posee una falta de cohesión molecular que le impide

transmitir las vibraciones. No por ésto el plomo se usa como un aislante, sino como un metal.

I.3.4.1 DIFERENTES CLASES DE MUROS PARA LA ELIMINACION DE RUIDO

Se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- a) Muro simple
- b) Muro complejo
- c) Muro continuo
- d) Muro discontinuo

Muro simple

Puede ser homogéneo, o heterogéneo. Un cerramiento de concreto armado sin enlucir es un cerramiento simple homogéneo. El mismo cerramiento revestido por dos enlucidos de yeso es un muro simple heterogéneo. Un muro simple puede ser ligero o pesado*.

* No existe límite normalizado o reglamentario entre ligero y pesado. Para nuestro trabajo, un cerramiento inferior a 50 kg/m^2 es ligero.

Muro continuo

Es un muro que cuenta con la misma estructura en toda su superficie.

Muro discontinuo

Un muro discontinuo presenta estructuras diferentes en dos o más partes de su superficie.

Por ejemplo, un muro que tenga puerta o ventana es un muro discontinuo.

I.3.4.2 AISLAMIENTO ACUSTICO DE MUROS CON ESTRUCTURA SIMPLE

La energía sonora no atraviesa los muros. Son los muros los que, excitados por las ondas sonoras incidentes, se ponen a vibrar y se deforman siguiendo un proceso propio de su especie y de sus dimensiones, convirtiéndose así en verdaderos reemisores.

Velocidad de propagación de las ondas de vibración en un material

Material	Velocidad en m/sg.
Acero _____	5000
Concreto _____	3000
Madera dura _____	1500
Agua _____	1000
Aire _____	340

CAPITULO II

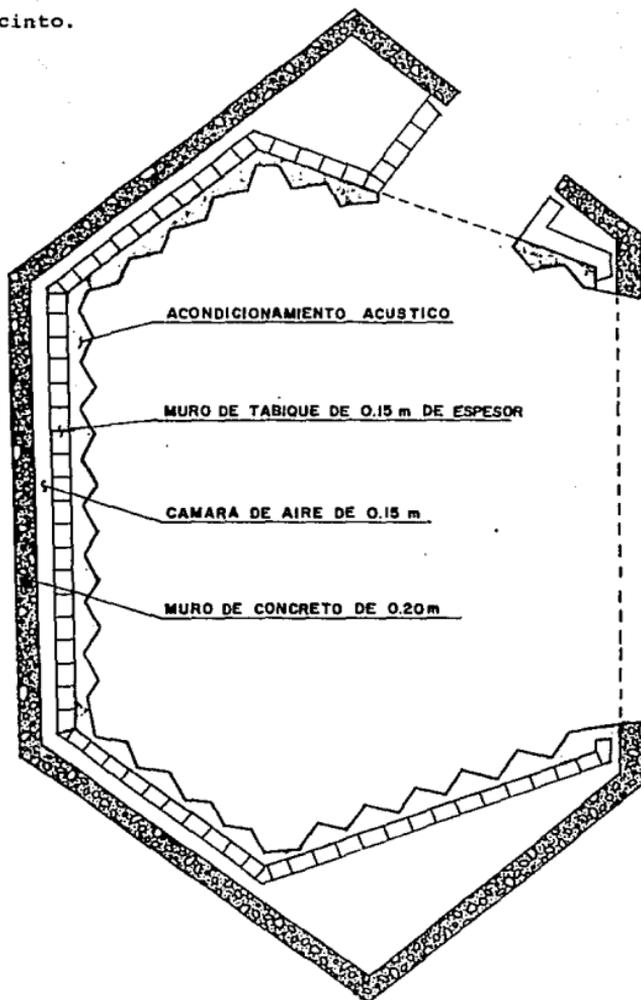
" ANALISIS Y DISEÑO DE LA CABINA "

OBJETIVO:

Especificar los diferentes criterios para el diseño arquitectónico de la cabina, así como los cálculos, mediciones y gráficas realizadas para el diseño definitivo.

II.1 DISEÑO ARQUITECTONICO

A continuación se presenta en forma esquemática el diseño de la cabina, que como se observa tiene una figura geométrica irregular, ya que con esta característica se produce menos resonancia en el recinto.

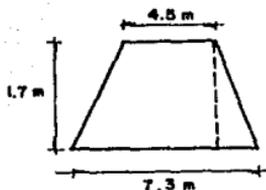


II.2 CALCULO DEL VOLUMEN DE LA CABINA

- a) Se calculó la superficie del piso sin acondicionamiento acústico.

Siendo la sala de forma irregular como lo muestra la fig. 1.1, se dividió la superficie del piso en dos trapezios y un rectángulo.

Trapezio No. 1



B = base mayor 7.3m

b = base menor 4.5m

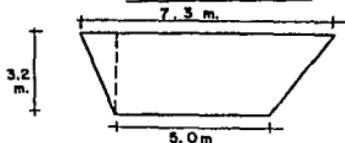
h = altura 1.7m

$$S = (B+b)h/2$$

$$S = (7.3 + 4.5) 1.7/2$$

$$\underline{\underline{S = 10 \text{ m}^2}}$$

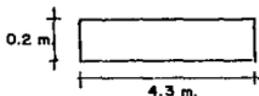
Trapezio No. 2



$$S = (7.3 + 5) 3.2/2$$

$$\underline{\underline{S = 19.6 \text{ m}^2}}$$

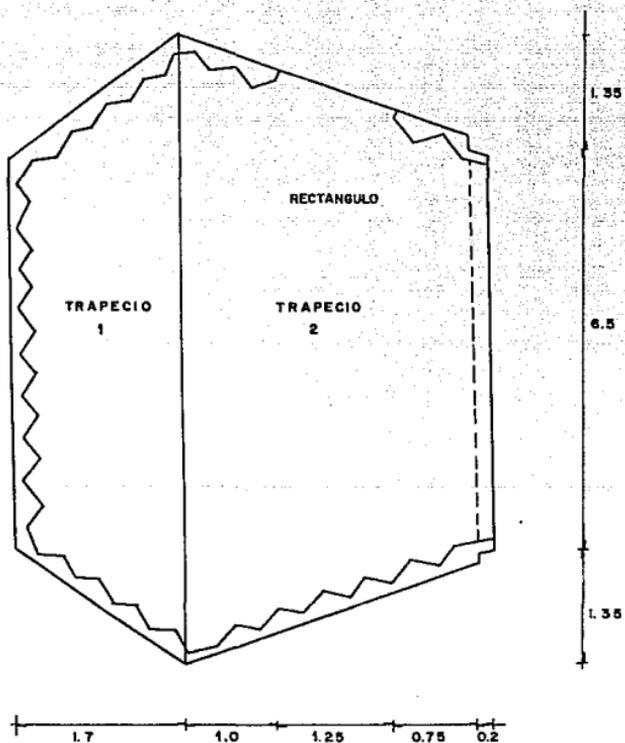
Rectangulo



$$S = b \times h$$

$$S = 4.3 \times 0.2$$

$$\underline{\underline{S = 0.86 \text{ m}^2}}$$



PLANO 1.1

ACOT EN METROS.

La superficie del piso es la suma de los trapecios y el rec
tángulo.

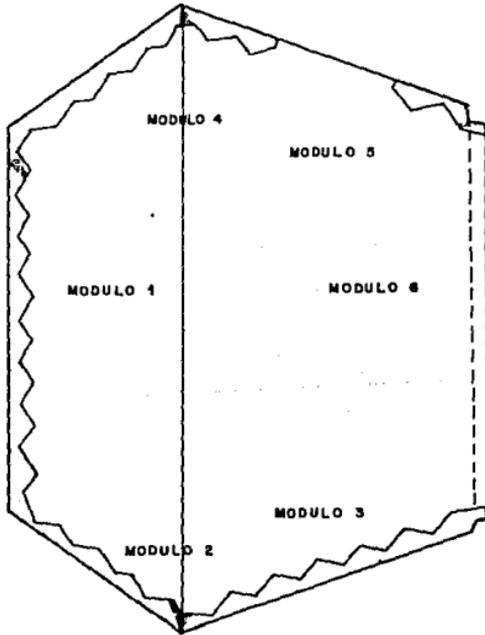
$$S_{\text{piso}} = 10 + 19.6 + 0.86$$

$$\underline{\underline{S_{\text{piso}} = 30.4 \text{ m}^2}}$$

Siendo ésta la superficie del piso sin recubrimiento.

- b) A la superficie del piso le disminuimos la su
perficie ocupada por recubrimiento acústico _
de las paredes.

Para facilitar el trabajo se dividieron en 6
módulos las paredes del estudio ; en el plano
1.2 se muestran los módulos.



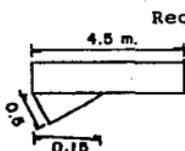
PLANO 1.2

ACOT. EN METROS.

MODULO 6

En el módulo 6 no existe superficie ocupada _
por recubrimiento que afecte a la superficie.

MODULO 1



Rectángulo

$$S = bh = 4.5 \times 0.1$$

$$\underline{\underline{S = 0.45 \text{ m}^2}}$$

Triángulo

$$S = bh/2 = 0.15 \times 0.05 / 2$$

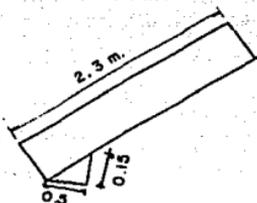
$$\underline{\underline{S = 0.037 \text{ m}^2}}$$

Como la superficie del módulo 1 está formada _
por 9 triángulos de $S = 0.037 \text{ m}^2$ cada una, la
superficie total es:

$$S_t = (0.037 \times 9) + 0.45$$

$$\underline{\underline{S_t = 0.783 \text{ m}^2}}$$

MODULO 2



Rectángulo $S = bh = 2.3 \times 0.1$

$S = 0.23 \text{ m}^2$

Triángulo $S = bh/2 = 0.15 \times 0.5 / 2$

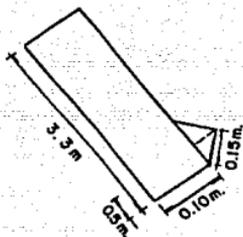
$S = 0.037 \text{ m}^2$

Como el módulo 2 está formado por 4 triángulos, la superficie total será:

$S_t = (0.037 \times 4) + 0.23$

$S_t = 0.378 \text{ m}^2$

MODULO 3



Rectángulo $S = bh = 3.3 \times 0.10$

$S = 0.33 \text{ m}^2$

Triángulo $S = bh/2 = 0.15 \times 0.05 / 2$

$S = 0.037 \text{ m}^2$

Como el módulo 3 está formado por un rectángulo y 6 triángulos, la superficie total será:

$$S_t = (0.037 \times 6) + 0.33$$

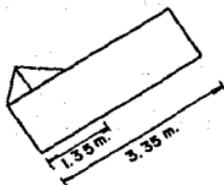
$S_t = 0.55 \text{ m}^2$

MODULO 4

El módulo 4 tiene las mismas dimensiones que el módulo 2.

$$\underline{\underline{S_t = 0.378 \text{ m}^2}}$$

MODULO 5



Rectángulo $S = bh = 3.35 \times 0.10$

$$\underline{\underline{S = 0.33 \text{ m}^2}}$$

El módulo 5 esta formado por un rectángulo y 4 triángulos.

$$S_t = (0.037 \times 4) + 0.33$$

$$\underline{\underline{S_t = 0.47 \text{ m}^2}}$$

$$V = S_b x h / 2$$

$$19.6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} / 2$$

$$\underline{\underline{V = 9.8 \text{ m}^3}}$$

PLAFON 3

$$S_b = 0.45 \times 6.96 = 3.12 \text{ m}^2$$

$$V = S_b (1 + 0.6)/2$$

$$V = 3.12 (1 + 0.6)/2$$

$$\underline{\underline{V = 2.5 \text{ m}^3}}$$

PLAFON 4

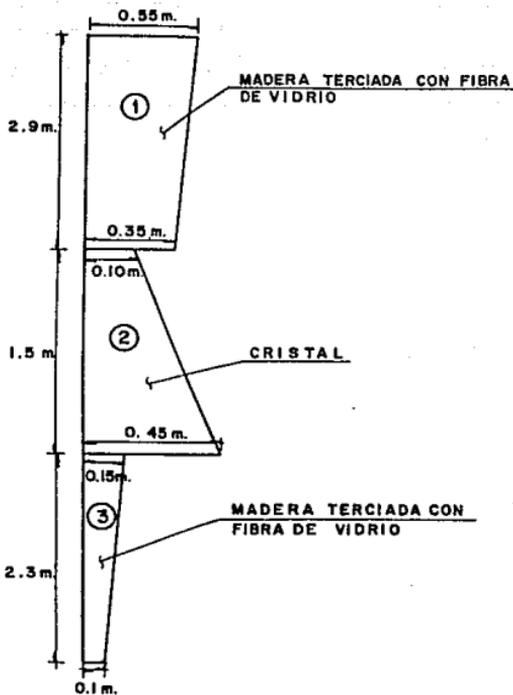
$$S_b = (6.95 + 4.5) 1.25/2$$

$$\underline{\underline{S_b = 7.1 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{V_3 = 17.9 \text{ m}^3}}$$

MODULO 6

Este módulo tiene una forma irregular del tipo
mostrado:



$$V_1 = S_b x h$$

$$S_b = (0.55 + 0.35) 2.9 / 2$$

$$\underline{\underline{S_b = 1.3 \text{ m}^2}}$$

$$V_2 = 1.3 \times 4.3$$

$$\underline{\underline{V = 5.59 \text{ m}^3}}$$

$$S_b = \frac{(0.10 + 0.45) 1.5}{2}$$

$$\underline{\underline{S_b = 0.41 \text{ m}^2}}$$

$$V = 0.41 \times 4.3$$

$$\underline{\underline{V = 1.76 \text{ m}^3}}$$

$$V_3 = S_b \times h$$

$$S_b = (0.10 + 0.15)/2$$

$$V = 0.28 \times 4.3$$

$$\underline{\underline{V = 1.2 \text{ m}^3}}$$

Sumando el volumen ocupado por las paredes irregulares del módulo 6 tendremos:

$$V = 5.59 \text{ m}^3 + 1.76 \text{ m}^3 + 1.2 \text{ m}^3$$

$$\underline{\underline{V = 8.55 \text{ m}^3}}$$

Disminuyendo el volumen del techo y módulo tendremos el volumen real total del estudio.

$$V = 143 \text{ m}^3 - (17.9 \text{ m}^3 + 8.55 \text{ m}^3)$$

$$V = 143 - 26.45$$

$$\underline{\underline{V = 116.55 \text{ m}^3}}$$

II.3 CALCULO DE SUPERFICIE

Calculado el volumen del estudio, procedemos a calcular la superficie de éste, comprendidos los 6 módulos, techo y piso.

Los módulos 1, 2, 3, 4 y 5 están formados por triángulos donde cada lado exterior del triángulo tiene 0.29 m de base por 4.2m de altura.

El número de lados es de 50, por lo tanto la superficie ocupada por los lambrines es:

$$S = (bxh) 50$$

$$S = (0.29 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}) 50$$

$$\underline{\underline{S = 60.9 \text{ m}^2}}$$

Existen otros 2 lados de 0.35m de base por 4.2 m de altura la superficie es entonces:

$$S = (bxh) 2$$

$$S = (0.35 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}) 2$$

$$\underline{\underline{S = 2.94 \text{ m}^2}}$$

Además de los lambrines, se tienen 4 paredes con las siguientes dimensiones:

$$S = 0.32 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} = 1.36 \text{ m}^2$$

$$S = 0.12 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} = 0.52 \text{ m}^2$$

$$S = 0.40 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} = 1.68 \text{ m}^2$$

$$S = 0.25 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} = 1.05 \text{ m}^2$$

En el módulo 5 está la puerta y una pared de madera arriba con una dimensión total de :

$$S = 1.35 \times 4.2 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{S = 5.67 \text{ m}^2}}$$

Sumando las superficies de los módulos 1, 2, 3, 4 y 5 :

$$S = 60.9 \text{ m}^2 + 2.94 \text{ m}^2 + 1.36 \text{ m}^2 + 0.52 \text{ m}^2 + 1.68 \text{ m}^2 \\ + 1.5 \text{ m}^2 + 5.67 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{S = 74.12 \text{ m}^2}}$$

MODULO 6

Este módulo esta formado por madera con fibra de vidrio, cristal y madera.

La superficie ocupada por madera terciada con fibra de vidrio en la parte interior es:

$$S = b \times h$$

$$S = (2.95 \text{ m} + 2.35 \text{ m}) \times 4.3$$

$$\underline{\underline{S = 22.79 \text{ m}^2}}$$

La superficie ocupada por cristal es:

$$S = b \times h$$

$$S = 1.55 \text{ m} \times 4.3 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{S = 6.66 \text{ m}^2}}$$

La superficie ocupada por madera es :

$$S = b \times h$$

$$S = 4.3 \text{ m} \times 0.55 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{S = 2.37 \text{ m}^2}}$$

PISO

El piso está formado por madera y alfombra, como se ve en el plano 1.3.

La superficie del piso ocupada por madera está formada por dos trapecios (1) (2) y 2 triángulos de igual superficie.

Trapezio (1)

Tiene 10 m^2 de superficie sin recubrimiento, considerando que la superficie ocupada por recubrimiento es de 1.79 m^2 la superficie será:

$$S = 10 \text{ m}^2 - 1.79 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{S = 8.21 \text{ m}^2}}$$

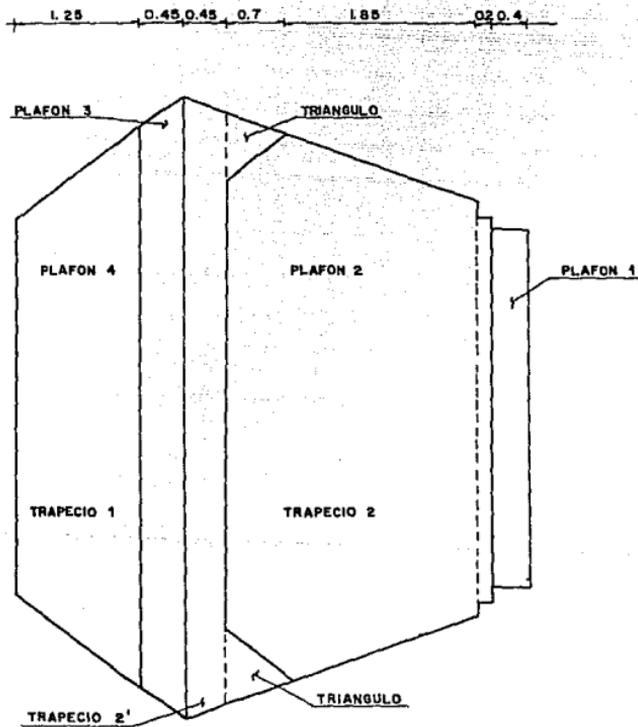
Trapezio (2')

La superficie ocupada sin recubrimiento:

$$S = (B + b) h / 2$$

$$S = (7.3 + 6.5) 0.65 / 2$$

$$\underline{\underline{S = 4.48 \text{ m}^2}}$$



PLANO 1.3
ACOT. EN METROS.

Si la superficie por recubrimiento es de $S = 0.28 \text{ m}^2$.

$$S = 4.48 \text{ m} - 0.28 \text{ m}^2$$

$$\underline{S = 4.2 \text{ m}^2}$$

La superficie de los triángulos es:

$$S = (bxh) 2/2$$

$$S = 0.7 \text{ m} \times 0.37 \text{ m}$$

$$\underline{S = 0.26 \text{ m}^2}$$

La superficie total ocupada por madera es la suma de trapecios y triángulos.

$$S = 8.21 \text{ m}^2 + 4.2 \text{ m}^2 + 0.26 \text{ m}^2$$

$$\underline{S = 12.67 \text{ m}^2}$$

La otra parte del piso se compone por dos trapecios (2), (2') y un rectángulo, los cuales forman el piso de alfombra.

Trapecio (2)

$$S = (B + b)h/2$$

$$S = (6.4 + 5) 2.2 / 2$$

$$\underline{S = 12.5 \text{ m}^2}$$

La superficie ocupada por recubrimiento en la superficie del piso por alfombra es:

$$S = 0.037 \text{ m}^2 \times 6 \text{ triángulos}$$

$$\underline{S = 0.22 \text{ m}^2}$$

La superficie del trapecio (2) es:

$$S = 12.5 - 0.22$$

$$\underline{S = 12.28 \text{ m}^2}$$

Trapezio (2'')

$$S = (B + b)h/2$$

$$S = (6.4 + 5.25) 0.56/2$$

$$\underline{\underline{S = 3.2 \text{ m}^2}}$$

Rectángulo

$$S = bh$$

$$S = 4.3 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{S = 0.86 \text{ m}^2}}$$

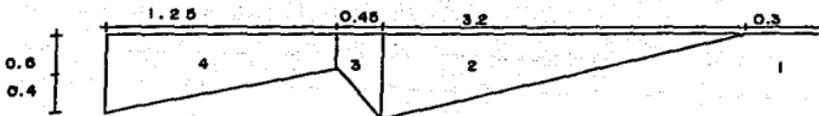
La superficie total de la alfombra es la suma de los dos trapezios y el rectángulo:

$$S = 12.28 + 3.2 + 0.86$$

$$\underline{\underline{S = 16.34 \text{ m}^2}}$$

TECHO

El techo esta formado por cuatro plafones.



Superficie del plafón (1)

$$S = bh = 4.3 \times 0.4$$

$$\underline{S = 1.72 \text{ m}^2}$$

Superficie del plafón (2)

$$S = (B + b)h/2 = (7.3 + 5.1)3.16/2$$

$$\underline{S = 19.6 \text{ m}^2}$$

Superficie del plafón (3)

$$S = (B + b)h/2 = (7.3 + 6.6) 0.47/2$$

$$\underline{S = 3.26 \text{ m}^2}$$

La superficie del plafón (4)

$$S = (B + b)h/2 = (6.6 + 4.5)1.25/2$$

$$\underline{\underline{S = 6.93 \text{ m}^2}}$$

Sumando las cuatro superficies del techo:

$$S = 1.72 \text{ m}^2 + 19.6 \text{ m}^2 + 3.26 \text{ m}^2 + 6.93 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{S = 31.51 \text{ m}^2}}$$

El estudio tiene dos lámparas y dos ductos de aire acondicionado.

Superficie de las dos lámparas

$$S = L^2 \times 2 = (1.37)^2 \times 2$$

$$\underline{\underline{S = 3.38 \text{ m}^2}}$$

Superficie de los dos ductos de aire acondicionado

$$S = bh (2) = (1.3 \times 0.3) (2)$$

$$\underline{\underline{S = 0.78 \text{ m}^2}}$$

La superficie del techo menos lámparas y ductos es:

$$S = 31.51 \text{ m}^2 - (3.38 \text{ m}^2 + 0.78 \text{ m}^2)$$

$$\underline{S = 27.35 \text{ m}^2}$$

Entre los lambrines y el techo se forman dos triángulos _
cuya superficie es:

$$S = bh/2 (2) = 3.34 \text{ m} \times 1 \text{ m} (2) / 2$$

$$\underline{S = 3.34 \text{ m}^2}$$

Los módulos 1, 2, 3, 4 y 5 están formados por lambrines _
giratorios con material absorbente por un lado y un material refle _
jante por el otro.

Son 26 lambrines de 0.27 x 4.2 m cada uno.

$$S = bh (26) = (0.27 \times 4.2) 26$$

$$\underline{S = 29.48 \text{ m}^2}$$

II.4 REALIZACION DE UNA TABLA DE FRECUENCIA DE ACUERDO A LA ABSORCION DE LOS MATERIALES UTILIZADOS Y LA SUPERFICIE DE DICHS MATERIALES.

Sumando todas las superficies del mismo material:

Madera (triplay de 9 mm)

El material se usó en los módulos 1, 2, 3, 4 y 5; la superficie es:

$$S = 74.12 \text{ m}^2$$

Vidrio (hojas grandes de vidrio grueso)

Material usado en el módulo seis con superficie de:

$$S = 6.66 \text{ m}^2$$

Madera (material ocupado en el modulo seis)

$$S = 2.59 \text{ m}^2$$

Panel de madera terciado con fibra de vidrio en el interior

$$S = 22.79 \text{ m}^2$$

Parquet de madera (piso)

$$S = 12.67 \text{ m}^2$$

Alfombra

$$S = 16.34 \text{ m}^2$$

Yeso en placas de 1/2"

Este material existe en el techo y en los triángulos entre lambrines de techo.

$$S = 27.35 \text{ m}^2 + 3.34 \text{ m}^2$$

$$S = 30.69 \text{ m}^2$$

Lámparas

$$S = 3.38 \text{ m}^2$$

Ductos (de aire acondicionado)

$$S = 0.78 \text{ m}^2$$

Lambrines absorbentes

$$S = 29.48 \text{ m}^2$$

Conocidas las superficies y materiales se hace una tabla para obtener la absorción, conocidas las absorciones totales a diferentes frecuencias procedemos a calcular el tiempo de reverberación.

$$T = KV / A$$

Si sabemos que:

$$K = 0.05$$

$$V = 116.55 \text{ m}^3$$

$$\underline{V = 4150.6 \text{ ft}^3}$$

MATERIAL	SUP. EN FT ²	F R E C U E N C I A					
		125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ
Madera (triplay)	S=802.16	$\alpha = 0.28$ A=224.6	$\alpha = 0.22$ A=176.4	$\alpha = 0.17$ A=136.3	$\alpha = 0.09$ A=72.1	$\alpha = 0.10$ A=80.2	$\alpha = 0.10$ A=88.20
Vidrio	S=72.07	$\alpha = 0.18$ A=12.9	$\alpha = 0.06$ A= 4.3	$\alpha = 0.04$ A= 2.8	$\alpha = 0.03$ A= 2.1	$\alpha = 0.02$ A= 1.4	$\alpha = 0.02$ A= 1.4
Madera	S=28.03	$\alpha = 0.15$ A= 4.2	$\alpha = 0.11$ A=3.0	$\alpha = 0.10$ A= 2.8	$\alpha = 0.07$ A= 1.9	$\alpha = 0.06$ A= 1.6	$\alpha = 0.07$ A= 1.9
Panel	S=246.64	$\alpha = 0.50$ A=123.3	$\alpha = 0.34$ A=83.8	$\alpha = 0.20$ A=49.3	$\alpha = 0.14$ A=34.5	$\alpha = 0.09$ A=22.1	$\alpha = 0.07$ A=17.20
Parquet	S=137.12	$\alpha = 0.04$ A= 5.4	$\alpha = 0.04$ A=5.4	$\alpha = 0.07$ A= 9.6	$\alpha = 0.06$ A= 8.2	$\alpha = 0.06$ A= 8.2	$\alpha = 0.07$ A=9.6
Alfombra	S=176.83	$\alpha = 0.20$ A=35.3	$\alpha = 0.25$ A=44.2	$\alpha = 0.35$ A=61.8	$\alpha = 0.40$ A=70.7	$\alpha = 0.50$ A=88.4	$\alpha = 0.25$ A=132

MATERIAL	SUP. EN FT ²	F R E C U E N C I A					
		125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ
Yeso	S=332.14	$\alpha = 0.29$ A=96.3	$\alpha = 0.10$ A=33.2	$\alpha = 0.05$ A=16.6	$\alpha = 0.04$ A=13.2	$\alpha = 0.07$ A=23.2	$\alpha = 0.09$ A=29.8
Lámparas	S=35.93	$\alpha = 0.18$ A=6.43	$\alpha = 0.06$ A=2.12	$\alpha = 0.04$ A=1.4	$\alpha = 0.03$ A=1.0	$\alpha = 0.02$ A=0.7	$\alpha = 0.02$ A= 0.07
Ductos de aire	S=8.44	$\alpha = 0.35$ A= 2.9	$\alpha = 0.35$ A=2.9	$\alpha = 0.35$ A= 2.9	$\alpha = 0.35$ A= 2.9	$\alpha = 0.35$ A=2.9	$\alpha = 0.35$ A= 2.9
Lambrines absorbentes	S=319.04	$\alpha = 0.08$ A=25.5	$\alpha = 0.23$ A=73.3	$\alpha = 0.48$ A=153.1	$\alpha = 0.78$ A=248.8	$\alpha = 0.73$ A=232.8	$\alpha = 0.71$ A=226
Con lambrines reflejantes.	TOTALES	A=511.3	A=355.3	A=283.5	A=206.6	A=228.7	A=284
Sin madera ocupada con lambrines absorbentes	TOTALES	$\alpha = 0.28$ A=135.2	$\alpha = 0.22$ A=106.2	$\alpha = 0.17$ A=82.13	$\alpha = 0.09$ A=43.4	$\alpha = 0.10$ A=48.3	$\alpha = 0.11$ A=53.1
Lambrines absorbentes	TOTALES	A=447.4	A=358.4	A=382.4	A=426.7	A=429.6	A=475

II.4.1 TIEMPO DE REVERBERACION

La gráfica siguiente muestra el tiempo de reverberación a diferentes frecuencias.

La curva No. 1 indica el tiempo de reverberación óptimo para un estudio con volumen de 4150.6 ft³.

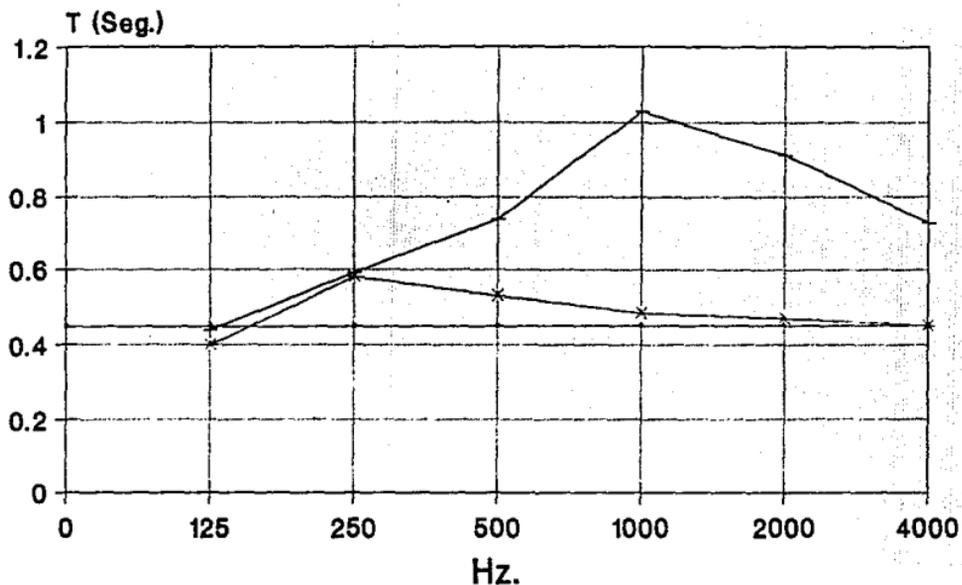
La curva No. 2 indica el tiempo de reverberación puestos los lambrines en posición reflejante (madera).

La curva No. 3 muestra el tiempo de reverberación para los lambrines en posición absorbentes (fibra de vidrio).

$$T = 0.05 (v) /a$$

El tiempo de reverberación se graficó considerando el volumen constante y la absorción variable a diferentes frecuencias.

VARIACION DEL TIEMPO DE REVERBERACION A DIFERENTES FRECUENCIAS



— CURVA No. 1 + CURVA No. 2 * CURVA No. 3

CAPITULO III

" PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CABINA "

OBJETIVO:

Diseño de la cabina y de los procedimientos constructivos a utilizar para eliminar la energía transmitida por las ondas sonoras que se producen por cualquier ruido alrededor de la cabina de transmisión.

III.1 ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL

III.1.1 MUROS

Los muros en general, deberán satisfacer los siguientes requisitos:

a) Antes de asentar los tabiques, deberán humedecerse cuidando particularmente las superficies donde se coloque el mortero.

b) Se extenderá el mortero sobre el lecho de la junta y se asentarán los tabiques correctamente.

c) Las juntas horizontales deberán ser continuas y las verticales cuatrapeadas.

d) Las juntas tendrán un espesor no mayor de 5mm.

e) No se harán ranuras ni agujeros para alojar instalaciones en estos muros, debiendo efectuarse antes o simultáneamente con la construcción del muro.

f) No deberán tener desplomes ni desviaciones en su alineamiento, mayores de uno a trescientos (1:300), entre elementos estructurales o refuerzos horizontales y verticales.

g) Se construirán previendo las instalaciones de salida de audio, para la cabina de locutores.

h) Las tuberías alojadas en ellos se protegerán con mortero de cemento, y las ranuras o huecos se resanarán con yeso debiendo quedar perfectamente selladas.

i) Se desplantarán sobre superficies uniformes, pudiendo ser éstas las coronas de una mampostería, el lecho alto de una cadena, trabe o losa de concreto, un firme o bien una plantilla.

j) Entre la plantilla y el muro deberá llevar tres capas de neopreno de 0.5 cm de espesor cada capa; sirviendo esto como trampa de eliminación de ruido.

k) En sus esquinas o cruceros se cuidará el cuatrapeo de los materiales empleados, así como la coincidencia de las hiladas, cuando proceda. Si ellos o sus uniones se refuerzan con castillos, se dejarán dientes de amarre. La terminación de sus cabezas, en juntas constructivas, será a plomo.

III.1.2 RECUBRIMIENTOS

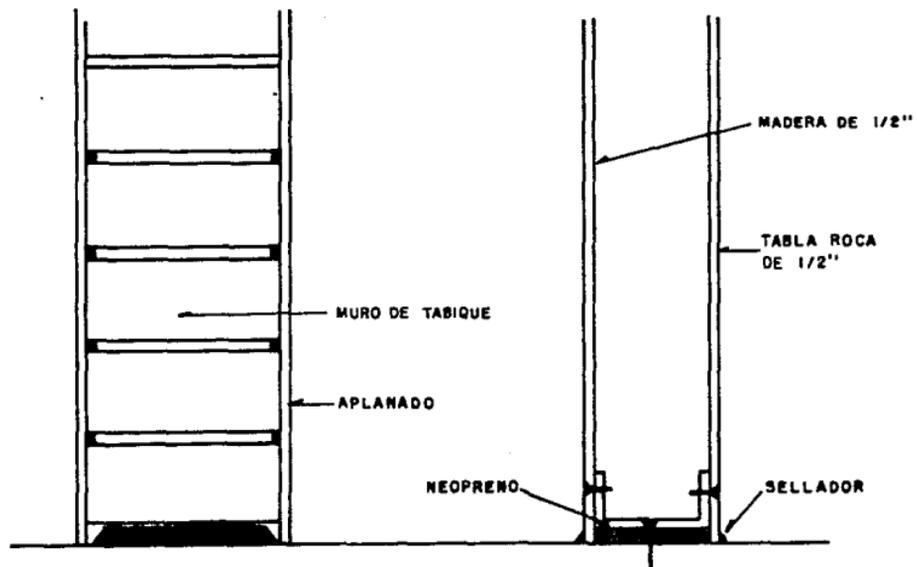
En la construcción de los recubrimientos se observará en _
términos generales, lo siguiente:

a) Antes de ejecutar los recubrimientos, se colocarán los ductos y/o tuberías de las instalaciones necesarias.

b) Los emboquillados se harán a regla, o a nivel y a plomo, de acuerdo con lo indicado en los diferentes casos, ya sea vertical con desplomes máximos de (1:300), ó en elementos horizontales con separación máxima admisible no mayor de (1:500); paralelamente a los contramarcos de puertas y ventanas.

c) Se usará yeso con un espesor de recubrimiento de 3.5 cm. como mínimo y cuidando de no obstaculizar el funcionamiento de puertas y ventanas.

d) El tipo de recubrimiento a utilizar en cada _
muro está indicado en el plano de acabados III.1.2.



MURO AISLANTE

III.1.3 REPELLADOS

En la ejecución de repellados se observará lo siguiente:

a) Cuando se use mortero de cal hidratada y arena, se empleará en la proporción de 1:4 en volumen.

b) Cuando se use mortero cemento-arena, se empleará en proporción de 1:5 en volumen.

En la ejecución de los aplanados se observará, en términos generales lo siguiente:

a) En mortero de cal-arena, se aplicará sobre superficies repelladas o picadas, saturándolas previamente con agua, la arena se usará cernida; el acabado se dará con una llana de madera, en proporción 1:3.

Cuando se utilice madera, siempre se colocará sobre bastidores, los cuales se sujetarán a la superficie por recubrir con tornillos y taquetes, la madera se atornillará a los bastidores ocultando las cabezas de los tornillos empleando clavacotes. El remate inferior del lambrín, junto al piso, se hará con zoclo.

III.1.4 PISOS

El piso será un firme de mortero de 2.5 cm elaborado de cemento-arena en proporción 1:5, instalando después una capa de impermeabilizante que se hará con producto Fester, o similar.

El proceso será el siguiente:

Se procederá a hacer la impregnación de la superficie a base de microprimer, inmediatamente después se colocará una capa de plástico transparente sobre el asfalto, los cuales se van a adherir.

A continuación se describe en que consiste el producto usado en la impermeabilización:

MICROPRIMER

Es una emulsión asfáltica líquida de gran estabilidad, con un alto contenido de sólidos.

Se usa para sellar superficies porosas de mortero y concreto.

III.1.5 PLAFONES

En la construcción de plafones se observará lo siguiente:

a) En nuestro caso particular el plafón a utilizar es de tablaroca cubierto con fibra de vidrio.

b) Después de colocado el plafón de suspensión colgante, se colocarán los ductos y/o tuberías de las instalaciones necesarias.

c) Los bastidores de un plafón se suspenderán de los elementos estructurales, mediante tirantes de acero de acuerdo al siguiente procedimiento: sujetando los tirantes mediante pijas colocadas con balazo. Ver plano III.1.5 a y b.

III.1.6 CARPINTERIA

En la elaboración de puertas y ventanas se observará lo siguiente:

a) Deberán llevar los refuerzos y anclajes de la forma, materiales y dimensiones que fije el proyecto. Detalle de ventanas y puerta en sono aislante en especificaciones acústicas.

b) La unión de dos o más piezas de madera, que formen parte de un elemento determinado se realizará mediante ensamble y adhesivos.

c) En los ensambles se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1) Los cortes de mayor profundidad se harán en la pieza de menor longitud.

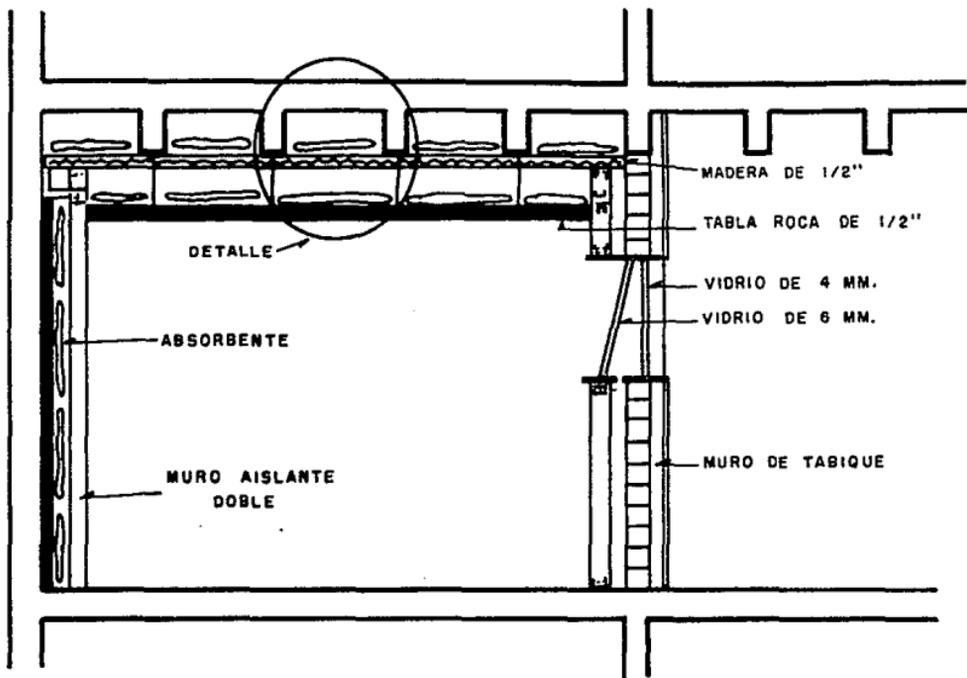
2) Los cortes deberán ejecutarse con precisión.

d) Cuando se empleen adhesivos se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1) Las caras de contacto deberán estar completamente limpias y secas de polvo u otras materias extrañas.

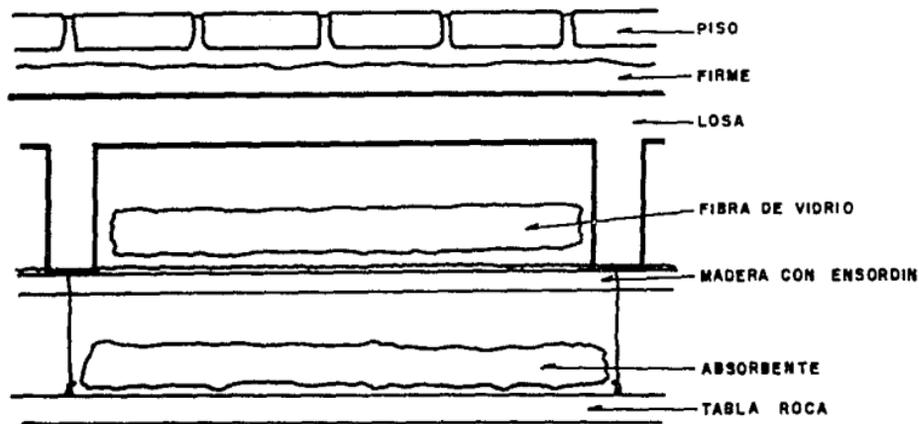
2) Se procurará extenderlos cuidadosamente en una capa continua, de espesor uniforme y en la cantidad estrictamente necesaria para cubrir las caras de contacto.

3) Las piezas unidas deberán sujetarse mediante prensas o dispositivos similares durante el tiempo necesario para que el adhesivo adquiera resistencia.



PLAFON SONO AISLANTE
CORTE LONGITUDINAL

DETALLE PLAFON SONO AISLANTE



- 114 -

III.1.7 INSTALACION ELECTRICA

En toda instalación eléctrica se observará lo siguiente:

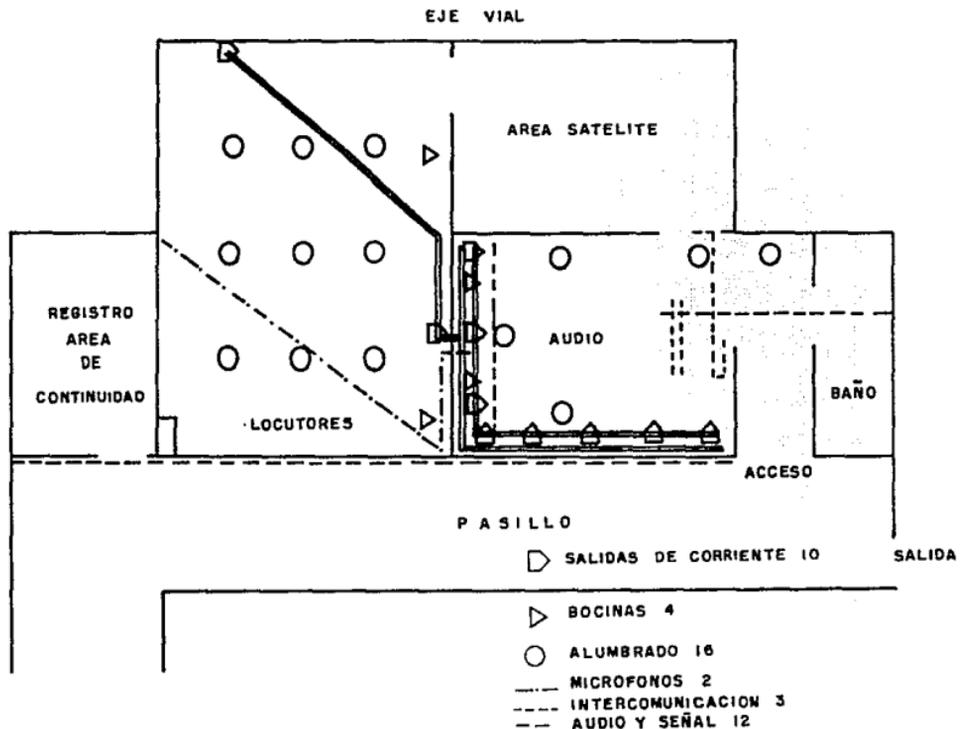
a) El conductor neutro del sistema deberá estar conectado a tierra, así como todas las partes metálicas de los equipos no conductores de corriente.

b) Las conexiones deberán ser soldadas, y se cubrirán con cintas aislantes.

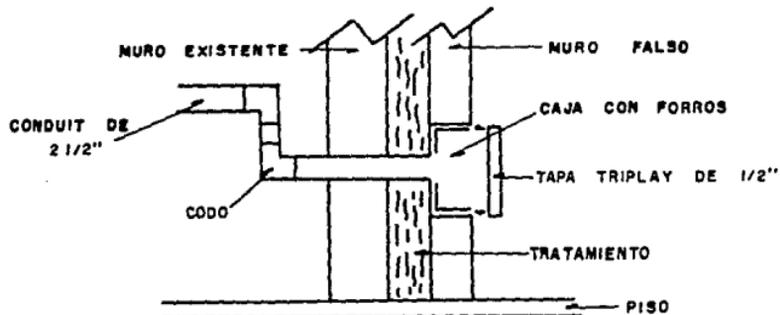
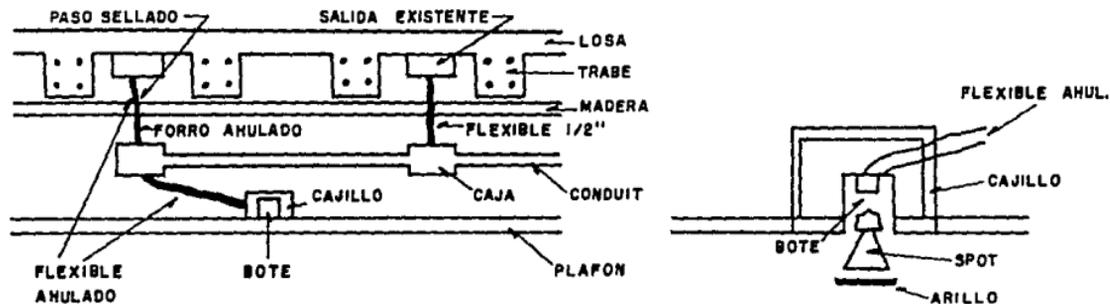
c) Todos los circuitos de ciento veinticinco (125) voltios deberán llevar conductor neutro individual, a partir de los tableros de distribución.

d) Los ductos y tuberías deberán ser colocados en la posición y forma que indica el plano de instalaciones y localización, dentro de la planta arquitectónica. Ver plano de detalle.

PLANTA ARQUITECTONICA INSTALACIONES Y LOCALIZACION



INSTALACIONES DETALLES



III.2 EVALUACION PREVIA A LA CONSTRUCCION

Durante el recorrido que se llevó a cabo en las instalaciones de Radio Educación, donde se va a construir la cabina de transmisión se observó lo siguiente:

- a) El ruido producido en la terraza, no es de impacto.
- b) El ruido que se presenta en las oficinas superiores, solo transmite pisadas.
- c) Se presento ruido de tránsito y voces, en pasillo de circulación anexo.
- d) El ruido aéreo transmitido por el muro fachada, producto del tránsito vehicular del eje vial seis Angel Urraza.
- e) Se transmite ruido en la cabina producido por el baño interno con el que se va a contar para el servicio del recinto.
- f) Durante el recorrido no se detectaron ruidos de impacto importantes.

III.3 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

a) El piso que se recomienda para la cabina de locutores será de alfombra.

b) El tipo de tela recomendable para las áreas que así lo especifiquen, será yutina, mallatex o similar.

c) La soportería del bastidor que sostendrá el muro doble, de tablarocá y madera, deberá quedar aislada del muro existente, en base a escuadras separadas.

d) Es indispensable el tratamiento sugerido para el área del baño y circulación de acceso a cabinas.

e) En caso necesario se deberá efectuar una ranura en el piso a no mayor profundidad que la de 1", en el paño exterior del muro divisorio a las cabinas, siendo el pasillo de circulación del tratado solamente. Esta operación se realizará solamente que lo requiera por una transmisión de ruidos por vibración a través del piso.

f) Es muy importante hacer notar, que el tratamiento para la atenuación del ruido exterior, se ha basado en las condiciones actuales de operación, por lo tanto cualquier cambio en sus condiciones podrá variar los resultados, de esta forma será conveniente que las modificaciones posteriores sean consultadas.

g) No se detectó transmisión de ruido apreciable por ductos de inyección o extracción.

III.4 ESPECIFICACIONES ACUSTICAS

III.4.1 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DEL RUIDO

Consistirá en atenuarlo a base del aumento de la masa específica de los materiales empleados.

Se efectuará la operación siguiente, para la magnitud en la reducción del ruido requerida.

- * Nivel de potencia de la fuente
- * Más el índice de directividad
- * Menos el efecto del ambiente

Esta operación da el nivel de presión sonora, debido a la fuente. Por lo tanto la diferencia entre el nivel de presión sonora y el requerido aceptable, nos da la respuesta a la magnitud en la reducción del ruido.

Aceptable:

Cabina de locutores _____ 25 dB

Cabina de audio _____ 35 dB

III.4.2 COEFICIENTE DE ABSORCION EN LOS MATERIALES POR ESPECIFICAR

Considerando el resultado a la operación anteriormente _
efectuada, se procederá a elegir los materiales por especificar, to_
mando cuenta en cada material su coeficiente de absorción de rui_
do y su frecuencia crítica, hasta llegar a la magnitud del ruido _
por atenuar.

Sin olvidar las observaciones efectuadas en el área ya _
descritas.

A continuación se da una tabla de diferentes materiales _
acústicos y su coeficiente de absorción, así como los coeficientes_
de los asientos y audiencia que son necesarios tomar en cuenta para
el diseño de cualquier recinto con aislamiento acústico.

COEFICIENTES DE ABSORCION PARA MATERIALES COMUNES
 COPIADO EN PARTE DE LA TABLA III DEL BOLETIN VII
 DE LA ASOCIACION DE MATERIALES ACUSTICOS

MATERIAL	FRECUENCIA		COEFICIENTES
	128	512	2,048
Paredes de ladrillo, pintadas	0.012	0.017	0.023
sin pintar	0.024	0.03	0.049
Alfombrado:			
sin forro	0.09	0.20	0.27
con forro de fieltro	0.11	0.37	0.27
lumínico de 10 onz/yd ²	0.04	0.11	0.30
medio de 14 onz/yd ²	0.06	0.13	0.40
tapiz denso de 18 onz/yd ²	0.10	0.50	0.82
PISOS			
Concreto o terrazo	0.01	0.015	0.02
Madera	0.05	0.03	0.03
Linóleo, asfalto, hule, o enlosado de corcho s/concreto		0.03 - 0.08	
Vidrio	0.035	0.027	0.02
Mármol o enlosado glaseado	0.01	0.01	0.015

MATERIAL	FRECUENCIA	COEFICIENTES	
		512	2,048
ENTRADAS			
Escenario dependiendo de su mobiliario		0.25 - 0.75	
Balcones profundos con asientos forrados		0.50 - 1.00	
Ventilación de salas al descubierto		0.15 - 0.50	
Aplanados de yeso o en colados de finura sua_ ve sobre enlosado o la drillo	0.13	0.025	0.04
sobre espumas	0.02	0.03	0.04
Aplanados de yeso o encolados, de rugosidad fina, sobre espuma	0.039	0.06	0.54
paneles de madera	0.08	0.06	0.06

ABSORCION DE LOS ASIENTOS Y AUDIENCIA

Audiencia sentada independiente dependiendo de las característi <u>ca</u> s de los asientos etc.	1.0 - 2.0	3.0 - 4.3	3.5 - 6.0
Sillas de metal o madera	0.15	0.17	0.20
Bancas ahuladas (alargadas)	0.75 - 1.1	1.45 - 1.90	1.4 - 1.7
Sillas de teatros y auditorios:			
Sillas de madera chapeada y vol <u>ta</u> das hacia el foro.		0.25	
Forradas en cuero o piel		1.6	
Forrado denso en felpa		2.6 - 3.0	
Bancas alargadas de madera		0.40	

III.4.3 ESPECIFICACIONES PARA ELEMENTOS ATENUANTES DEL RUIDO

a) Se fabricarán muros de tabique de primera, tipo aparente, asentados con mortero, resanando perfectamente las juntas, se deberán aplanar por ambos lados. Este tipo de muro se construirá en los lugares necesarios para cerrar las áreas a tratar.

b) Se fabricará un doble muro, perimetral al área de los locutores, a base de una capa de 1/2" dejando una cámara de aire de 10 cm y una nueva capa de tablaroca de 1/2". Este doble muro se desplantará sobre una base de neopreno, sobre la cual descansará la canal de amarre del muro.

c) Se deberá construir este muro a una separación no menor de 0.05 m del existente (muro de tabique perimetral). Se calafateará en su parte perimetral este muro con material elastomérico.

d) Se calafatearán todas las juntas del tablaroca con Redímex y Perfacinta, habiendo efectuado esta operación se procederá a instalar una nueva capa de tablaroca de 1/2", efectuando todas las operaciones de sellado, como ya se indicó.

f) En la cámara de aire, entre la capa de madera y la del tablaroca, se colocarán placas de fibra de vidrio.

g) Se fabricará un falso plafón a base de una capa de madera aplicándole Ensordin, esta capa deberá cubrir la superficie del plafón, pegando dicha capa a las nervaduras de la losa y el chapeo de madera. se colocará fibra de vidrio RF 4125.

h) A continuación se fabricará el bastidor del plafón, a base de canaleta de 1 1/2" y canal listón, sobre este bastidor se atornillará el tablaroca de chapeo, siendo este tablaroca de 1/2" de espesor.

i) En la cámara de aire entre el tablaroca y la madera con ensordín se rellenará con fibra de vidrio RF 4125.

j) Para atenuar los ruidos por leves impactos, se instalarán tiras de madera, sobre la canal listón, con el fin de absorber vibraciones de la losa.

k) Los colgantes deberán traspasar la cubierta de madera calafateándose cada uno de los pasos efectuados.

l) Todos los pasos de tuberías para conexiones deberán tener doble codo, con el fin de amortiguar el paso de los posibles ruidos. Los registros deberán de quedar perfectamente sellados perimetralmente y en su parte posterior.

m) Es indispensable el tratamiento acústico que a continuación se enumera, pues contamina el área a tratar.

- * Ventana en el baño interior del área.
- * Tratamiento similar al de locutores en el plafón del baño y pasillo de circulación de acceso a cabinas.
- * Una puerta acústica en este baño.

III.4.4 ESPECIFICACIONES PARA LA FABRICACION DE ELEMENTOS REFLEJANTES Y ABSORBENTES DEL SONIDO.

1. a) Es indispensable consultar los planos correspondientes, para ubicar cada uno de los acabados por emplear partiendo del plano, PLAFON DE CABINA DE CONTROL, en él ubicaremos los cuatro muros perimetrales. Plano III.4.4.

A continuación se consultarán: muro 1, muro 2, muro 3 y muro 4 de CABINA DE CONTROL. Planos III.4.4. a), b), c), y d).

b) En el plafón encontraremos un chapeo a base de tela, este recubrimiento se instalará sobre un bastidor de madera, clavando o engrapando la tela del bastidor.

c) Un segundo recubrimiento será a base de fibra de vidrio, chapeando toda el área correspondiente con este acabado, pudiendo instalar sobre él tela no cerrada.

d) Un tercer recubrimiento será a base de madera delgada o triplay, el cual se fijará también sobre un bastidor de madera previamente instalado en el lugar.

e) En el muro 1 encontraremos los siguientes recubrimientos:

- madera delgada
- tela

f) Un nuevo recubrimiento será el de instalar sobre el muro existente, fibra de vidrio, chapeada con perfofel, pudiendo cubrir esta superficie con tela. Este recubrimiento se fijará también a un bastidor.

g) En los lugares donde marca vidrio, se refiere a ventanas existentes o por fabricar.

h) En los chapeos correspondientes a los muros: 2, 3 y 4 se efectuarán con el mismo criterio descrito.

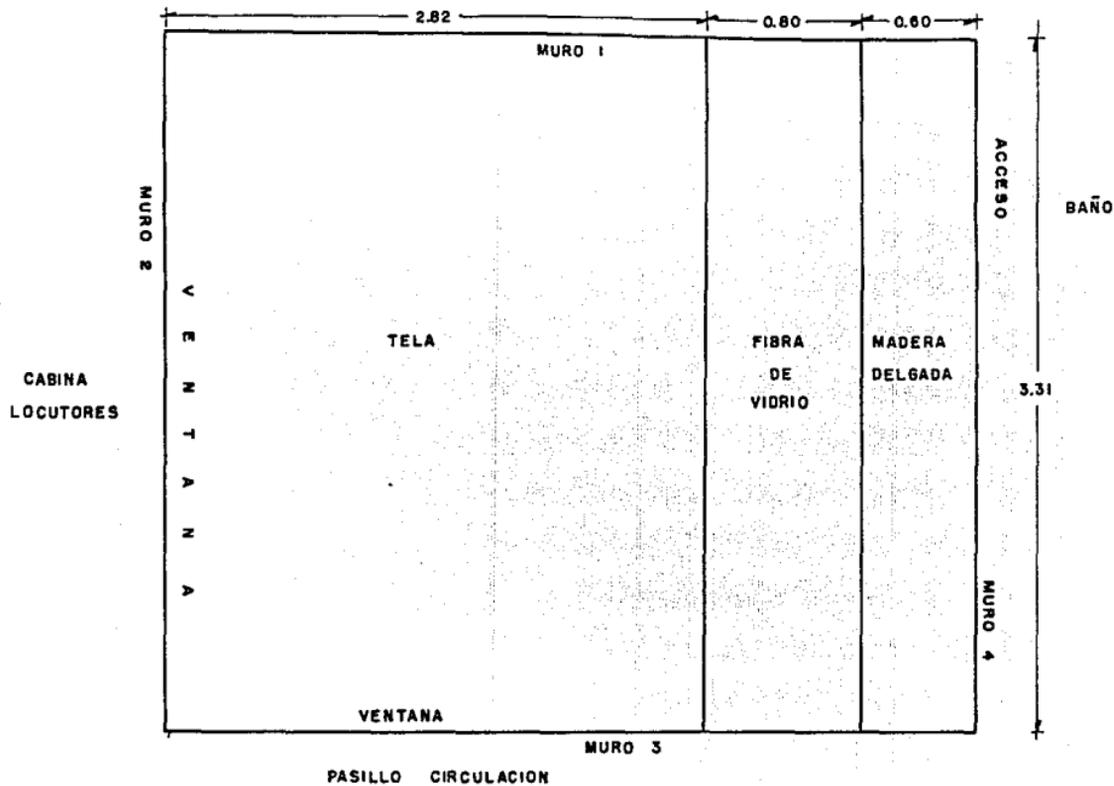
i) El recubrimiento recomendable para el piso de esta cabina será de linóleo o loseta vinílica.

2. a) En el plano correspondiente a PLAFON LOCUTORES, se apreciarán las indicaciones de los muros 1, 2, 3 y 4.

b) Los recubrimientos indicados para este plafón son: tela, madera delgada; éstos se instalarán con el criterio descrito en el capítulo CABINA DE CONTROL.

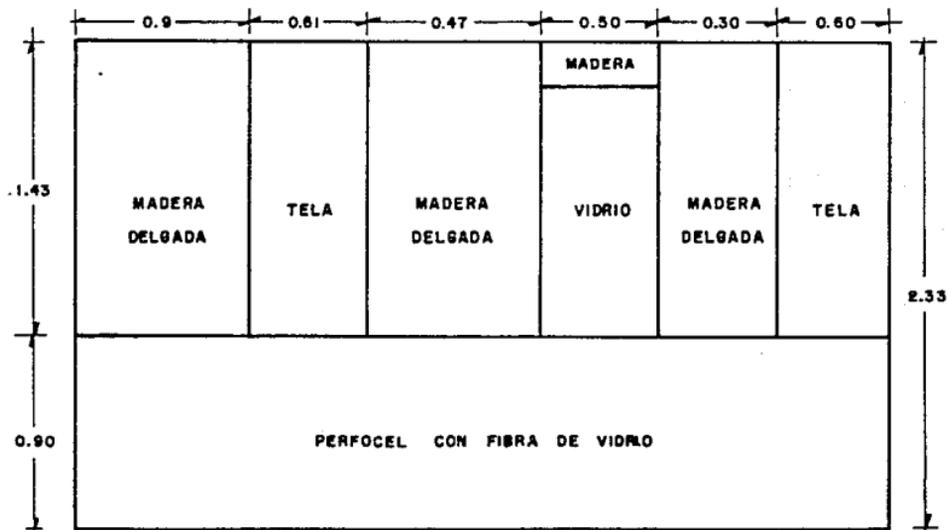
c) El chapeo correspondiente a los muros: 1, 2, 3 y 4 de esta área, son similares a los empleados anteriormente, por lo tanto no necesitan explicación alguna en su instalación, solo varían las proporciones de las áreas por cubrir con cada tipo de elemento diferente.

PLAFON CABINA DE CONTROL



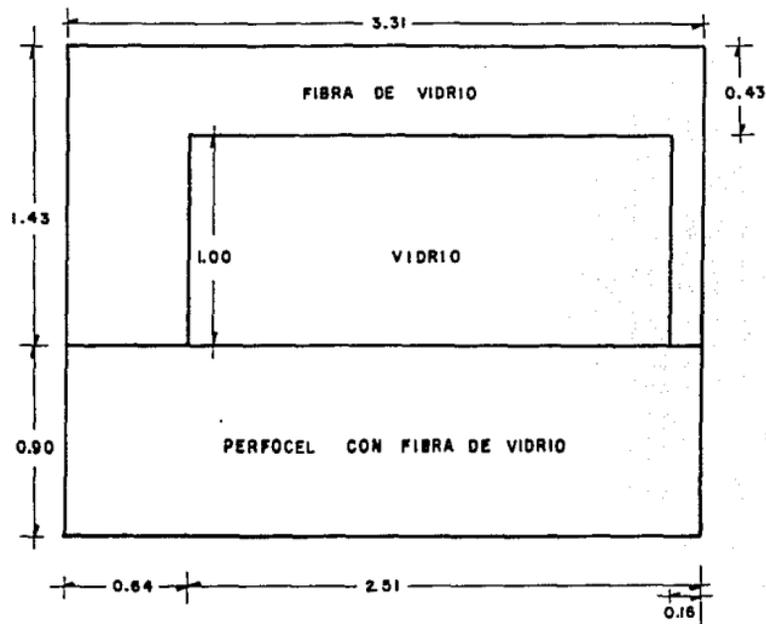
PLANO III 4.4

MURO I CABINA DE CONTROL

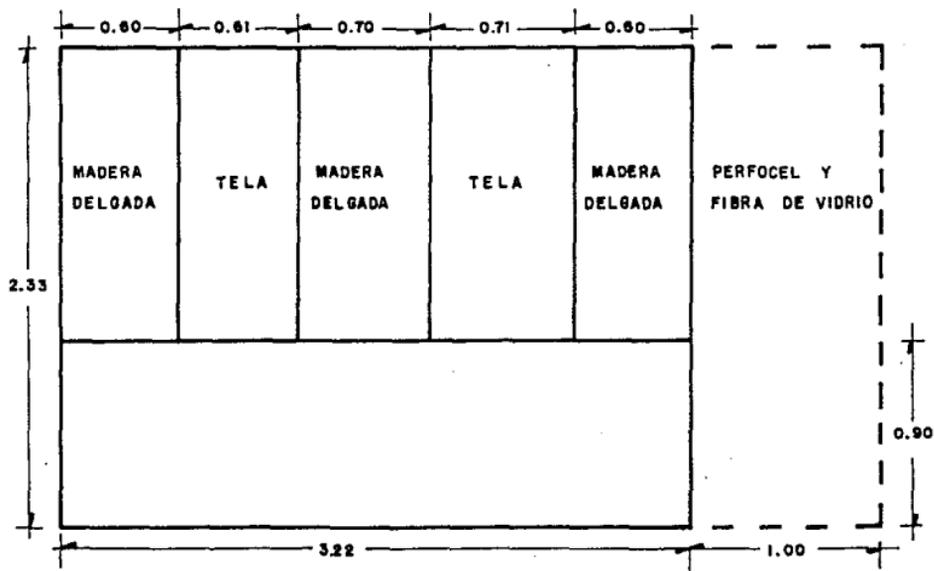


- 130 -

MURO 2 CABINA DE CONTROL

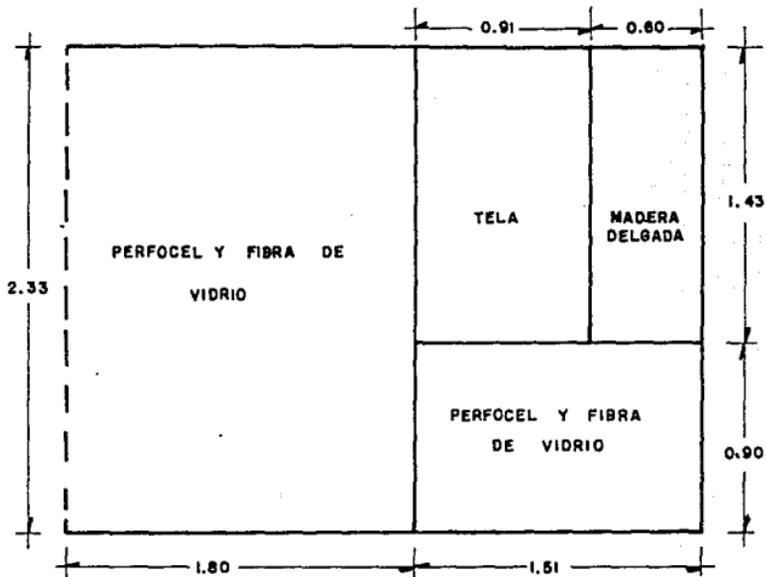


MURO 3 CABINA DE CONTROL

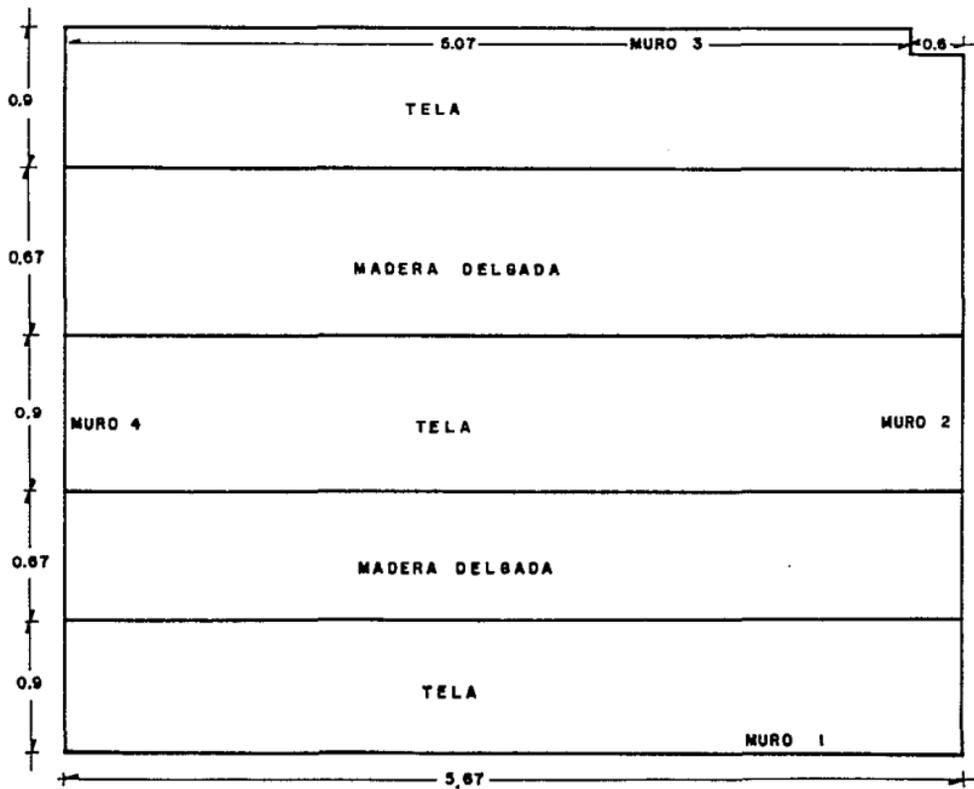


- 132 -

MURO 4 CABINA DE CONTROL

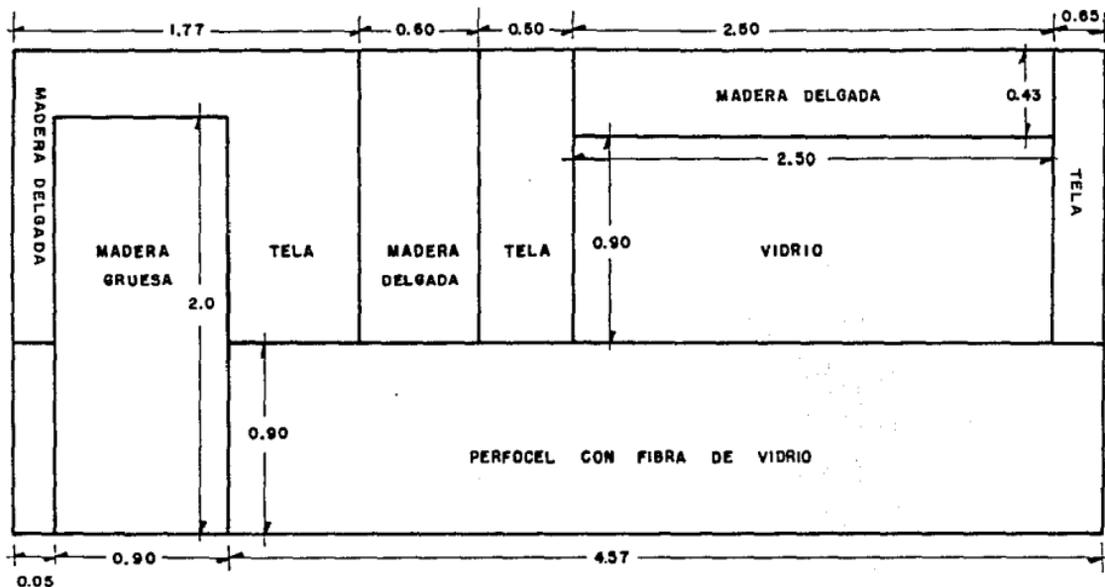


PLAFON LOCUTORES



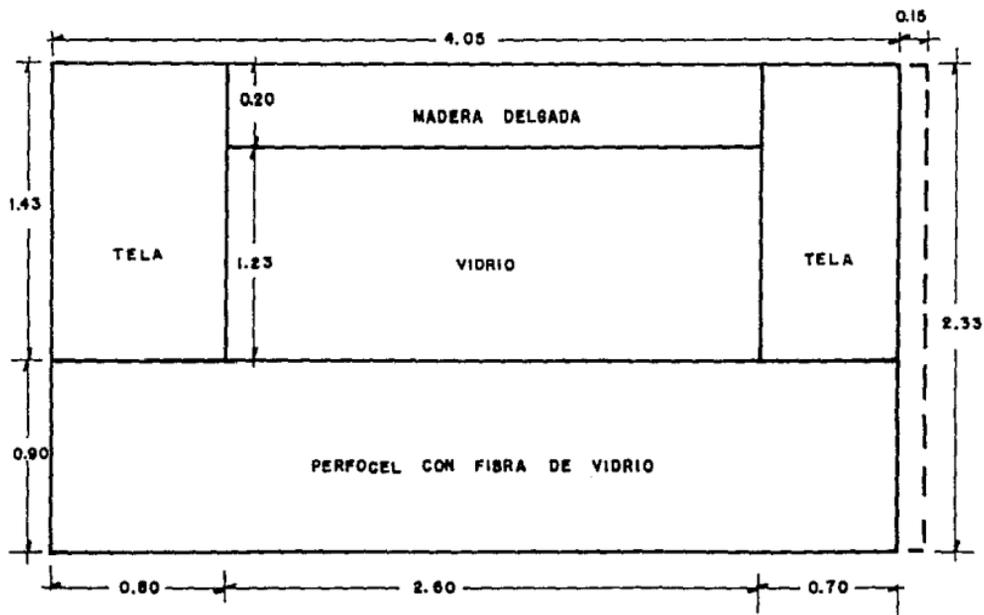
PLANO III.44.2'

MURO I LOCUTORES



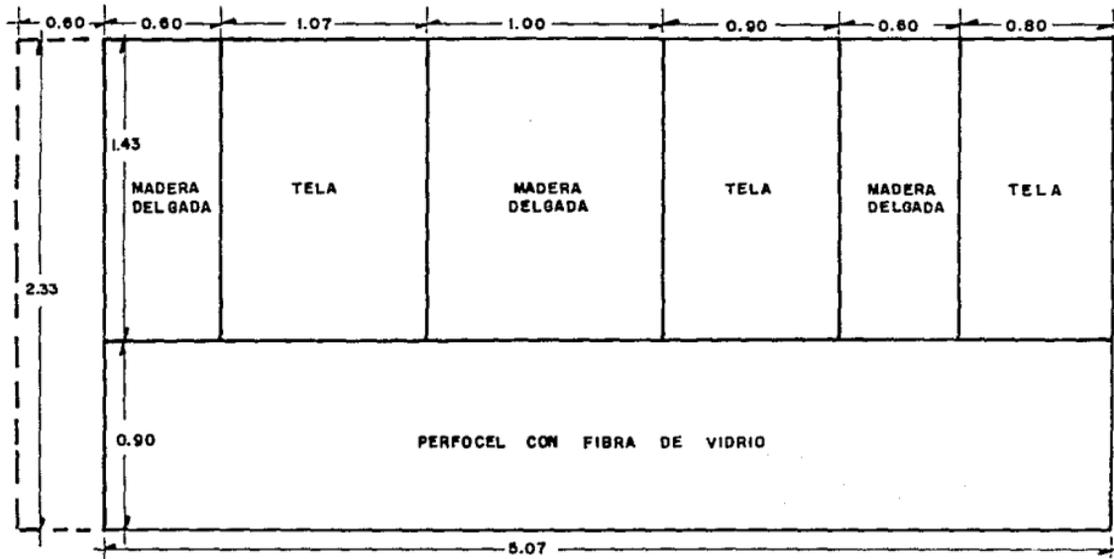
- 135 -

MURO 2 LOCUTORES



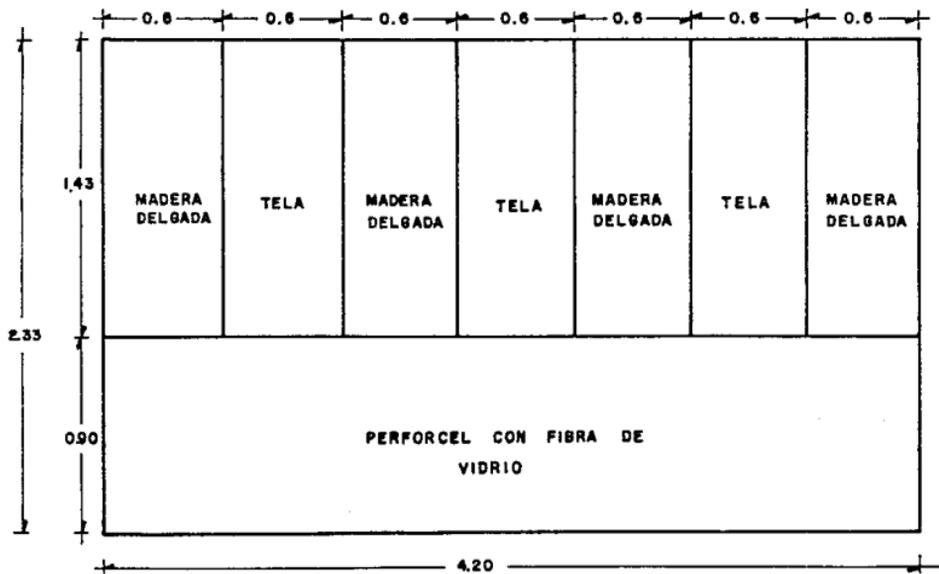
PLANO 4.2.2

MURO 3 LOCUTORES



- 137 -

MURO 4 LOCUTORES



III.4.5 ESPECIFICACION PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE PUERTAS, EN SONO AISLANTE.

a) Se fabricará un marco de madera en forma de L, éste se montará sobre el claro de la puerta, existiendo entre éste y el emboquillado un neopreno que cubra las tres caras que a continuación se describen: dos laterales y el cerramiento.

b) Se atornillará el marco a base de taquetes y tornillo. Este marco llevará un sello imantado tipo refrigerador, debidamente atornillado al marco y pegado con resistol 5000, en la parte inferior de la puerta, como continuación del marco, se montará una moldura de madera la cual se atornillará al piso de la entrada, en esta moldura se montará también un sello tipo refrigerador.

c) Se procederá a montar la hoja de la puerta, con cuatro bisagras, ya que de esta forma ofrecerá durabilidad en su posición original a pesar de un uso rudo.

En su cara de exposición hacia el marco, se le instalará a la hoja de la puerta una solera de fierro, debidamente atornillada en sus cuatro lados, haciendo coincidir esta solera con el sello previamente instalado en el marco.

d) Se procederá a calafatear el perímetro del marco en su unión contra el aplanado, efectuando posteriormente la colocación de molduras de madera. (ver detalle).

III.4.6 ESPECIFICACION PARA EL ACONDICIONAMIENTO Y FABRICACION DE VENTANAS SONO AISLANTES.

a) El primer paso para la fabricación de una ventana sono aislante, será el de fabricar dos marcos de madera para el claro de la ventana.

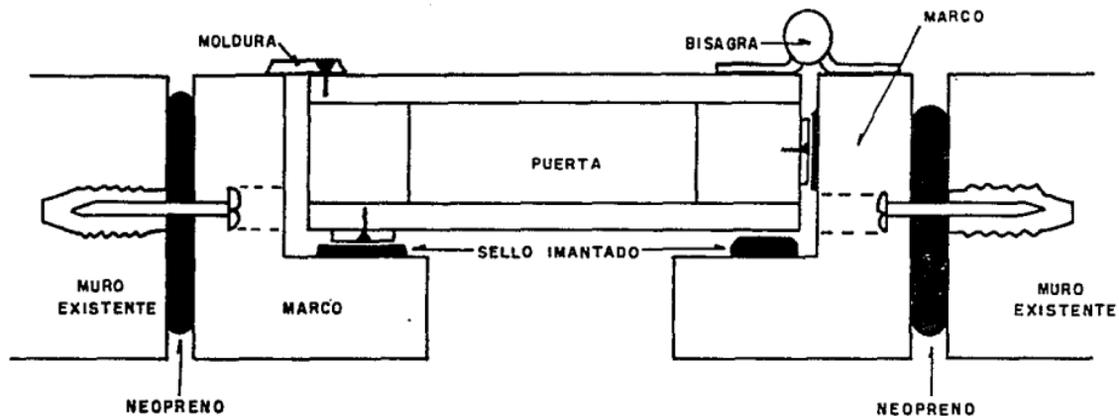
Se montarán sobre el emboquillado o cobertura de los muros a base de un neopreno que deberá quedar aprisionado entre la madera del marco y el emboquillado. Este sello deberá cubrir perfectamente los cuatro lados de la ventana, sin dejar huecos entre las uniones.

b) Al haber colocado los dos marcos, se deberán dejar por lo menos una pulgada de separación entre los dos, como los muestra el plano de detalle.

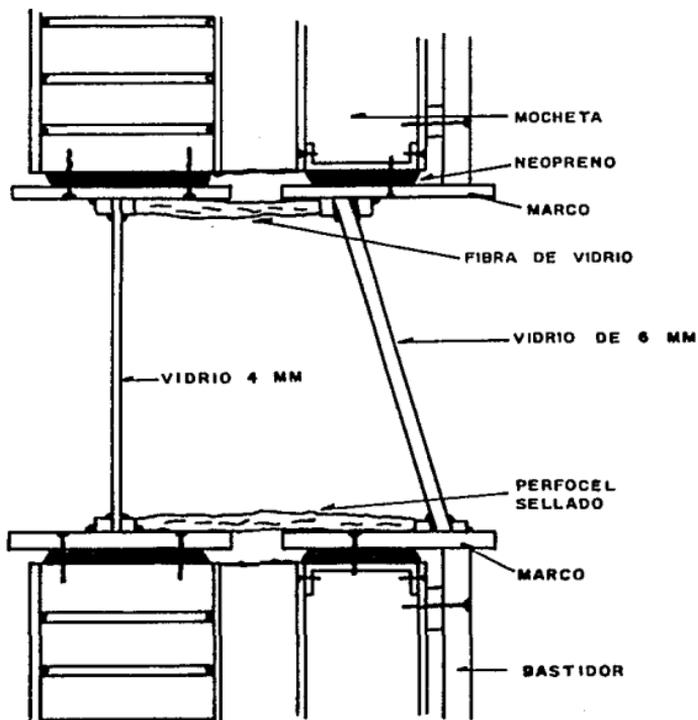
Se procederá a colocar el primer cristal perpendicular al piso u oblicuo, siendo éste de 4 mm de espesor. Se fijará en sus cuatro costados, con molduras de aluminio o madera, debiendo calafatearse todas sus uniones entre moldura y marco, esta operación por ambos lados.

c) Se instalarán las siguientes molduras que servirán para sostener el siguiente vidrio. En el espacio que existe entre estas molduras y las anteriores del otro vidrio se chapeará con fibra de vidrio y tela, haciendo esta operación en sus cuatro costados.

d) Ahora se colocará el vidrio de 6 mm de espesor y sus respectivas molduras, calafateándolas perimetralmente. No debiendo existir ranuras o huecos posibles. Ver detalle de ventana.



PUERTA SONO AISLANTE



VENTANA SONO AISLANTE

CONCLUSIONES

En la realización de la presente tesis se pueden establecer las siguientes conclusiones, observaciones y recomendaciones:

- Una cabina de transmisión debe de cumplir con las siguientes condiciones de estudio:
 - a) Condiciones de aislamiento sonoro
 - b) Condiciones acústicas del interior del estudio
 - c) Análisis del tiempo de reverberación

- Se puede observar que los mejores materiales utilizados en obra civil, para la construcción de una cabina de transmisión son los siguientes:
 - a) Madera
 - b) Tabique rojo
 - c) Concreto armado
 - d) Yeso

Así como los mejores materiales en aislamiento acústico y térmico son los que se presentan a continuación:

- a) Corcho
- b) Fibra de vidrio
- c) Paneles de yeso
- d) Espuma plástica aislante
- e) Paneles de poliuretano
- f) Paneles de espuma de poliestireno expandido
- g) Arcilla expandida

Dentro de las marcas comerciales que se presentan en el mercado, podemos encontrar las siguientes entre otras:

- a) Aislakor
- b) Panel W
- c) Panel Convitec
- d) Siporex

- Por otra parte se puede observar que la propagación de ruido se presenta a través de ondas sonoras aéreas o por impacto y es aquí donde el coeficiente de absorción presenta un papel muy importante para absorber estas ondas; al igual que las cámaras de aire que vienen a servir como trampas de eliminación de ruido, debido a que el aire tiene una velocidad de propagación de ondas de vibración de 340 m/s.
- En lo que se refiere al diseño arquitectónico se recomienda que sea una figura irregular, ya que si los muros son paralelos la resonancia es mayor en el área a tratar.
- Dentro del Procedimiento Constructivo es recomendable que en lo que se refiere a muros sean desplantados sobre una banda de neopreno con un espesor no menor de 5 cm, el cual sirve como trampa de eliminación de ruido. Y si se trata de muros de tabique la junta constructiva sea agusanada para evitar la porosidad en muros.
- Por lo tanto se recomienda que para cualquier diseño constructivo se utilicen materiales acústicos ya que presentan muchas ventajas y sobre todo calidad e insonorización en el recinto a tratar.

BIBLIOGRAFIA

- Acústica en los edificios
Mathias Meisser
- Materiales de Construcción
Felix Orús
- Materiales para la Construcción
Enciclopedia CEAC del encargado de obras
- Tratado de Construcción Vol I
Antonio Miguel Saad
- Aislamiento Acústico y Térmico en la Construcción
Claude Rougeron
Editores técnicos asociados S.A.
- Física General
Teepens
- Folletos de impermeabilización
Proconso, Fester
- Normas para Construcción e Instalaciones
Secretaria de Comunicaciones y Transportes
3.04.01
3.04.02
3.04.03