



“La Acústica en los Espacios Escolares”

**Universidad Del Azuay
Facultad De Diseño
Escuela De Diseño de Interiores**

**Trabajo de Graduación
Previo a la obtención del Título de:
Diseñadora de Interiores**

**Autora: Dora B. Ruiz Jaramillo
Director: Arq. Manuel Contreras
Cuenca, 2012**

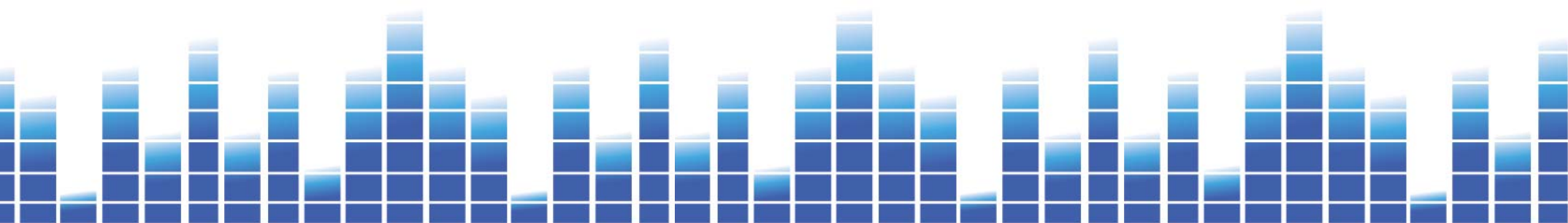


Universidad Del Azuay
Facultad De Diseño
Escuela De Diseño de Interiores

La Acústica en los Espacios Escolares

Trabajo de Graduación
Previo a la obtención del Título de:
Diseñadora de Interiores

Autora: Dora B. Ruiz Jaramillo
Director: Arq. Manuel Contreras
Cuenca, 2012





Los obstáculos son esas cosas espantosas que vez cuando
apartas tus ojos de la meta.

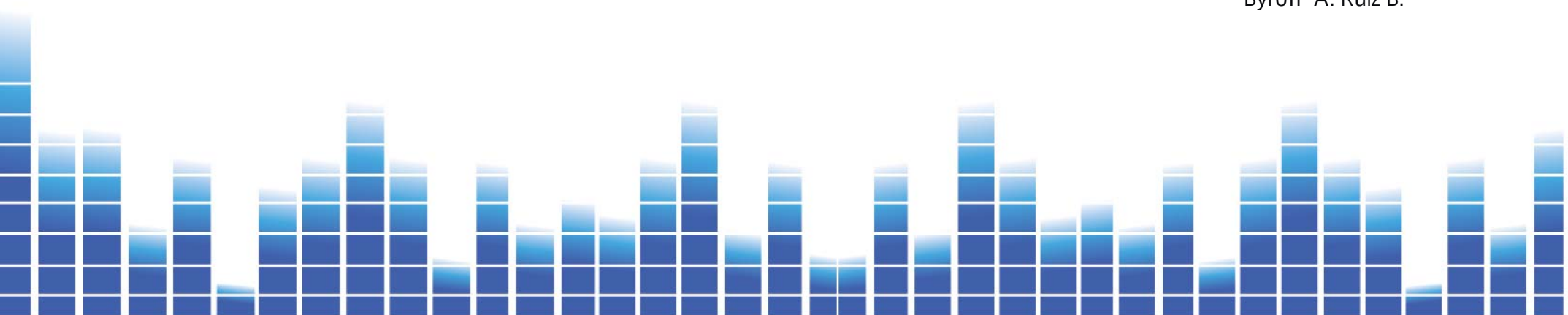
Henry Ford.

Aprender es descubrir lo que sabemos.
Hacer es demostrar lo que Sabemos.
Enseñar es recordar a otros lo que saben.
Todos somos Aprendices, Hacedores y Maestros.

Richard Bach.

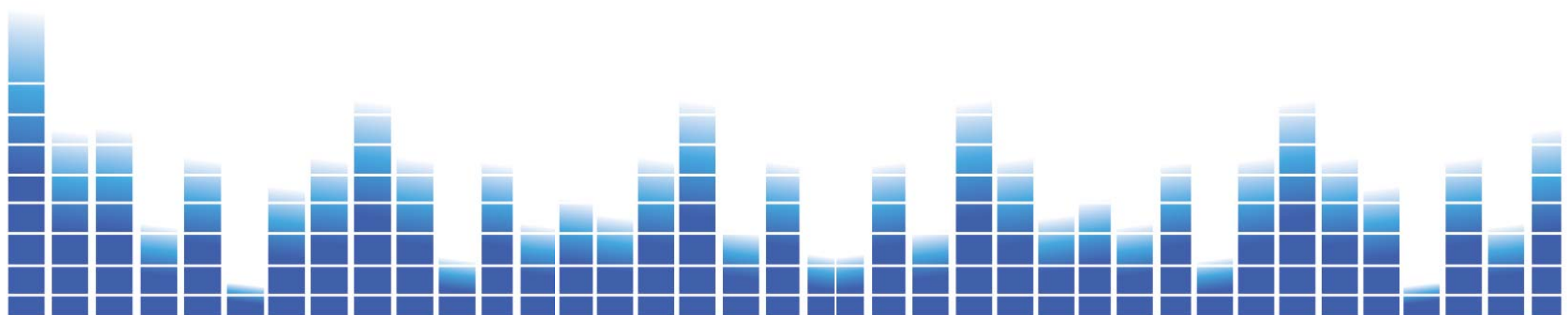
Los que dicen, que puede hacerse no deberían interrumpir
a quienes lo estan haciendo.

Byron A. Ruiz B.



Dedicatoria

A mis amores:
Adrian y Matias.
A mis padres:
Byron y Susi.
A mis hermanos:
Paty, Byron y Melina.



Agradecimiento

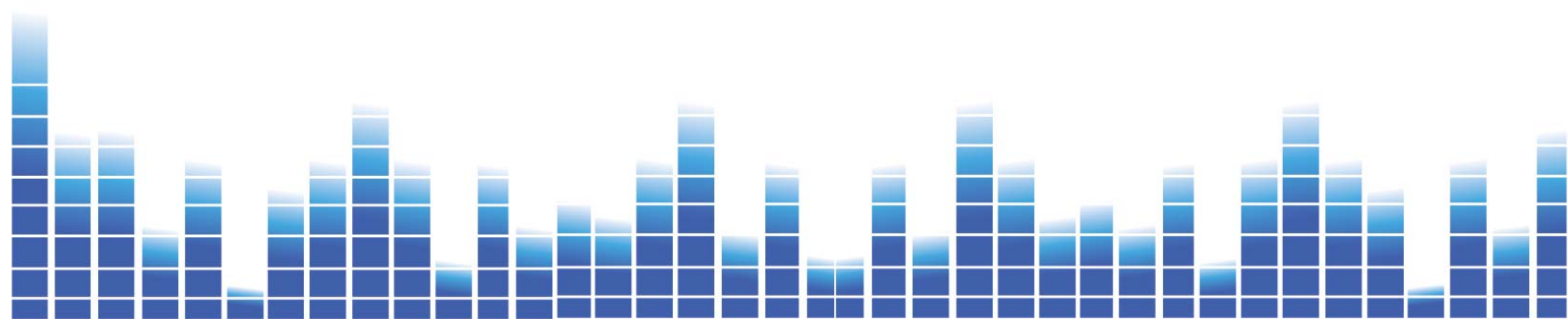
La realización del presente proyecto de Tesis, ha sido el producto de mucho esfuerzo, no solo mío sino también de otras personas a quienes quiero agradecer de manera especial:

A mí Adrian, por su paciencia y apoyo incondicional que permitió alcanzar mi meta. A mí Matias, que con su sonrisa ha sido mi motivo para seguir adelante.

A mis papis Byron y Susi, que son quienes me enseñaron a nunca desfallecer, a mis hermanas Paty y Meli, por siempre estar para mí, a mi hermano Byron, quien siempre aportó con sus conocimientos para que logre alcanzar mi meta.

A mi tía Maruja y a mis abuelitos Gerardo y Teresa, por acogerme y brindarme su mano siempre.

Gracias, sin ustedes no lo habría logrado.



Indice

INTRODUCCIÓN.....	13
ABSTRACT.....	15
RESUMEN.....	17
OBJETIVOS.....	19
General	
Específico	
REFERENTES TEÓRICOS.....	21
1.1 Naturaleza del sonido	23
1.2 Medición del ruido.....	24
1.3 Fuentes de ruido en las escuelas.....	25
1.4 Acústica en centros educativo.....	26
1.5 Influencia del sonido en las personas.....	28
1.5.1 Influencia del sonido en los niños.....	28
1.6 El color: Un aporte expresivo a las aulas escolares.....	29
1.7 Relación Diseño – Función	31
REFERENTES CONTEXTUALES.....	33
2.1. Diferencia entre Aislamiento y Absorción Acústica.....	35
2.1.1 Absorción acústica.....	35
2.1.2 Aislamiento Acústico	36
2.2 Factores que intervienen en el Aislamiento Acústico.....	37
2.2.1 Factor Masico.....	37
2.2.2. Factor Multicapa.....	37
2.2.3 Factor de Disipación.....	38

Indice

2.3 Selección de Materiales.....	38
2.4 Coeficientes de Absorción.....	39
2.5 Homólogos.....	40
2.5.1 Paredes Acústicas.....	40
2.5.2 Panelería De Gypsum.....	40
2.6 Soluciones Acústicas existentes en el mercado.....	41
2.6.1 MATERIALES AISLANTES.....	41
a. Fibras Textiles.....	41
b. Caucho.....	42
c. Aleación al Plomo.....	42
2.6.2 MATERIALES ABSORBENTES:	43
a. Fibro Mineral de colores para techos.....	43
b. Fibro Mineral Multi-perforado.....	44
c. Fibro Mineral como apliques e iluminación.....	44
2.7 Análisis de los Materiales Aislantes.....	45
2.8 Análisis de los Materiales Absorbentes.....	45
 DIAGNÓSTICO	47
3.1 El ruido a nivel mundial.....	49
3.2 Marco de Referencial.....	50
3.3 Niveles de sonido en el contexto mundial.....	51
3.4 Situación escolar en Cuenca: Niveles de sonido.....	52
3.5 Variables de Diseño.....	54
3.5.1 Ruido.....	54
3.5.2 Ubicación institucional.....	54
3.5.3 Materialidad de la Edificación.....	54
3.5.4 Hora, según el flujo vehicular.....	55
3.5.5 Relación y resultados con la intervención de las variables.....	55

Indice

EXPERIMENTACIÓN.....	57
4.1 Modelo operativo de experimentación.....	59
4.2 Experimentación con diversos materiales.....	59
4.2.1 Vidrio.....	59
4.2.2 Madera.....	60
4.2.3 Cartón Prensado.....	61
4.3 Recubrimientos.....	62
4.3.1 Espumaflex.....	62
4.3.2 Esponja.....	63
4.3.3 Lana de vidrio.....	64
 APLICACIÓN.....	 65
5.1 Modelo a desarrollar.....	67
5.1.1 Ropecabezas Deslizante.....	67
5.2 Materiales seleccionados para la elaboración de la propuesta.....	68
5.2.1 ¿Por qué se eligió al Mdf para la propuesta?.....	68
a. Características.....	68
5.3 Elementos de la propuesta.....	69
5.3.1 Maneras de ensamblar entre paneles.....	71
5.3.2 Estructura de soporte.....	72
5.3.3 Modos e ensamble de los modulos a las paredes.....	73
5.3.4 Casos especiales.....	74
5.4 Propuesta cromática en el espacio escolar.....	75
5.5 Prefactibilidad.....	77
 CONCLUSIONES.....	 81
ANEXOS.....	83
Fotografías de la propuesta.....	85
Indice de Imágenes y Fotográfico.....	86
Abstract otorgado por el Departamento de Idiomas.....	87

Introducción

Cuando se necesita de un control exacto de los parámetros acústicos de acuerdo a las características funcionales de un lugar, las soluciones estándares rara vez funcionan adecuadamente, y suelen resultar tan ineficaces como costosas.

El Diseño Acústico de Panelería para centros de educación básica, propuesto en el siguiente proyecto de tesis, tiende a ser personalizado dependiendo cada necesidad escolar, resultando en la mejor opción para una lograr una solución altamente satisfactoria por su rendimiento y estética.

Tras estudiar las características del espacio en cuestión se realizan las siguientes tareas:

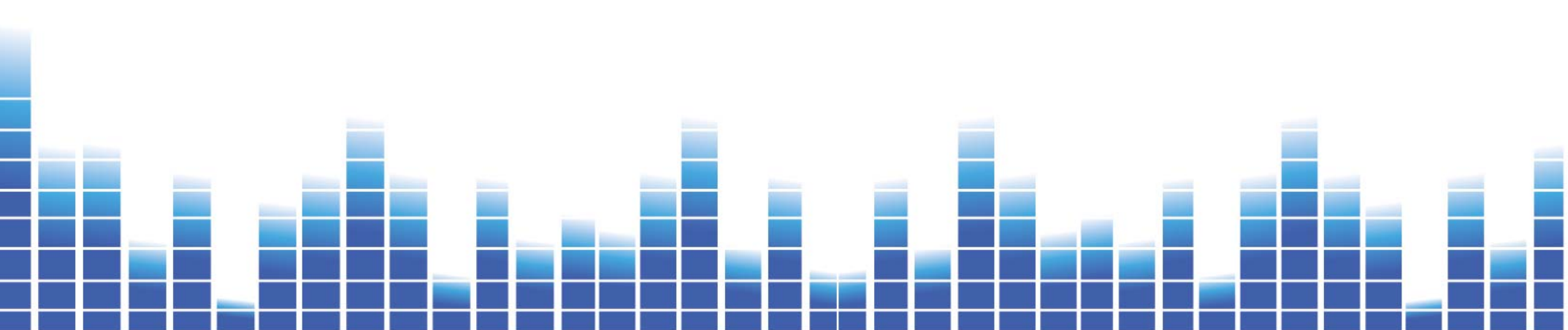
- Medición y evaluación de las condiciones acústicas del espacio a tratar.

- Estudio de los aislamientos acústicos requeridos.

- Desarrollo de soluciones para el mejor acondicionamiento acústico.

El Diseño acústico personalizado es un proceso que se desarrolla por medio de variables que influyen en las posibles soluciones, además de realizar mediciones periódicas durante la evolución del mismo, ayudando a reducir costos y aumentando la efectividad de las soluciones acústicas aplicadas.

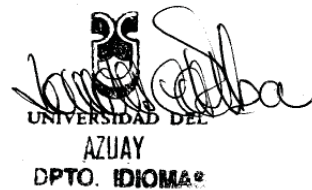
La propuesta ha sido pensada para lograr espacios interactivos que además de contribuir en la acústica aporten a la estética del lugar y por ello es que se ha planteado la utilización de los paneles de ambos lados, brindando esta posibilidad.



Abstract

This thesis tries to provide evidence of the problems that come up when noise interferes with the students' teaching-learning process, considering noise exerts a negative influence on the quality of learning and on the acquisition of skills. For this reason, we propose the creation of a type of paneling which may help reduce the amount of noise up to acceptable levels as to favor the optimal development of the different school activities. Our proposal focuses on the creation of a modular and easy-to-assembly paneling with additional color qualities which not only contribute with an aesthetic space but also influence on the children's perception and state of mind.

Key words: Acoustics, Schoolchild, Noise, Insulator, Paneling, Module, Chromatic



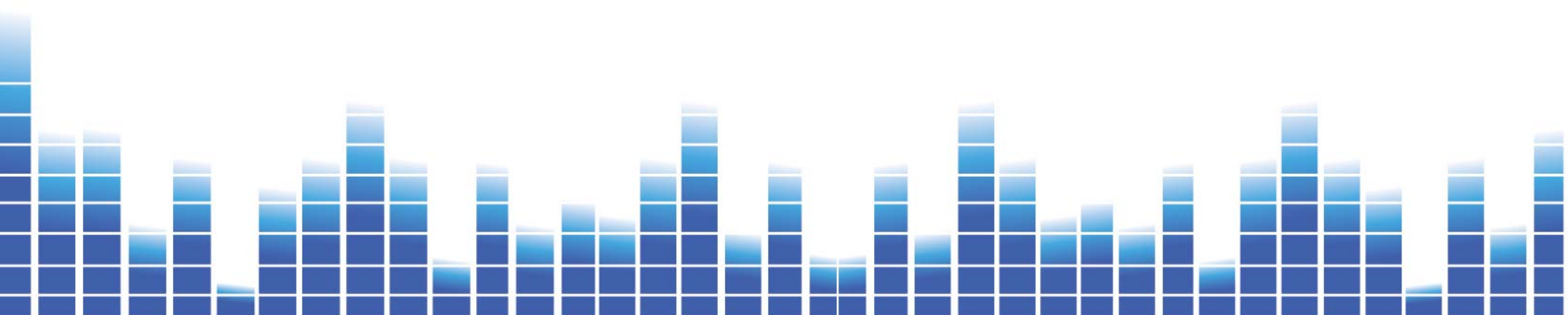

Translated by
Rafael Argudo

Resumen

La presente tesis pretende evidenciar los problemas que surgen al momento que el ruido interfiere en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que el ruido tiene una influencia negativa en la calidad del aprendizaje y la adquisición de habilidades; por ello se propone una tipo de panelería que logre disminuir el ruido hasta los niveles admisibles para desarrollo óptimo de las diferentes actividades escolares, la propuesta planteada es de tipo modular, de fácil ensamble, con cualidades de color que además de aportar a la estética del espacio influye en la percepción y estado de ánimo de los niños.

Palabras Claves:

Acústica
Escolar
Ruido
Aislante
Panelería
Módulo
Cromática



Objetivos

Objetivo General:

Contribuir al mejoramiento acústico en las aulas de centros educación básica.

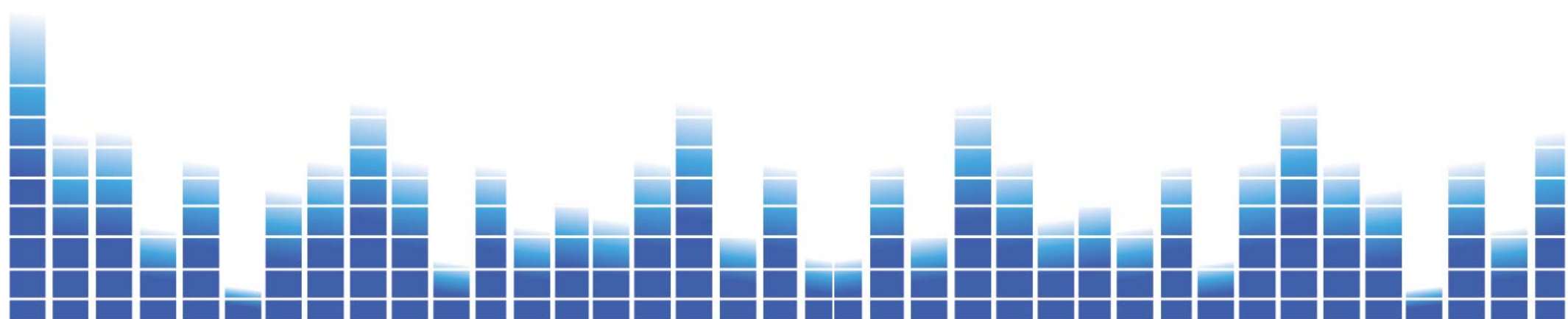
Objetivo Específico:

Proponer soluciones técnico-constructivas para optimizar las condiciones acústicas en las aulas.



Referentes Teóricos

CAPITULO I



El fenómeno del sonido se genera por la vibración de los cuerpos, a través de un medio material.

1.1 Naturaleza del Sonido

El sonido es una vibración del aire que se propaga en forma de ondas a través del espacio. Está caracterizado primariamente por una frecuencia y por una intensidad.

La frecuencia es la cantidad de vibraciones en cada segundo, expresada en Hertz [Hz] Y se relaciona con la altura, es decir la sensación de grave (baja frecuencia) o agudo (alta frecuencia).

La intensidad se relaciona con la sensación de menor o mayor sonoridad o volumen. Los sonidos simples o tonos puros contienen una sola frecuencia.

“Normalmente los sonidos que escuchamos, como las notas musicales o la voz humana, están compuestos por varios tonos puros.

Cuando un sonido contiene una cantidad muy grande de tonos puros simultáneos se convierte en un ruido.”(1)

Otra acepción de la palabra ruido es la siguiente: *Ruido es un sonido no deseado* . Es ésta acepción a la cual nos referiremos en lo posterior.

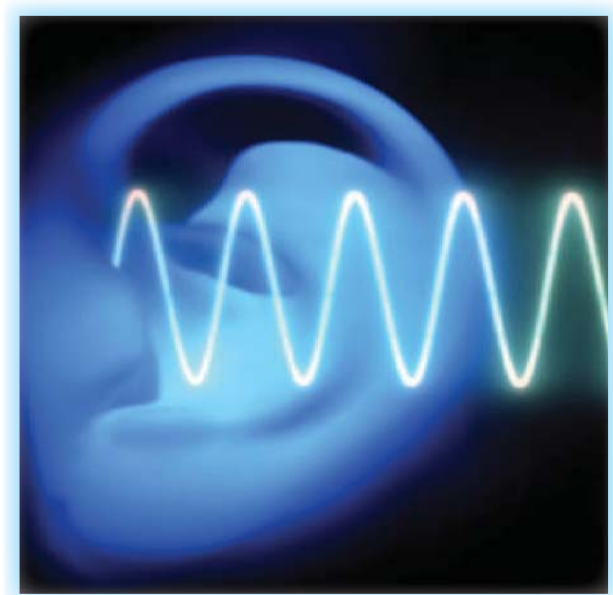


Imagen 1.



Imagen 2.

1.2 Medición del Ruido

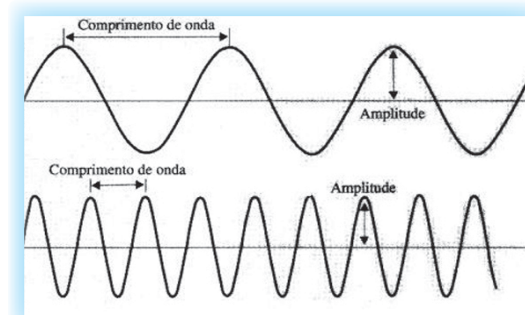
La propiedad del ruido que se mide más frecuentemente es su nivel sonoro. La unidad utilizada es el decibel o decibelius, abreviado dB. Existen varias clases de decibeles.

El primero se refiere a la intensidad física con abstracción del fenómeno de la percepción. El segundo, tiene en cuenta que el oído humano es menos sensible a las tonos muy graves (muy baja frecuencia) y a los muy agudos (muy alta frecuencia), siendo más sensible a las frecuencias intermedias. Esta segunda unidad se denomina decibel A (dBA), y es la más difundida.

El instrumento de medición se denomina indistintamente sonómetro, decibelímetro, o medidor de nivel sonoro.

Normalmente los sonidos más débiles que se pueden escuchar oscilan entre los 0 dBA y los 10 dBA, dependiendo del estado de la audición del individuo.

Una conversación normal tiene unos 60 dBA. Un colectivo en aceleración, entre 80 dBA y 90 dBA. Un martillo neumático, alrededor de 105 dBA y un avión despegando más de 120 dBA.



Imágen 3.



Imágen 4.



Imágen 5.



Imágen 6.

1.3 Fuentes de ruido en las Escuelas

El ruido es una de las principales causas de preocupación entre la población de las ciudades, ya que incide en el nivel de calidad de vida y además puede provocar efectos nocivos sobre la salud, el comportamiento y actividades del hombre, y provoca efectos psicológicos y sociales.

Técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propaga en el ambiente en forma de ondulatoria compleja desde el foco productor hasta el receptor a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico.

La contaminación acústica producida por la actividad humana ha aumentado de forma espectacular en los últimos años.

Varias son las fuentes de ruido en los establecimientos escolares. En primer lugar, afectando a las aulas que dan a la calle, tenemos el ruido del tránsito.

Este ruido puede llegar a ser muy importante en las escuelas ubicadas en arterias de gran circulación. Una segunda fuente son los gritos de los niños.

Estos tienen un efecto bastante nocivo, ya que se encuentran en el rango de frecuencias donde el oído es más sensible, no sólo perceptivamente sino desde el punto de vista del riesgo de hipoacusia.

Esta fuente es especialmente importante en clases de actividades prácticas, así como en clases de gimnasia u otras en las cuales el silencio no sea condición imprescindible. En las escuelas con aulas taller, una fuente de ruido son las máquinas.



Imagen 7.

1.4 Acústica en centros educativos

El nivel sonoro en las diferentes aulas escolares supera notablemente lo que se aconseja según los estándares internacionales.

Las propiedades acústicas de las aulas tienen una gran incidencia en el nivel de ruido al cual se encuentran sometidos alumnos y docentes:

- En primer lugar tenemos el aislamiento acústico, es decir la capacidad de las paredes, aberturas y tabiques para impedir la trascendencia de los sonidos exteriores hacia el interior del aula o viceversa.

El aislamiento depende fundamentalmente del espesor de las paredes y del cuidado de un perfecto ajuste de las aberturas. En efecto, los espacios que quedan debajo de una puerta o en el perímetro de una ventana pueden ser causantes de la pérdida del aislamiento de una gruesa pared de mampostería.

Es notable la falta de criterio en este sentido que se observa en muchas escuelas de reciente construcción, en las cuales en aras de abaratar el costo del proyecto se utilizan tabiques excesivamente delgados o aberturas económicas de muy pobre aislación acústica.

Las condiciones económicas, u otras características físicas, existen escuelas con condiciones acústicas precarias que se constituyen en barreras, a veces infranqueables, para que tanto los estudiantes, como profesores y personal técnico y administrativo desarrollen sus actividades normales dentro de los planteles con éxito.

Por ejemplo el ruido producido por los equipos y sistemas, propiedad de la institución, que permiten la operación normal del centro educativo, como bombas de agua, equipos de ventilación y/o calefacción, maquinaria de oficina, sistemas de iluminación, podadoras, equipo de limpieza y mantenimiento, etc.



Imagen 8.



Imagen 9.

“Dada la creciente conciencia y conocimiento ambientales del impacto del ruido en la salud, la psiquis, el rendimiento y el bienestar, la lucha contra el ruido ambiental es cada vez más importante.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) describe al ruido como la primera molestia ambiental en los países industrializados.”(2)



Imágen10.

Hasta el ruido producido por las actividades propias de la enseñanza, sean en el mismo salón donde se imparte una clase o en uno adyacente, como es el empleo de equipos de sonido con amplificación electrónica, equipos de proyección de imágenes a través de su sistema de enfriamiento, prácticas programadas en la curricular que involucren la generación de sonido o de vibraciones en los laboratorios y los que se deriven de las actividades en los talleres de la propia escuela, o de otras actividades, también educativas, como recreativas, culturales o deportivas.

Además de las actividades de construcción y/o remodelación que se efectúan en periodos normales de clases.

Debemos considerar tres efectos que inciden en la inteligibilidad del mensaje que el docente desea transmitir:

Por un lado, la distancia entre el alumno y el docente. El siguiente factor es el ruido de fondo en el aula, que puede provenir de fuentes externas (calle, patios internos o externos) e internas, generado en el aula por los mismos alumnos, que en especial cuando son pequeños son especialmente ruidosos.

El tercer factor que incide en el problema es la reverberación: el efecto producido por los rebotes de la

onda sonora en paredes, piso, techo y todos los objetos del aula, que hace que el alumno no sólo reciba el mensaje hablado en forma directa, sino innumerables copias de ese mensaje, fruto de la reflexión sobre paredes y objetos del recinto.



1.5 Influencia del sonido en las personas

El alumno y los docentes están en peligro, los niveles de contaminación auditiva (ruido) en el aula sobrepasan fácilmente las normas establecidas internacionalmente por la Organización Mundial de la Salud.

A pesar de que nos pudiéramos llegar a creernos que este tipo de contaminación no es tan nociva como las demás, estamos equivocados por que a la larga la contaminación acústica termina haciendo mella entre nosotros, llegando a causar grandes daños a la calidad de la vida.

Podemos decir que es un exceso de sonido o ruido que nos altera nuestras condiciones ambientales normales, provocada por la actividad humana (El tráfico, industrias, aviones, etc.)

Que por supuesto traen consecuencias negativas sobre la salud física y mental de las personas.

El ruido tiene diversos efectos sobre las personas. El más conocido es la hipoacusia o disminución de la audición, que se produce ante la exposición a sonidos extremadamente fuertes durante breves instantes (por ejemplo, 130 dBA durante un minuto) o ante sonidos fuertes reiterados.

Pero aun niveles moderados,

como 75 dBA en forma permanente durante 40 años producen hipoacusia en las personas más susceptibles.

Es importante destacar que la hipoacusia provocada por ruidos es irreversible, ya que afecta principalmente a las células sensoriales del oído interno, que no se reconstituyen.



Imágen11.

1.5.1 Influencia del sonido en los niños

En los niños se puede mencionar otros efectos nocivos del ruido que han sido investigados, como son: los trastornos orgánicos, como el cambio del ritmo de la secreción de ciertas hormonas, que en los niños pueden afectar el crecimiento, por ejemplo, la hipertensión arterial, las afecciones digestivas, el stress, los trastornos de la conducta (mayor agresividad, mayor tendencia al movimiento).

El ruido al ser un sonido no deseado, repercute negativamente en el aprendizaje y en la salud de los niños, si cuando estos son educados en un ambiente ruidoso, pierden su capacidad de atender señales acústicas o un retraso en el aprendizaje de la lectura y la comunicación verbal.

La audición y lenguaje son dos factores básicos y de gran importancia para el aprendizaje, y el ruido un factor distorsionante, importante en la educación.

Generalidades:

Para que la información verbal llegue a los alumnos en forma clara y completa la voz del docente debe superar al menos en 10 dB. En aulas ruidosas, la estimulación que recibe el oído es intensa y continua, por eso la recuperación de ese noble sentido que nos conecta con el mundo circundante es más lenta y produce un desgaste neuronal. Es decir, fatiga.

Por lo tanto debemos tener en cuenta elementos para cuantificar el ruido tales como: la intensidad y la frecuencia.

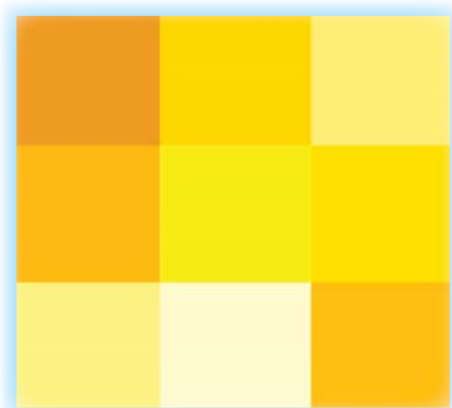
“Un efecto indirecto de gran importancia en la escuela es el esfuerzo de la voz, que produce afecciones del aparato fonatorio. Esta elevación de la voz es un comportamiento reflejo, de difícil control. Ante un ruido ambiente importante la elevación de la voz se produce en forma natural.

El otro efecto fundamental por su incidencia negativa en el aprendizaje es la disminución de la inteligibilidad de la palabra, la cual tiene lugar cuando el ruido ambiente se vuelve considerable debido al fenómeno

perceptivo del enmascaramiento, por el cual la presencia de un ruido suficientemente intenso puede hacer inaudibles sonidos que en condiciones más favorables podrían escucharse perfectamente.

Estudios realizados revelan que el rendimiento escolar de alumnos de similares características intelectuales, sociales, etc. se reduce en las aulas con ventana a la calle (y que por la tanto están expuestas al ruido del tránsito) con respecto a aulas interiores.”(3)

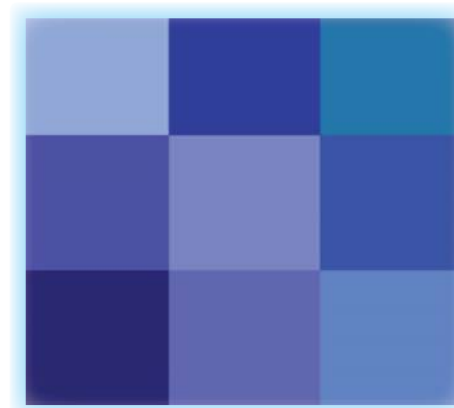
1.6 El color: Un aporte expresivo a las aulas escolares



En la presente tesis se ha tomado en cuenta al color, como una herramienta que aporte **expresivamente** a las aulas escolares, ya que puede ser plasmado en los paneles acústicos.



Si bien no corresponde al tema tratado, si se quiere dar indicios de como puede ser usado, las gamas y tonos que mejor colaboran a la percepción en el momento del aprendizaje.



Por ello, la incorporación en el presente capítulo, de ahí la importancia de mencionar los siguientes aspectos: El color tiene una influencia muy vital en la vida del escolar.

Las viejas escuelas, mal iluminadas, recargadas de elementos y con colores inadecuados, afectan notablemente al cuerpo mental y al físico del alumno y crean depresión, aburrimiento y cansancio, el ambiente de la escuela y las cualidades psíquicas de aquel tienen más importancia que todos los modernos métodos de educación.

Algunos directores y profesores no prestan atención al color, factor que tiene gran importancia; cuando es adecuado y está bien acondicionado, no solo facilita buena visibilidad, sino que también crea un ambiente que produce bienestar y aquel equilibrio mental que es tan indispensable en una labor de asimilación y estudio.

La selección del color en la escuela no es posible orientarla por el gusto personal o por un deseo de efectos más o menos estéticos; su finalidad es que la visibilidad sea fácil y natural y que el ambiente resulte confortable.

Un color muy claro, casi blanco, podrá ser excelente para aumentar la calidad de iluminación por el aumento de la luz reflejada, pero puede ser en muchos casos inconveniente, porque una intensidad excesiva es aun más perjudicial que la escasa.

Los colores a evitar en paredes son el blanco por su gran poder

refractivo, el negro por su potencia absorbente y los pardos o grises por análoga causa y también porque el ambiente que crean es triste y depresivo.

Los colores más eficientes son el verde, verde-azul claros por su efecto refrescante y calmante o el gris perla, el azul suave cuando se desea producir una impresión apacible y fría o en piezas muy soleadas, el amarillo, beige, gamuza, coral, melocotón o naranja y el rosa claros para estimular y crear una sensación de calidez en aulas orientadas al

Norte o que tengan muy poco sol.

De manera general se consideran como colores satisfactorios los verdes-azules, azules-grises, melocotón o rosa, todos de cualidad suave; estos podrán ser combinados de muy diferentes maneras para crear efectos de la mayor variedad.

Una pared de fondo en un tono rosado o melocotón se puede combinar con paredes laterales en color complementario: verde o verde-azul o en tintas aun más cálidas; un fondo en verde-azul, con laterales en un



Imagen12.

tono rosado o anaranjado o con tintas del mismo color, aunque en matiz mas claro u oscuro.

En los techos se debe usar siempre blanco, porque este, tanto con la luz natural como con la artificial, sirve para aumentar la intensidad de la iluminación.

El porcentaje de reflejo de las paredes no debe exceder al 60%, pues cuando aquel es mayor determina un resplandor excesivo y crea dificultades y molestias en la visión.

1.7 Relación Diseño – Función

El Diseño empieza con una representación mental y la posterior ejecución de una idea o modelo, con el fin de obtener un producto. El mismo que debe tener características estéticas además de aspectos de forma, función y tecnología.

Mientras que Función es lo que un producto puede hacer. Probar la funcionalidad significa asegurar que el producto funciona tal como estaba especificado, cumpliendo los requerimientos para los que fue constituido.

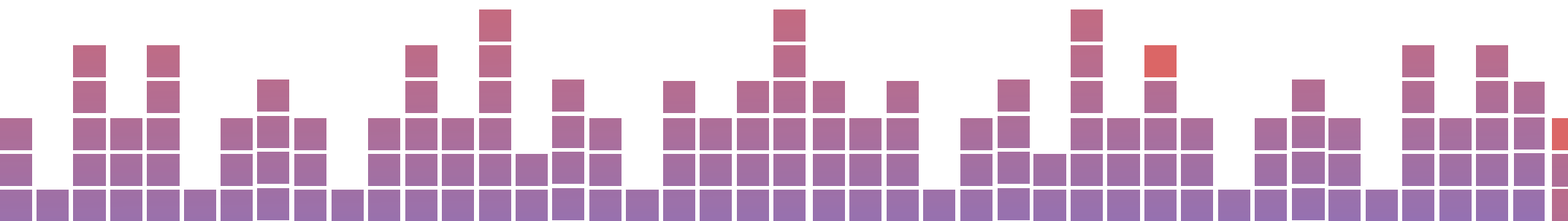
El poder relacionar al diseño con la funcionalidad se refiere a poder impulsar y crear soluciones originales, novedosas y que satisfagan las necesidades de una problemática planteada, esto exige el desarrollo de investigaciones y experimentaciones que permitan encontrar una solución adecuada.

"Solamente cuando se unen el diseño y la funcionalidad, mi trabajo tiene éxito"(4)



Referentes Contextuales

CAPITULO II



El ruido ocasiona tensión nerviosa, así como pérdida de concentración y de bienestar. Puede provocar problemas cardíacos inducidos por la tensión nerviosa y tiene consecuencias económicas negativas graves.

2.1. Diferencia entre Aislamiento y Absorción Acústica

El aislamiento acústico permite proporcionar una protección al recinto contra la penetración del ruido, al tiempo, que evita que el sonido salga hacia el exterior.

En cambio, la absorción acústica, lo que pretende es mejo-

rar la propia acústica del recinto, controlando el tiempo de reverberación, etc.

A esta técnica se le conoce también como acondicionamiento acústico.

2.1.1 Absorción Acústica

“ **L**a absorción acústica es la propiedad que tienen todos los materiales para absorber energía acústica, permitiendo que se refleje sólo una parte de ella. De modo que podemos decir que la absorción acústica es mayor cuando menor sea el sonido reflejado.

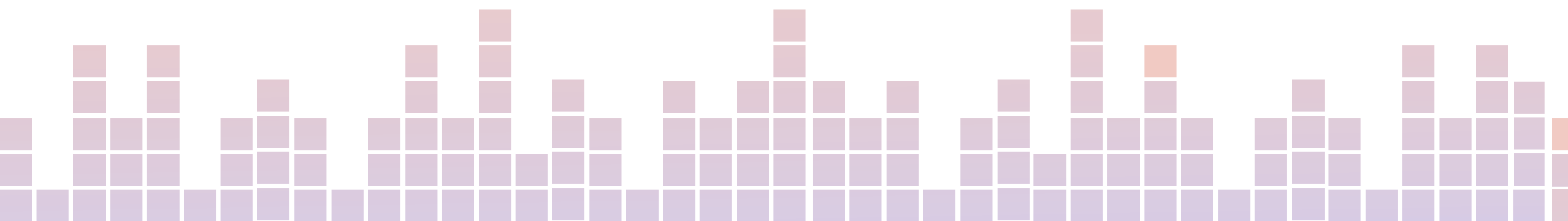
En la práctica, podemos experimentar con la absorción acústica si comparamos dos materiales como el mármol y una cortina gruesa. Si hablamos delante de una pared de mármol escuchamos como nuestros sonidos se hacen más largos. Y si colocamos una cortina encima, escucharemos como nuestros sonidos se ensordecen, es decir, se acortan.

Estamos comparando dos materiales con dos tipos de superficies diferentes y, por lo tanto, tienen diferentes grados de absorción.

La absorción depende del grado de porosidad de la superficie del material.

Los poros hacen que la energía sonora quede atrapada en ellos con múltiples reflexiones. Dentro del poro, esta energía se convierte en energía calorífica debido al rozamiento de la energía con los límites del poro al ir rebotando en su interior, y esta energía se disipa.

Si observamos el mármol, vemos que no tiene poros, de modo que la mayor parte del sonido emitido hacia él se refleja, en cambio, como los textiles son rugosos, con múltiples



2.1.2 Aislamiento acústico

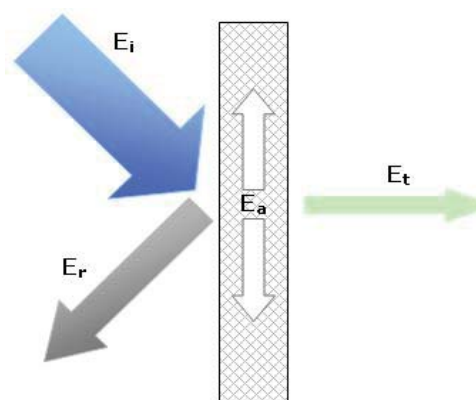


Imagen13.

$$E_i = E_r + E_t + E_a$$

trenzados y pequeñas cavidades, el sonido queda atrapado en ellas, es decir, que es absorbido.

En el siguiente gráfico podemos observar como la energía inicial (E_i) choca con un obstáculo y se divide en tres energías.

Cuando necesitamos conocer la absorción de este obstáculo, nos interesa conocer la energía reflejada (E_r) de la energía inicial.

Cuando queremos conocer el aislamiento de este elemento, nos fijamos en la energía que se transmite a través de él (E_t). La energía disipada dentro del elemento, es decir, la absorbida (E_a), es la que obtenemos de restar las dos energías anteriores a la energía inicial.

“Para que se pueda dar el concepto de aislamiento acústico hace falta que la onda sonora atraviese el material o el conjunto de materiales que componen una pared o un techo.

Cuando una onda sonora choca con un obstáculo hace que éste vibre. Parte de su energía es reflejada por el objeto como energía sonora, tal y como hemos visto antes con el ejemplo del mármol. Pero la energía vibratoria que se genera al chocar el sonido con el material, se transmite a través del obstáculo y pone en movimiento el aire situado en el otro lado, generando sonido.

Cuando hablamos delante de la pared de mármol conseguimos hacerla vibrar con nuestra voz, es decir, le generamos microvibraciones. De hecho la energía sonora hace vibrar cualquier elemento o material, aunque sean vibraciones inapreciables.

Además, una parte de esta energía vibratoria se disipa dentro del mismo obstáculo, al recorrerlo, reduciendo la energía irradiada al otro lado.

Podemos imaginar mejor esta disipación de energía en el interior de los materiales pensando en como

se comportan el vidrio y el caucho ante un sonido. El vidrio es un material rígido que tiene una amortiguación muy mala y el sonido lo atraviesa sin ningún problema, en cambio, si tomamos una lámina de caucho, entonces el sonido pierde energía en atravesarlo y conseguimos aislamiento acústico, ya que está tiene un gran amortiguamiento al no ser un material rígido sino blando.

Podemos decir que el aislamiento acústico es la propiedad que nos expresa el grado de reducción del sonido entre dos recintos separados por un elemento de cerramiento o entre un recinto cerrado y el exterior.

Estos materiales o sistemas constructivos evitan el paso del sonido y nos proporcionan un confort fuera del lugar donde se está produciendo el sonido.

En resumen, podemos afirmar que el aislamiento nos viene determinado por las propiedades del material frente al que se emite el sonido, que dificultan en mayor o menor medida el paso del sonido a través de sí mismo, mientras que la absorción viene determinada por como es la superficie de dicho material que provoca más o menos reflexión de la onda sonora emitida hacia ella.”(5)

2.2 Factores que intervienen en el aislamiento acústico

“Existen diversos factores básicos que intervienen en la consecución de un buen aislamiento acústico, entre los que tenemos:

Factor Másico

Factor Multicapa

Factor de Disipación

2.2.1 Factor Masico

El aislamiento acústico se consigue principalmente por la masa de los elementos constructivos:

A mayor masa, mayor resistencia opone al choque de la onda sonora y mayor es la atenuación.

Por esta razón, no conviene hablar de aislantes acústicos específicos, puesto que son los materiales normales y no como ocurre con el aislamiento térmico.

2.2.2 Factor Multicapa

Se trata de mejorar el aislamiento acústico hasta niveles superiores a los que la suma del aislamiento individual de cada capa, pudiera alcanzar.

Cada elemento o capa tiene una frecuencia de resonancia que depende del material que lo compone y de su espesor. Si el sonido (o ruido) que llega al elemento tiene esa frecuencia producirá la resonancia y al vibrar el elemento, producirá sonido que se sumará al transmitido. Por ello, si se disponen dos capas del mismo material y distinto espesor, y que por lo tanto tendrán distinta frecuencia de resonancia, la frecuencia que deje pasar en exceso la primera capa, será absorbida por la segunda.



Foto de la construcción de un estudio en progreso. Las paredes son "rellenadas" de "lana roca".

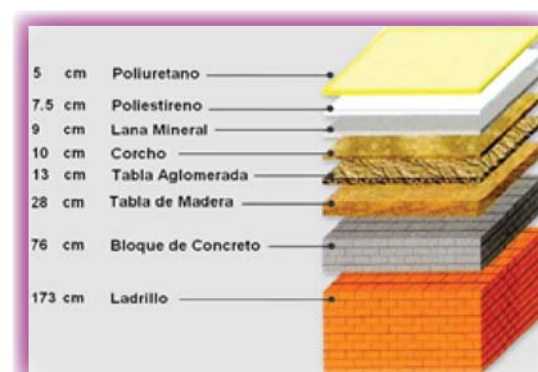


Imagen14.

2.2.3 Factor de Disipación

También mejora el aislamiento si se dispone entre las dos capas un material absorbente.

Estos materiales suelen ser de poca densidad (30 kg/m^3 - 70 kg/m^3) y con gran cantidad de poros y se colocan normalmente porque además suelen ser también buenos aislantes térmicos.

Así, un material absorbente colocado en el espacio cerrado entre dos tabiques paralelos mejora el aislamiento que ofrecerían dichos tabiques por sí solos.

Un buen ejemplo de material absorbente es la lana de roca, actualmente el más utilizado en este tipo de construcciones.”(6)



Imagen15.

2.3 Selección de Materiales

Los materiales que podemos encontrar para realizar el aislamiento acústico pueden ser:

- El plomo es el mejor aislante de todos ya por sus propiedades aísla del sonido y de las vibraciones. Sin embargo actualmente está prohibido su utilización, porque se utilizan láminas pesadas y flexibles fabricadas a base de caucho, betún, asfalto, EPDM, etc.
- Los materiales usados generalmente en la construcción como hormigón, terrazo, acero, etc. son lo suficientemente rígidos y no porosos como para ser buenos aislantes gracias a que se rigen por la ley de masas.
- También actúan como un gran y eficaz aislante acústico, las cámaras de aire (un espacio de aire hermético) entre paredes.
- Si se agrega, además, material absorbente en el espacio entre los tabiques el aislamiento mejora notablemente.
- Para un efectivo aislamiento acústico, apenas es importante la densidad del material absorbente instalado en la cámara.
- El caucho y los elastómeros son materiales capaces de amortiguar el sonido

No se puede decir que existan aislantes acústicos específicos, como existen aislantes térmicos específicos.

6. http://www.ecured.cu/index.php/Aislamiento_ac%C3%BAstico, marzo-25-2012

2.4. Coeficientes de Absorción según el material

“**A**l incidir una onda sonora sobre una superficie absorbente, parte de la energía es absorbida, parte reflejada y parte transmitida al otro lado. La proporción entre ellas dependerá de la frecuencia de la onda incidente y de las características técnicas y constructivas del material, así como del ángulo de incidencia de la onda.

A la relación entre la energía acústica absorbida y la incidente sobre un material por unidad de superficie se le conoce como coeficiente de absorción.

El coeficiente de absorción acústica de un material depende de la naturaleza del mismo, de la frecuencia de la onda sonora y del ángulo con que incide la onda sobre

la superficie. Como el coeficiente de absorción varía con la frecuencia, se suelen dar los mismos a las frecuencias de 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000Hz (según Norma UNE 74041-80 Medida de Coeficientes de Absorción en Cámara Reverberante, equivalente a la ISO 354-1963).”(7)

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes de absorción acústica en función de la frecuencia para distintos materiales.

Materiales y Coeficientes	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Ladrillo sin enlucir	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Ladrillo pintado	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Rev. De cal y arena	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Placa de yeso	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Moqueta s/ hormigón	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
B. de H° Poroso	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
B. de H° Pintado	0.10	0.05	0.05	0.07	0.09	0.08
Marmol o azulejos	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Madera	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Madera 1cm de esp.	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Parquet	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Parquet de madera s/ H°	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Goma de 0.5 de esp.	0.04	0.04	0.08	0.12	0.03	0.10
Cortina 475 g/m2	0.10	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60
Ventana de vidrio	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Pared de ladrillo c/yeso	0.013	0.015	0.02	0.03	0.04	0.05
Sup. Piscina llena/agua	0.008	0.008	0.013	0.15	0.020	0.25

Imágen16.

7. <http://rabfis15.uco.es/lvct/tutoria>

2.5 Homólogos

En la actualidad existe gran variedad de panelería acústica, aunque ninguna destinada a instituciones educativas, aquí algunos ejemplos de lo que podemos encontrar en el mercado:

2.5.1 Paredes Acústica

Las Paredes Móviles Acústicas se componen de módulos que se desplazan por un sistema de rieles suspendidos que brinda una gran facilidad y rapidez de operación.

Este sistema de divisorios no requiere de ningún tipo de guía en el piso y, en los modelos multidireccionales, permite desplazamientos con giros a 90º,

para su traslado y almacenamiento a distancia.

También se encuentra en el mercado con un sistema de divisorios que ofrece la posibilidad de desplazarse en dos direcciones y, por este motivo, constituye el sistema más solicitado.

El sistema multidireccional permite dividir un salón con Paredes Móviles Acústicas perpendiculares entre sí y guardar los paneles en ubicaciones alejadas del salón principal. Los paneles pueden revestirse de acuerdo a las necesidades de cada proyecto en particular.

2.5.2 panelería de Gypsum

Las láminas de Gypsum están hechas a base de roca de yeso pulverizado que se calienta hasta 350 °F, para extraerle las 3/4 partes de agua química que posee. Sus elementos no son combustibles y no producen gases tóxicos.

Los principales beneficios de las lá-

minas de Gypsum en general son:

- Posee comportamiento acústico
- Son anti-inflamables y anti-comején
- Son ideales para detalles y acabados, brindando una fácil y rápida instalación.

El Gypsum puede venir en los siguientes tipos de paneles para construcción liviana:

Gympum regular

Que es una lámina de yeso recubierta con papel cartón, especial para uso en áreas interiores en cielos y paredes.

Dimensiones:

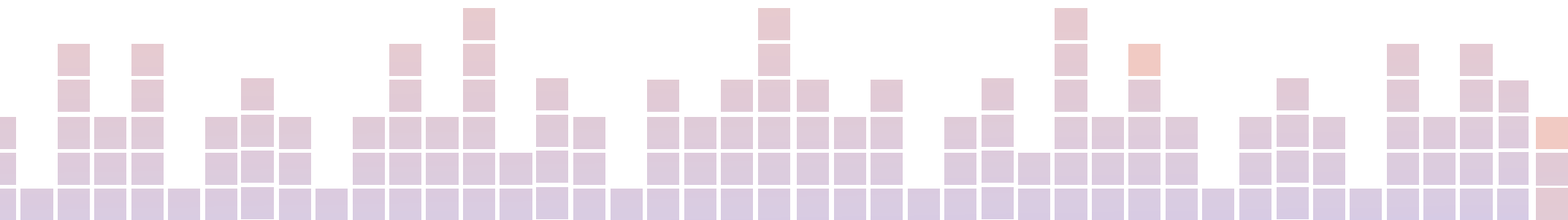
1.22 mts X 2.44 mts X 12.7 mm
4 X 8 X ½

Gypsum RF (Resistente al Fuego)

De uso para áreas interiores, las cuales pueden estar expuestas a posibles fuentes de ignición tales como cocinas o áreas industriales, posee un núcleo no flamable de yeso y resistente al pandeo.

Dimensiones:

4 X 8 X ½
1.22 mts X 2.44 mts X 12.7 mm



2.6 Soluciones Acústicas en el mercado

En el mercado existen empresas especializadas en soluciones acústicas las mismas que ofrecen una gran diversidad de grados de aislamiento dependiendo de cada necesidad enfocada a resolver todos los problemas de ruidos.

A continuación se presenta diversos materiales que sirven como absorbentes y aislantes acústicos, con la intención de realizar un análisis comparativo entre lo existente y la propuesta planteada en el presente trabajo de tesis, permitiéndonos la evaluación del proyecto en cuanto a la prefactibilidad del producto resultante.

2.6.1 Índice de materiales Aislantes

“La función de los materiales aislantes acústicos es reflejar la mayor parte de la energía que reciben.” (8)

Deben ser materiales pesados, flexibles y continuos para obtener el máximo rendimiento de su peso. Se utilizan para atenuar el paso del ruido entre ambientes distintos en suelos, paredes y techos.

a. Fibras Textiles

Este material es un fieltro de fibras textiles entrelazadas entre ellas por resinas especiales. Debido a su estructura altamente porosa tiene un gran poder absorbente y anti-vibratorio.

Puede ser fácilmente aplicable a superficies de variada naturaleza y forma.

En función de su espesor presenta unas características absorbentes y anti-vibratorias variables.

Características Técnicas

Densidad: 80 Kg/m³

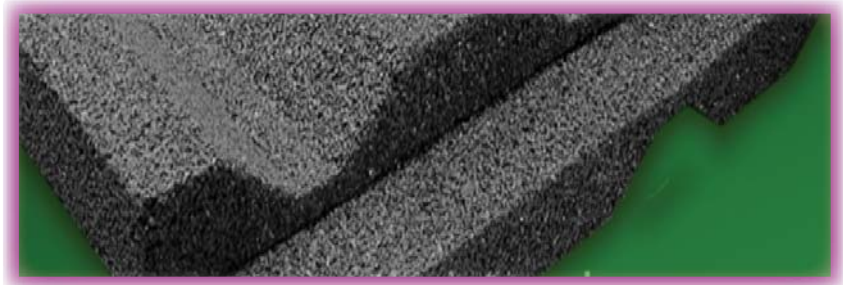
Espesor: 15 to 18 mm.

Rollos: 1 x 50 m.



Imagen17.

b. Caucho



Imágen18.

Panel de caucho reciclado prensado para aislamiento de vibraciones por vía sólida o estructural, especial para los revestimientos de suelos flotantes.

Acustilástic-N es la mejor solución para la realización de suelos flotantes de forma rápida, precisa y efectiva, sin temor a roturas o puentes acústicos inesperados.

Aplicaciones
Sustentaciones elásticas anti-vibratorias en general: Paneles Acústicos

Características Técnicas:
Material: Caucho reciclado prensado.
Carga de trabajo: De 150 a 1500 Kg/m².
Dimensiones: Placas de 1000 x 500 mm.
Espesor: 50 mm.
Peso: 20 Kg/m².
Frecuencia de trabajo: > 12 Hz.
Reducción a 125 Hz de ruido de impactos: 39 dB.
Aislamiento acústico: Según ensayo realizado con losa de hormigón de 10 cm.

c. Aleación al Plomo



Imágen19.

El compuesto aislante BILAMINA está constituido por una lámina base de plomo. La masa y elasticidad del plomo permiten dotar de una gran calidad acústica a este producto, por lo cual este compuesto está especialmente diseñado para trabajar como aislante al paso del ruido por vía aérea.

Es un compuesto ideal como complemento en paneles preinstalados que quieran ser dotados de gran aislamiento, introduciendo además un absorbente de cavidad y un acabado absorbente exterior presentado por sus dos caras de poliuretano expandido.

Características Técnicas:

Dado que su comportamiento es el de una pared doble, la curva de aislamiento depende de la pared de base, obteniéndose siempre buenos resultados a partir de 250 Hz.

Absorción:
Puesto que la absorción dependerá de la última capa vista y el espesor máximo según el modelo es de hasta 25 mm., el comportamiento absorbente es bueno en general a partir de 250 Hz.

Conductividad térmica:
0,019 Kcal/h.m °C

Peso: Desde 5 Kg/m2
Espesor: 12, 19, 25 ó 31 mm.
Presentación: 1400 x 1000 mm.
Resistencia a la temperatura: 120 °C

2.6.2. Índice de materiales Absorventes

“La misión de los materiales absorbentes acústicos es evitar la reflexión del sonido que incide sobre ellos. Toda fuente de ruido en el interior de un local produce más ruido que en el exterior, debido a que el local impide la salida del ruido y actúa como amplificador.

Fábricas, teatros, restaurantes, auditorios, etc., deben tener la absorción suficiente para evitar problemas de ruido.”(9)

a. Fibro Mineral

Panel auto-portante de lana mineral dotado de elevada resistencia mecánica y de altas prestaciones absorbentes. Se instala mediante el soporte de perfilera vista estándar.

Ventajas

- En un techo de perfilera existente se pueden cambiar las placas existentes fácilmente por las del panel aquí mencionado.
- Aumento de la inteligibilidad y confort auditivo.
- Amplia gama de colores que se pueden combinar creando espacios atractivos y sorprendentes.

Aplicaciones

Techo absorbente especialmente indicado para aumentar el confort auditivo y la armonía decorativa en salas polivalentes, oficinas, despachos, restaurantes, bares, cafeterías, emisoras de radio, estudios, cines, teatros, locales de ensayo, comercios, grandes almacenes, hoteles, hospitales, ambulatorios, gimnasios, etc.

Características técnicas:

Material: Lana mineral.

Acabado: Velo resistente color blanco similar al RAL 9010 o cualquier color de la gama RAL bajo pedido.

Dimensiones: Placas de 595 x 595 y 1195 x 595 mm.

Espesor: 15 y 19 mm.

Peso: Acustec-N15 - 2,4 Kg/m².

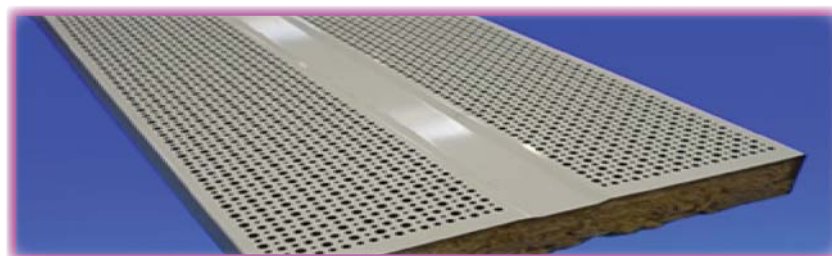
Peso: Acustec-N19 - 3,0 Kg/m².



Imagen 20.

9. http://www.acusticaintegral.com/absorbentes_acusticos_index.htm

b. Fibro Mineral Multi-perforado



Imágen 21.

Paneles acústicos absorbentes y modulares para tratamiento de absorción y acondicionamiento acústico para todo tipo de salas polivalentes tanto en paredes como en techos.

Ventajas

Paneles modulares de alta resistencia mecánica con acabado prelacado de mayor durabilidad. Fácil y rápido sistema de montaje.

Multiperforado con 4 distintos diámetros que mejora el índice de absorción de la tradicional chapa perforada. Diseño único y exclusivo. Altamente decorativo gracias a su perfecto acabado.

Aplicaciones

Polideportivos, piscinas, gimnasios, platós de TV, emisoras de radio, locales de ensayo, salas de máquinas, grupos electrógenos, plantas de cogeneración y biomasa, estaciones de ferrocarril y metro, hangares, gale-rías de tiro, naves industriales y en la industria en general.

Características técnicas:

Exterior: Chapa multiperforada prelacada de 0,5 mm.e.

Absorbente interior: Lana de roca de 40 Kg/m³ con acabado en velo negro.

Dimensiones: 350 x 3000 mm.

Espesor: 50 mm.

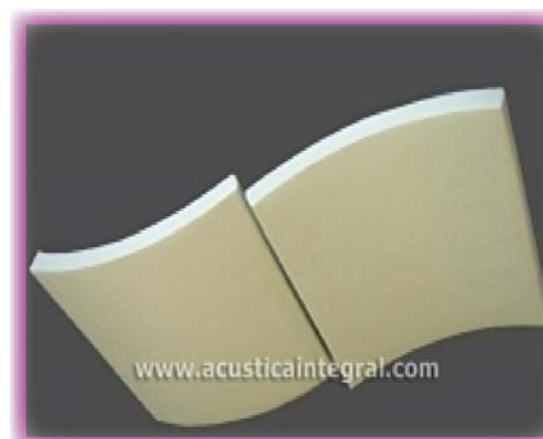
Peso: 7,82 Kg/m².

c. Fibro Mineral como apliques e iluminación

Se utilizan para la construcción de superficies volumétricas absorbentes a modo de baffles. Diseñados y realizados a la medida de las necesidades de cada local.

Aplicaciones

Mejora de la respuesta absorbente y de los tiempos de reverberación para todo tipo de locales donde las soluciones estándar no son posibles. Los paneles acústicos son una buena solución de confort acústico.



Imágen 22.



Imágen 23.

2.7 Análisis de los materiales aislantes.

Con respecto a los aislantes acústicos, podemos mencionar que al ser materiales que se producen en grandes cantidades y salen al mercado en rollos, no existiría problema al solicitar las dimensiones necesarias para un espacio cualquiera.

El problema que se detecta, al ser materiales elaborados a con procesos de reutilización en algunos casos como el caucho, mientras que el aislante que contiene plomo no nos ayudaría a lograr los objetivos planteados, mientras que en otros casos como el de la fibra, que es una red de diversos materiales, el constante contacto atrofía rápidamente la materialidad, no puede ser aplicado directamente como aislante en las aulas escolares.

Con respecto a costos existen rangos significativos:

- Material amortiguante-absorbente: \$ 64,99
- Panel de caucho: \$ 16,38
- Bilámina: \$ 21,95

En éstos materiales lo que marca la diferencia en los precios es el grosor del material, incrementando su dimensión en 7mm. cada vez y el incremento del costo es aproximadamente de \$ 1,25.

Al poner en consideración algunas de las gamas de productos existente en el medio, se está dando a conocer que existen muchos modos de aislar un espacio acústicamente. Lo que se debe tener en cuenta son los niveles de absorción, modos de ensamble y expresión, las mismas que, pueden aportar en beneficio de la estética del espacio y mucho más, si aportan a la elaboración de nuestra propuesta.

2.8 Análisis de los materiales absorbentes.

Acerca de los materiales absorbentes podemos mencionar su fácil colocación debido a la estructura de cada panel, la misma que se presenta con una mejor estética.

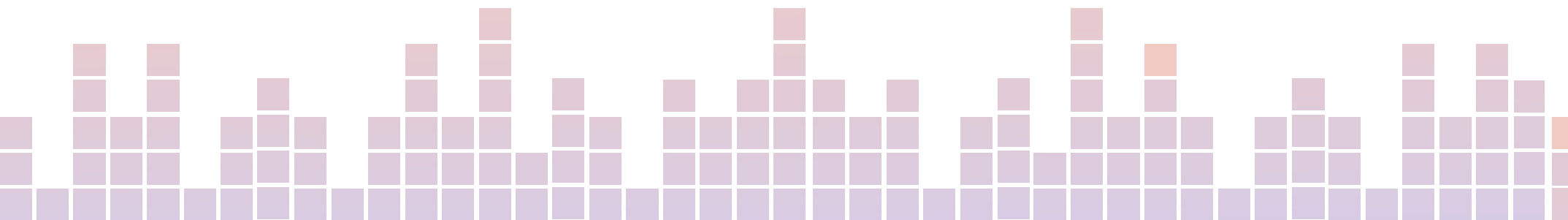
Se presentan más elaborados, ya que al ser usados en el espacio ya aportan a la expresión del lugar. Se encuentra en el mercado con una oferta extensa de formas (curvas y rectas), además de una gama significativa de tamaños y espesores.

Con estas acotaciones se evidencia que las características de los materiales absorbentes aportarían de mejor manera a la elaboración de paneles que ayuden a mejorar la acústica en los espacios.

Con respecto a costos, se nota un incremento respecto a los materiales aislantes, pero se debe considerar la estructura se soporte y diversidad expresiva:

- a. Panel absorbente decorativo para techos. \$ 95,35
- b. Panel acústico multiperforado \$ 103,70
- c. Paneles acústicos Acustiart \$ 173,73

De igual manera los precios varían dependiendo de las dimensiones, además de forma y función de cada diseño, la variación de precios oscila al rededor de \$35



Diagnóstico

CAPITULO III



3.1 El Ruido a nivel mundial

La contaminación acústica es una problemática generalizada en todos los países del mundo, acrecentándose ésta en las grandes y medianas ciudades; pero ello no exonera a los pequeños asentamientos humanos, donde personas con insuficiente Educación Ambiental (E.A) hacen que estos presenten altos índices de contaminación acústica.

Si bien es cierto que, tanto en el plano internacional como en el nacional, se desarrollan acciones para enfrentar esta problemática: Investigaciones de gestión ambiental para desarrollar tecnologías menos ruidosas, desarrollo de sistemas de protección contra esta contaminación, en ambientes laborales, y que existen disposiciones jurídicas referidas a normas y regulaciones sobre contaminación acústica, éstas por sí solas no permiten resolver dicha problemática; por lo que es necesario dirigir acciones educativas que permitan un cambio de actitud en los ciudadanos y posibilite así atenuar o solucionar los problemas relacionados con la misma.

Si es cierto que el ruido irritante es cada vez más un agente contaminante de nuestro ambiente, es buscar medios para evitar la propagación y que desenvocan en consecuencias perjudiciales para las personas.

“La Asociación Médica Mundial, de acuerdo con sus objetivos médico-sociales, llama la atención sobre la importante función que tienen la información y la prevención con relación al daño producido por niveles de ruido intensivos.

La Asociación Médica Mundial recomienda la adopción de una estrategia global y exhorta a las asociaciones médicas nacionales a:

1. Informar al público en general, en especial a los responsables de riesgo de contaminación y a las víctimas potenciales.
2. Incitar a las empresas y fabricantes de maquinarias a instalar material fónico de aislamiento donde sea necesario a fin de asegurar una efectiva protección colectiva del personal.
3. Convencer a los empleados de usar aparatos de protección individual contra los ruidos fuertes.
4. Informar a los jóvenes sobre los riesgos del culto al ruido (droga acústica), motocicletas, equipos musicales, conciertos rock, discotecas, walkman, etc.
5. Pedir regulaciones legales adecuadas contra los niveles de sonido

intensivos en lugares públicos, de vacaciones, hogares de convalecencia y autopistas (muros aislantes).

6. Respaldar las sanciones legales y observar la eficacia de las medidas de control.

7. Convencer a todas las autoridades educacionales de incluir enseñanza en todos los niveles del colegio sobre la prevención y eliminación de la contaminación acústica.”(10)



Imagen 24.



Imagen 25.

10. <http://www.unav.es>, Asociación Médica Mundial 2002, Junio-9-2012

3.2 Marco de Referencias:

En la actualidad existe más preocupación por la contaminación acústica ya las incidencias en la salud de las personas. De ahí el surgimiento de investigaciones en los diversos países que procuran identificar la problemática causada como por ejemplo:

La Organización Nacional de la comunicación Humana de Mexico, concluye: que el 80% de los estudiantes de grandes ciudades llegan a sufrir un nivel de sordera por los traumas causados por la contaminación sonora, contrario a lo que se pensaba que era un problema propio de la persona.

La Universidad e Valladolid- España, publicó investigaciones realizadas para medir el ruido en lugares muy puntuales en la capital los niveles de ruido rodean los 80 decibeles, logrando deducir que el ruido llega afectar a la memoria de corto plazo.

En Colombia, realizaron su proyecto llamado El ruido y su impacto en el ambiente escolar (aproximación a una psicología ambiental), con el fin de determinar los efectos del ruido en el rendimiento escolar que un grupo de estudiantes presenta en una tarea.

“Los resultados mostraron

que a mayor ruido menor es la eficiencia con que se realiza una tarea y mayor la dificultad percibida por los profesores para desarrollar una adecuada interacción académica. Los estudiantes expuestos a niveles altos de ruido.

Los profesores manifestaron que el ruido es uno de los problemas más difíciles que encuentran en su trabajo. El ruido produce en los estudiantes indisciplina, falta de atención, inhibición en la tarea que ejecutan.”(11)

“En Cuba la contaminación acústica es una de las problemáticas ambientales que con mayor sistematicidad se refleja en los diferentes medios de comunicación masiva, lo cual muestra de que es un problema que toma dimensiones globales.

Sin embargo no se aprecia en los momentos actuales una unidad de acción entre los gobiernos, instituciones gubernamentales y no gubernamentales en aras de solucionar dicha problemática, la cual es generada por la sociedad y a la vez afecta a toda la sociedad.

Esto hace que esta contaminación ambiental se convierta en un problema social que deba ser abordado

desde las diferentes ciencias.

El Modelo educativo y la política educacional cubana orientada al desarrollo integral de la personalidad, fomenta el desarrollo de valores y hábitos que nos alejan de las sociedades de consumo y del capitalismo salvaje, estos últimos génesis de la problemática ambiental acústica que vive la sociedad contemporánea.”(12)

“Un estudio de la Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos (MAH) realizado en el 2000 sobre el ruido en escuelas primarias de la Capital Federal y Gran Buenos Aires, determinó que sus niveles son notablemente superiores a los recomendados internacionalmente.

Por ésta razón es que podemos considerar a estos alumnos en situación de riesgo educacional por fallas en el canal de comunicación que debe establecerse con el docente. Esto impacta tanto en el aprendizaje como en la salud.”(13)

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente se puede decir que la contaminación auditiva es un problema que ocasiona grandes daños a las personas y que interfiere en el ambiente escolar.

11. RODRIGUEZ, Adolfo – Ruido contaminación auditiva, Bogotá DC, 2011, Abril-20-2012

12. Revista de Didáctica Ambiental n° 9. Marzo 2011. Página 2, Abril-20-2012

13. CRISTIANI, Horacio- Director de la Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, Abril-22-2012

3.3 Niveles de Sonido en el contexto mundial

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los niveles de ruido admisibles para escuelas es de 45 dB.

Teniendo en consideración que en los últimos años el ruido aumenta 1 db por año, en ciudades de gran población.

El primer informe a nivel mundial sobre este asunto apunta que el ruido de vehículos, trenes y aviones puede provocar desde insomnio hasta ataques al corazón, pasando por problemas de aprendizaje, y la enfermedad del tinnitus o acúfenos.

La contaminación acústica ha costado más de un millón de años de vida saludable debido a enfermedades, disfunciones y muerte prematura, según un estudio que ha publicado la Organización Mundial de la Salud (OMS)

“La contaminación acústica no sólo es una molestia medioambiental, sino también una amenaza para la salud pública.”(14)

Categorías de Area	Día dB A 7:00a.m.- 7:00p.m. interior*	oche dB A 7:00p.m.- 7:00a.m. interior *	Día dB A 7:00a.m.- 7:00p.m. exterior	oche dB A 7:00p.m.- 7:00a.m. exterior
Área I			No más de	No más de
• Hospitales, centros de salud, bibliotecas	45	40	55	40
• Oficinas y escuelas	45	45	60	45
• Centros comerciales	60	45	65	55
• Area industrial	65	70	70	55
Area Abietas II			No más de	No más de
• Zona de quietud	50	40	50	40
• Zona residencial	50	45	55	45
• Zona urbana y centros comerciales	65	45	65	45
• Zona urbana sin industrias	55	40	65	45
• zona urbana con industrias	55	50	60	50

*Los valores de interiores son orientativos

Cuadro 1.

14. JAKAB, Zsuzsanna , Directora regional de la OMS en Europa, Abril-23-2012

3.4 Situación Escolar en la ciudad de Cuenca: Niveles de Sonido.

En la ciudad de Cuenca, poco o nada se toma en cuenta los efectos estresantes del ruido, hay suficientes niveles de decibeles para enfermar a cualquiera. Sin haber ninguna autoridad que se preocupe por ello. Existen lugares en la ciudad en los cuales los niveles de ruido sobrepasan los 90 dB.

A ciertas horas del día, el ruido es tal, que se vuelve una situación incomoda para todos, y mucho más en si se trata de actividades que necesitan de un mayor grado de atención, como es el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por ello, se procedió a la medición de ruido que existe al rededor del las instituciones educativas, con el fin de corroborar los niveles de ruido bajo los cuales se produce la educación.

Se eligió las instituciones de educación básica, para el análisis, puesto que en la etapa infantil se obtienen la gran mayoría de conocimientos, desde el hecho de aprender a hablar hasta memorizar textos o realizar operaciones matemáticas.

Para la medición se eligieron instituciones ubicadas en distintas zonas de la ciudad para obtener un muestreo de como se produce el fenómeno del ruido,obteniendo como resultados el siguiente cuadro:

ESCUELA	DIRECCIÓN	dB en patio	dB en aulas
Alfonso Cordero	Gran Colombia y Padre Aguirre	78	62
Francisca Dávila	Luis Cordero y Pio Bravo	72	52
Mariana de Jesús	Muñoz Vernaza y Salazar Lozano	54	50
C.E. Jugart	Cacique Chaparra y Huayna Capac	68	60
R. de Chile	Calle del Cabogan	66	58
Juan Montalvo	Av. de la Independencia	60	50
Panamá	Remigio Crespo	83	73
Eugenio Espejo	Pichincha y Al. Moreno Mora	72	63
Voltaire	Av. Las Américas	78	68

Cuadro 2. Muestra tomada en Cuenca-RUIZ, D., 2012

Los resultados obtenidos son motivo de preocupación, puesto que los niveles de ruido cerca y dentro de las instituciones de educación básica, se supera los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

Los resultados han sido tabulados en el siguiente cuadro:

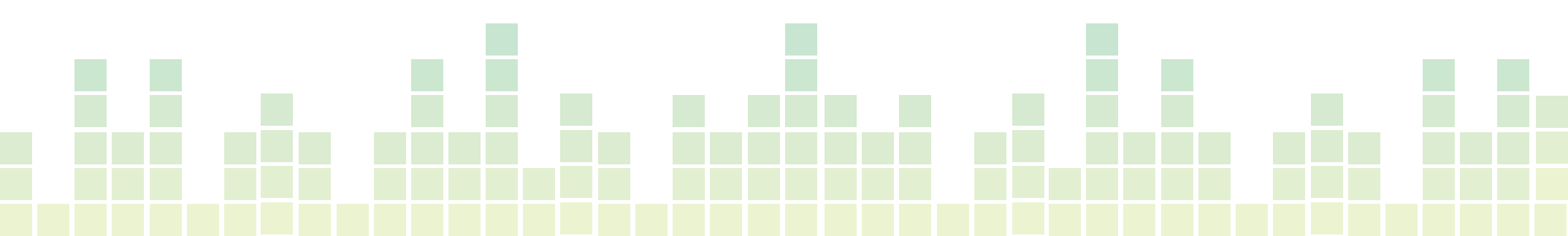
		DECIBELES (dB)	
		Patio	Aulas
ESCUELAS	cerca de parques	72	65
	cerca de vias de alto tráfico	80	67,6
	cerca de vias de poco tráfico	65	53

Cuadro 3. Tabulación de datos obtenidos – RUIZ, D., 2012

Con esta aseveración, podemos ir en busca de una propuesta que ayude a mejorar las condiciones acústicas de los espacios de educación básica.

Y que sea un punto de partida, para lograr que la sociedad concientice sobre los efectos nocivos que causa la contaminación acústica en la salud, no solo de los niños sino de todo aquel que se someta a ruidos exagerados por mucho demasiado tiempo.

Lo siguiente es proponer una solución técnico - constructiva, que aporte significativamente a la solución del problema detectado en la ciudad. Evidenciando el proceso en los siguientes capítulos.



3.5 Variables para el Diseño

Para poder decidir parámetros de diseño, debemos tomar en cuenta las variables que se han evidenciado en el proceso de investigación, acotando su aporte a engrandecer el problema.

Aspectos como el nivel de ruido existente, ubicación de la institución educativa, materiales con los que está contruido dicha institución y las horas de mayor tráfico vehicular. Son las variabes que se van a manejar.

3.5.1 Ruido

Considerado en esta instancia todo aquel sonido que produzca interferencia al momento de desarrollar el proceso enseñanza - aprendizaje. El ruido puede tener diversos niveles :

- Alto
- Medio
- Bajo

3.5.2 Ubicación Institucional

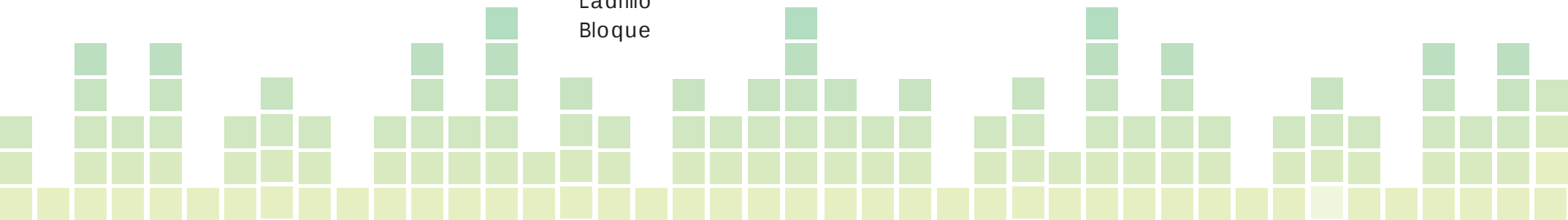
Se refiere al lugar geográfico, en el cual se encuentra la institución, puesto que, dependiendo de ello, se podrá establecer lugares de mayor o menor contaminación acútica, obteniendo como resultado la siguiente sectorización de la ciudad:

- Sector del Centro Histórico
- Sector Periférico
- Sector Intermedio
- Sectores Especiales (cerca del aeropuerto o terminal)

3.5.3 Materialidad de la Edificación

Describe a los diversos elementos físicos con los cuales han sido contruidos las diferentes institucio- nes educativas, predominando por la tradición y/o cultura de la ciudad, los siguientes materiales:

- Adobe
- Madera
- Ladrillo
- Bloque



3.5.4 Horas, según el flujo vehicular

Para esta instancia se está tomando en cuenta principalmente las horas en las que se realiza la actividad escolar, sea ésta en la mañana o en la tarde, además de las horas pico que no pueden ser omitidas en el análisis. seccionando la jornada de la siguiente manera, según el flujo vehicular:

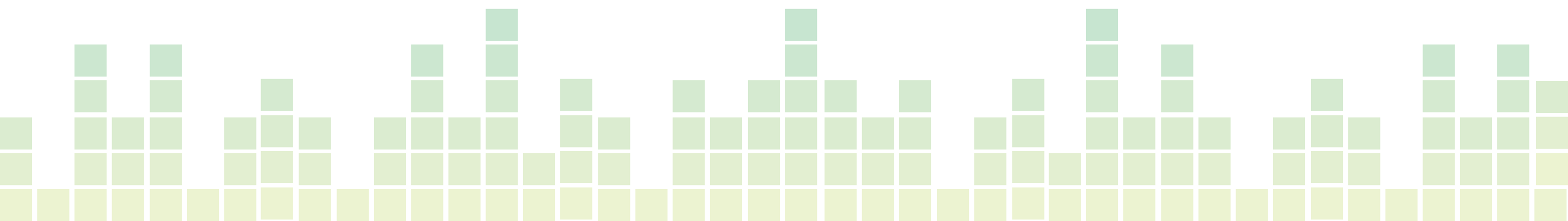
Circulación Alta: 7-9 am. / 12-1-6 pm.
 Circulación Media: 10-11 a 3-5 pm.
 Circulación Baja: 9 pm - 5 am

3.5.5 Relaciones y resultados con la intervención de las variables

Basándonos en los las variables anteriormente señaladas, se establecen relaciones entre si, evidenciando la necesidad de tres niveles de aislamiento para satisfacer las necesidades acústicas.

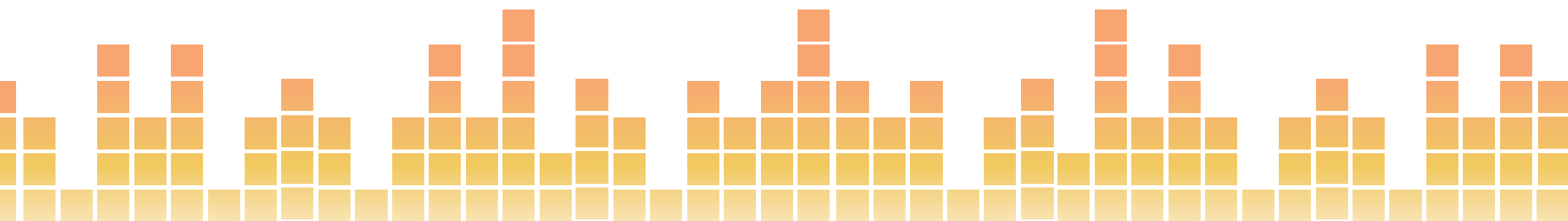
- Caso 1. Una institución hecha de madera, en el centro histórico, a la 1 pm. y con un ruido estridente necesitará: un **Aislamiento Acústico Alto**
- Caso 2. Una institución de ladrillo, en el sector intermedio de la ciudad a las 10:30 am con un ruido moderado, necesitará: **Aislamiento Medio**
- Caso 3. Una institución de bloque, en la perifería de la ciudad a las 5am. y con un sonido leve, necesitará: un **Aislamiento Bajo**

Estos resultados son tres instancias diferentes de lo que puede resultar de la mezcla de las variables tomadas en cuenta, las mismas que serán resueltas de manera diferente, en lo posterior se ampliará éstos aspectos.



Experimentación

CAPITULO IV



4.1 Modelo operativo de experimentación.

El modelo operativo consiste en la manipulación de diversos materiales existentes en el medio, considerados aislantes acústicos fáciles de manipular y por medio de las cuales podamos obtener diversas posibilidades que nos ayuden a la elaboración de propuestas de panelería que aporten a solucionar la contaminación acústica en los centros de educación básica.

El proceso comenzo por la comprobación de que existe el problema planteado para la realización de la presente tesis.

Se prosiguió con la investigación de los niveles sonoros admisibles para la salud humana y los niveles sonoros eexistentes en la ciudad de Cuenca, específicamente en los sectores donde se ubican las diversas ins-

tituciones educativas.

Un segundo momento de investigación, consistió en indagar acerca de los materiales que sirven como aislantes acústicos. Siguiendo con la experimentación física, es decir, la utilización de los diversos materiales, sometiéndolos a ruidos de 60 dB, ya que éste valor corresponde a las mediciones realizadas a las diferentes instituciones educativas.

4.2 Experimentación con diversos materiales.

4.2.1 Vidrio

“El vidrio es un material sólido amorfo, que se forma cuando materiales como la arena de sílice se enfrían rápidamente bajo una determinada temperatura (una temperatura de transición en donde las moléculas tienen ya muy poca movilidad).

Aunque parece ser un material típicamente sólido, la verdad es que es molecularmente un líquido sobreenfriado; en realidad fluye como un líquido pero muy, muy lentamente.”(15)

El vidrio es un aislante acústico



Imágen 26.

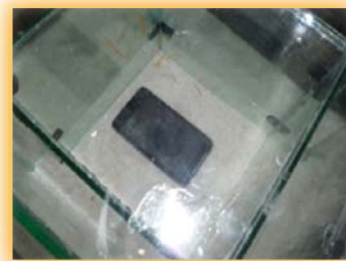


Foto 1 .

que combate el ruido y las molestias sonoras (calle transitada, tráfico urbano, vía rápida, proximidad a una estación y/o aeropuerto, etc.), reduciendo la contaminación acústica más eficazmente.

El vidrio de aislamiento acústico se puede ensamblar en doble acristalamiento para garantizar también mayor aislamiento térmico.

“El Vidrio cámara se compone de dos vidrios de diferente espeso o de un vidrio simple y de un vidrio lami-

15. <http://www.misrespuestas.com> , Abril-25-2012

nado compuesto por dos hojas de vidrio unidas por una lámina de plástico (PVB) especialmente concebida para reforzar el aislamiento acústico.”(16)

En la experimentación se realizó cajas de vidrio de 3mm totalmente sellados y sometidos a un ruido de 60 dB, con el sonómetro se comprobó que la absorción de sonido fue de 10 dB.

Aún no se consiguió la disminución necesaria de decibeles (dB) para una acústica adecuada en las escuelas.

La desventaja que se detectó, en la experimentación con la caja de vidrio, es que es debe ser manipulado con sumo cuidado, ya que es un material frágil, que no resiste esfuerzos de impacto, siendo perjudicial para

las personas ya que puede causar lesiones como cortes, además de ser un material que si es sometido a altas temperaturas tiende a deformarse, existiendo excepciones.

Concluyendo que no puede ser usado como aislante acústico en las aulas escolares.

4.2.2 Madera

Como la madera es un material compuesto de fibras huecas, alineadas axialmente a la longitud del árbol, estos huecos o espacios contienen aire atrapado que le imparten excelentes cualidades como aislante del sonido y del calor.

En lo que se refiere al aislamiento acústico, la madera tiene valores superiores a 10 veces el hormigón armado y a 5 veces el tabique. La madera tiene buena capacidad para absorber sonidos incidentes. Esta propiedad puede ser aprovechada ventajosamente en el diseño de divisiones.

“El aislamiento acústico puede incrementarse notablemente si se dejan espacios vacíos entre los tabiques o se utilizan materiales aislantes tales como fibra de vidrio, yeso.”(17)

Al realizar la experimentación con la caja de madera se consiguió datos de absorción de sonido de 15 dB, 5 mas que el vidrio. Pero no lo suficiente como para ser utilizado como panelería aislante acústica.

La madera tiene una excelente rigidez y resistencia. Posee gran capacidad para resistir cargas de impacto, lo que hace un buen material de construcción de panelería.



Foto 2.

16. <http://mx.saint-gobain-glass.com/b2c/default.asp?nav1=search>, Abril -26-2012

17. [http://www.elprisma.com/apuntes/in genieria_civil/madera/default6.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/in%20genieria%20civil/madera/default6.asp), Abril-26-2012

4.2.3 Cartón Prensado

El cartón es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. El cartón es más grueso, duro y resistente que el papel.

El cartón es tomado en cuenta en la etapa experimental debido a que existen varias aseveraciones al respecto de las cubetas de huevo por sus propiedades aislantes.

El artículo de Bassili está bien escrito y nos muestra que las cajas de huevo no son el mejor aislante acústico, pero como son muchísimo más baratas que los aislantes profesionales, permiten aislar en plan casero. Sin embargo, su mayor utilidad no es el aislamiento sino el acondicionamiento.

“Se compara el sonido de una batería en una sala con paredes recubiertas con cartones de huevo y en otra sin ellos y se muestra claramente como mejora significativamente el sonido

Además de ser un material poco resistente a impactos, el contacto con líquidos acelera la descomposición del material y la exposición al fuego consume las cubetas inmediatamente.

La experimentación realizada con la caja de huevos, resulto en fracaso, ya que en primer lugar no se pudo sellar completamente, por ende las ondas sonoras entraban en grandes cantidades, comprobándose que no es un buen material para la realización de panelería.



Foto 3 .

4.3. Recubrimientos

En muchos casos los recubrimientos son realizados para mejorar alguna(s) propiedades o cualidades de una superficie, para nosotros, los recubrimientos estarán dirigidos a mejorar la calidad acústica, comprobando que material es el que más nos conviene para la elaboración de la panelería.

Después de la realización de las cajas se escogió la caja madera para avanzar en la experimentación debido a las diversas características que posee, entre las principales la rigidez estructural que posee, puede ser susceptible a cambios significativos según las necesidades existentes, además de ser fácil de conseguir en el mercado con costos favorables.

Con las experimentaciones no se pudo conseguir una absorción de sonido suficiente para que lleguen a los rangos admisibles de sonido.

Por ello, el siguiente paso fue buscar materiales que ayuden a conseguir la disminución de sonido, para lo cual se probó con los siguientes materiales:

4.3.1 Espumaflex

“Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno, su principal característica es ser muy ligero.

Las aplicaciones principales son la fabricación de envases mediante extrusión-termoformado, y de objetos diversos mediante moldeo por inyección.”(19)

La elección del espumaflex como material de recubrimiento se

basa debido a la constitución de la misma, ya que se constituye por partículas compactas que logran cámaras que no permiten el paso del sonido.

La desventaja de este material, es su poca resistencia a altas temperaturas.

Cuando se sometió al ruido de 60 dB, la caja de madera ya recubierta de espumaflex, fue capaz de absorber 10 dB. No cumpliendo con los requerimientos necesarios de aislamiento.



Foto 4 .

4.3.2 Esponja

La esponja es un material poroso que puede estar fabricada en fibras celulósicas o en polímeros plásticos (generalmente el poliuretano). La esponja es un excelente aislante acústico.

Consigue una gran efectividad en la absorción de ruidos e insonorización de la vivienda.

Si bien resulto un excelente aislante acústico debido a sus características, al someterlo al fuego se comprobó su toxicidad convirtiéndose en un agente negativo para la elaboración de paneles, pues en caso de combustión resultarían gases extremadamente nocivos, causantes de asfixia y hasta la muerte.

Por lo que se busco algún método de recubrimiento para evitar la combustión.

Se probó con papel de aluminio, si bien retardó el proceso de quemado de la esponja, luego de breves instantes el papel también fue parte del proceso de combustión, por lo que se descartó la posibilidad de usar estos materiales para la pannelería en locales escolares.

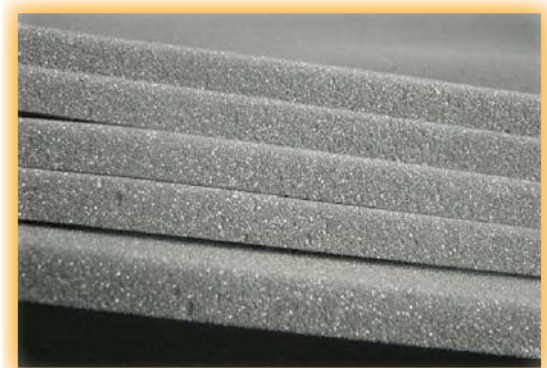


Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.

4.3.3 Lana de Vidrio

La lana de vidrio es una fibra mineral fabricada con millones de filamentos de vidrio unidos con un aglutinante. Siendo un material muy apropiado para aislaciones acústicas.

Convirtiéndose en un producto útil para el aislamiento, ya que su estructura permite una manipulación adecuada.

La lana de vidrio, viene comercialmente en rollos de unos 50 milímetros de espesor y un aproximado de 20 centímetros de ancho por 1,50 metros extensión.

Al momento de integrar la lana de vidrio a la experimentación, se obtuvo resultados favorables para conseguir la reducción necesaria de dB.

El material es fácil de conseguir y su costo por metro cuadrado es de 4,57 dólares. Por lo que se convirtió en el material de recubrimiento escogido para la realización de la panelería.

Al usarlo como aislante acústico, se ha incrementado el confort térmico y reducido los costos con respecto a otros materiales que tienen similares características.

Un tema no menos importante es la seguridad del ambiente, la lana de vidrio es un material que no es tóxico ni para adultos ni niños, es incombustible, ofrece altos índices de durabilidad e incrementa la calidad de aislamiento.



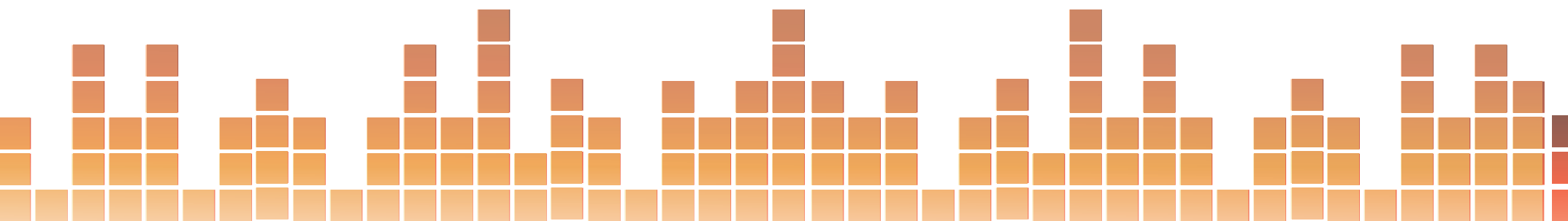
Imagen 26.



Foto 8.

Aplicación

CAPITULO V



5.1 Modelo a Desarrollar

5.1.1 Rompecabezas Deslizante:

“El rompecabezas cuadrado de piezas deslizantes fue creado por Sam Loyd en 1878. El puzle original por él diseñado disponía de 15 cuadrados numerados del 1 al 15 que se colocaban en una caja de 4 filas x 4 columnas, dejando vacía una de las 16 posiciones. Por ese motivo, este tipo de rompecabezas también se conoce como «puzzle 15».

El inventor de este rompecabezas ofreció 1000 dólares (de los de aquella época) a quien resolviera una configuración que él había predeterminado. Muchísimas personas reclamaron el premio asegurando haberlo resuelto pero, lamentablemente, no podían recordar los movimientos que habían tenido que realizar. No es de extrañar, puesto que dos científicos demostraron posteriormente que sólo la mitad de las posibles configuraciones iniciales de un puzle de 15 piezas tenían una solución (y, lógicamente, la configuración que proponía Sam Loyd, estaba entre las que eran irresolubles).

Aunque originalmente este tipo de rompecabezas disponía de 15 piezas deslizantes, se pueden encontrar modelos de 8, 15, 24, 35,... piezas.

Los cuadrados que conforman el puzle se colocan al azar formando una configuración inicial aleatoria. El objetivo es, deslizándolos de uno en uno, colocarlos ordenadamente en una distribución establecida de antemano (ordenándolos del 1 al número de piezas, alfabéticamente si se utilizan letras, restableciendo una imagen de fondo,...).” (20)



Imagen 27.



Imagen 28.

Hay una serie de detalles importantes que definen el aislamiento acústico de un sistema: El material aislante debe ser seleccionado por su estructura, que es fundamental para el comportamiento del aislamiento acústico.

Los materiales idóneos tienen una estructura elástica. La propuesta que se plantea para solucionar la acústica en las instituciones de educación básica debe ser:

- De fácil ensamble
- Innovadoras
- Versátiles
- Absorbentes de sonido
- Un aporte a la estética del espacio.
- De bajo costo

Los diversos aspectos mencionados anteriormente desembocaron en un tipo de panelería a modo de rompecabezas²⁰, en el cual cada pieza se acopla a la siguiente con un sistema de machimbre, el cual permite movimiento entre sí. Ya que con este modelo se cumplen con los primeros aspectos que debe tener la panelería propuesta (fácil ensamble, innovador, versátil).

20. http://enciclopedia.us.es/index.php/Rompecabezas_deslizante

5.2 Materiales seleccionados para la elaboración de la propuesta.

Para el desarrollo de la panelería se ha seleccionado los siguientes materiales:

- LANA DE VIDRIO.- nos permite una absorción satisfactoria para la solución de la problemática planteada. La lana de vidrio, puede ser encontrada en el mercado fácilmente, por su estructura es maleable puede ser acoplada a diversas necesidades.
- MDF de 3mm.- además de aportar a la absorción de sonido, se lo utiliza por la rigidez que brindará al estructurar la panelería, además de ser un material que se puede conseguir de manera fácil ya que su existencia en el mercado es muy natural.
- MDF de 9mm.- se considera este aspecto para la realización de soporte estructural, y otros elementos de anclaje.
- VARIOS.- en esta instancia podemos mencionar a todo aquello que aporta en la construcción de la panelería, por ejemplo: adhesivos líquidos, clavos, papel, etc.



Imagen 29.

21. <http://www.masisa.com/ecu>, Mayo-5-2012

5.2.1 ¿Por qué se eligió el MDF para la propuesta?

MDF es un tablero de fibras de madera de pino radiata unidas por adhesivos urea-formaldehído.

Las fibras de madera son obtenidas mediante un proceso termo-mecánico y unidas con adhesivo que polimeriza mediante altas presiones y temperaturas.

a. Características

“Ideal para ser pintado y moldurado, ya que permite excelentes terminaciones, con un importante ahorro de pintura y un menor desgaste de herramientas.

La amplia variedad de tableros (gruesos, delgados, desnudos y recubiertos) y su gran versatilidad, hacen que MDF sea la respuesta a las necesidades de mueblistas, arquitectos y diseñadores.

Resistencia al fuego:

Norma: Nch 935/1 Of. 97 Certificado IDIEM N° 238.339

Resultado: Clasificado F-15

Interpretación: El tabique fabricado con MDF 9 mm forrado en ambas caras sobre una estructura de madera, retiene el fuego entre 15 y 29 minutos.

Este producto cumple con la norma en relación a la emisión máxima de formalidad.”⁽²¹⁾

5.3 Elementos de la propuesta

La composición del panel esta resuelta de tal modo que los dos lados sean utilizables.

La dimensión de cada pieza es de 40x40 cm. Esta medida ha sido escogida con el fin de que la plancha de mdf sea aprovechada al máximo, ya que la plancha viene en medidas de 2,40 x 1,83 cm, con un espesor de 0,03 cm.

Para la parte saliente del machimbre se utiliza mdf de 0.09 cm, que a su vez formará un marco. La misma dimensión será utilizada para la hendidura del machimbre.

En medio de las dos placas de se ubica para el recubrimiento de lana de vidrio que será integrado a la pieza, para incrementar la absorción de sonido.

Al ser todos los elementos que compone la pieza de diferente materialidad, para la ensamblada de cada pieza se necesita un es un adhesivo en base a gomassintética, lo que comúnmente llamamos cemento de contacto.

El mismo que se coloca en todos los elementos a unir para un pegado de alta calidad y seguridad.

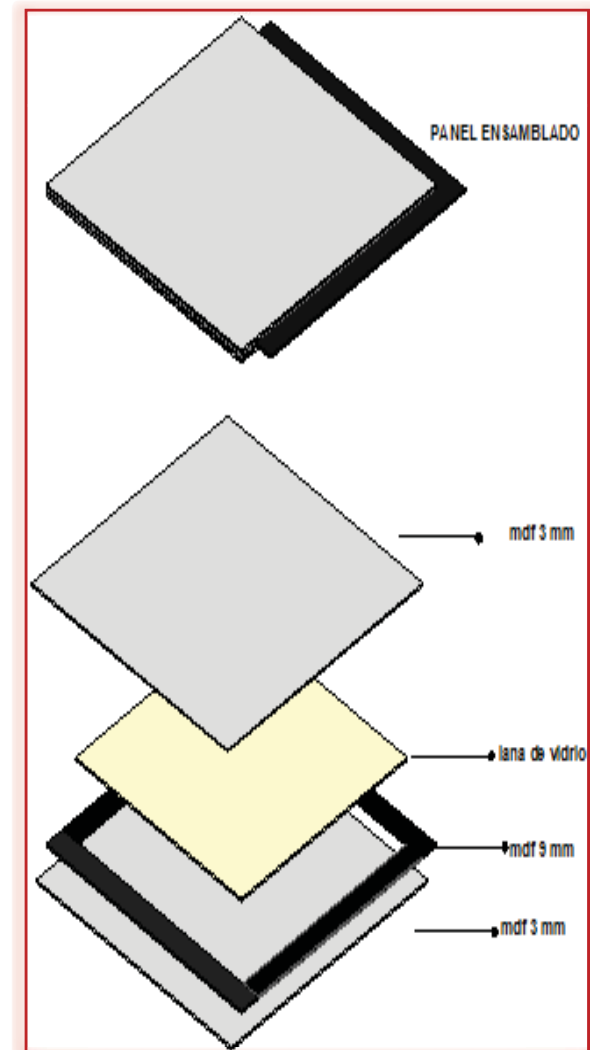
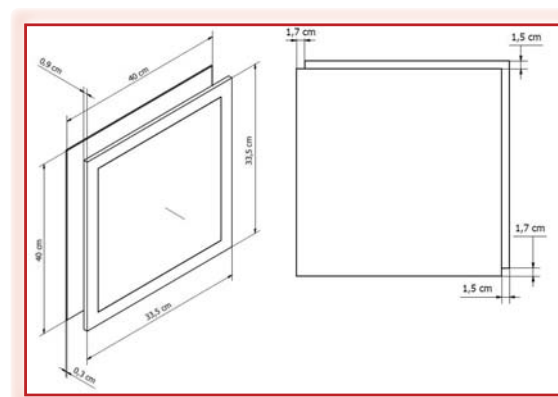
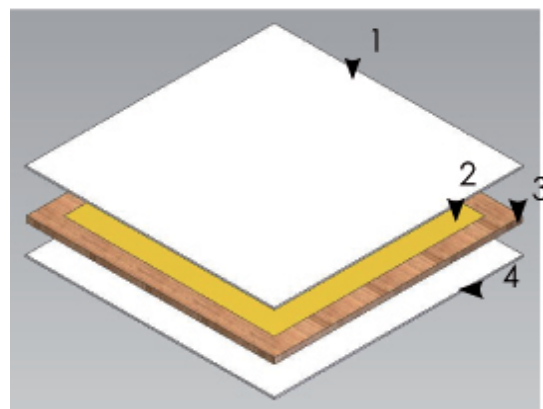


Imagen 30.

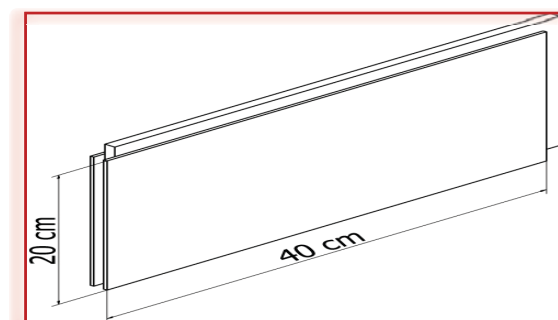
Adicionalmente se proponen piezas de 40 x 20 cm, las mismas que serán utilizadas en las secciones finales o de requerir en situaciones especiales, con las mismas características de las piezas de 40 x 40 cm

Se ilustra con la siguiente grupo de imágenes , en las cuales se señala los dimensiones individuales de cada pieza que conforma el panel.

Panel (unidad)



Panel de 40 x 40 cm



Panel de 20 x 40 cm

Materiales:

1. MDF 3 mm de espesor
2. Lana de Vidrio
3. MDF 9mm de espesor
4. MDF 3 mm de espesor

5.3.1 Modos de ensamble entre paneles

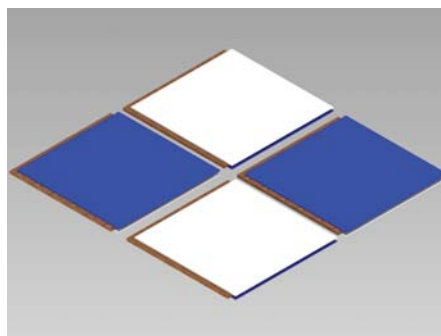
Para lo propuesta se plantean módulos de 5x3 piezas, con el fin de que sean fáciles de transportar y al mismo tiempo abarcar una zona amplia a aislar.

Al ser piezas generadas con machimbre, se garantiza la unión exacta una con otra.

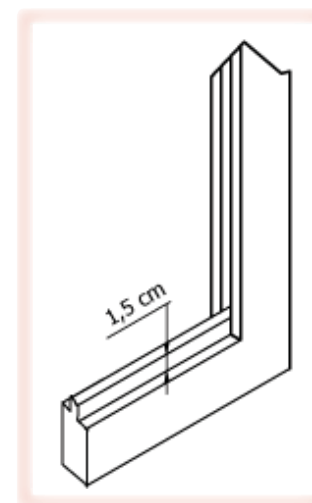
El objetivo del machimbre es proporcionar movilidad en los paneles siendo posible la reorganización de cada elemento con el fin de dar expresividad cambiante al espacio.

Creando módulos de 5 x 3 unidades, y en casos especiales se modificará, añadirá o disminuirá las unidades sean estas de 40 x 40 o 20 x 40 cm.

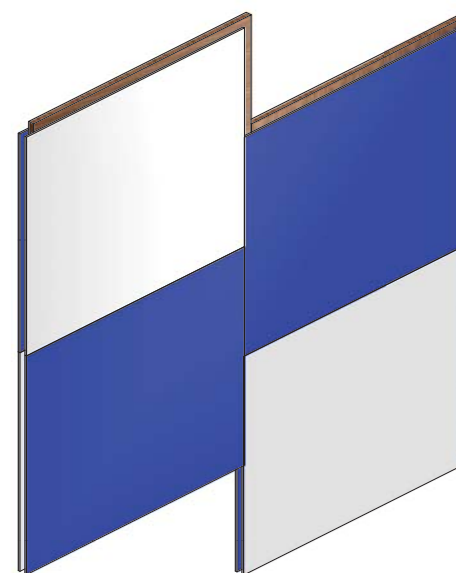
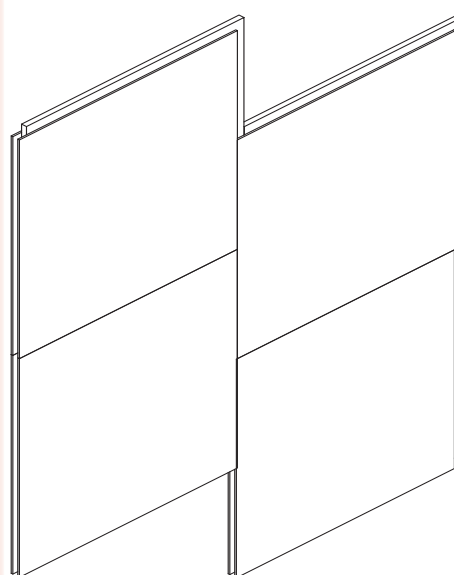
Para el ejemplo se ha usado el color blanco y azul debido a que son colores que causan sensaciones positivas y cambios de ánimo favorables en los niños. Esto ha sido producto de un estudio específico de la teoría del color.



Posición de ensamble



Machimbre



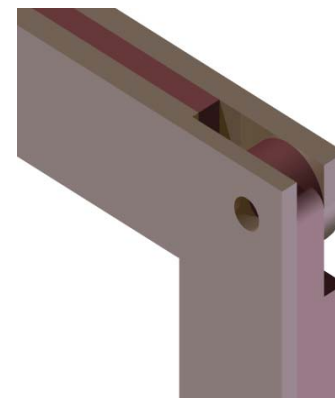
El machimbre permite el deslizamiento de las piezas, para una reorganización de las mismas, y lograr nuevas formas expresivas.

5.3.2 Estructura de soporte

La estructura de soporte consta de tiras de $0,09 \times 0,04 \times$ el largo necesario para obtener una solución efectiva. **Ver imagen 31**

El soporte consta de una bisagra que sirve de acceso y salida de las piezas, la misma que llega a integrarse de tal manera que no es percibida en la estructura. **Ver imagen 32, con detalle C**

La estructura que sopora los paneles, se conforma con un machimbrado por el cual se deslizan cada una de las piezas a formar los módulos. **Ver imagen 33, detalle A y B**



Bisagra

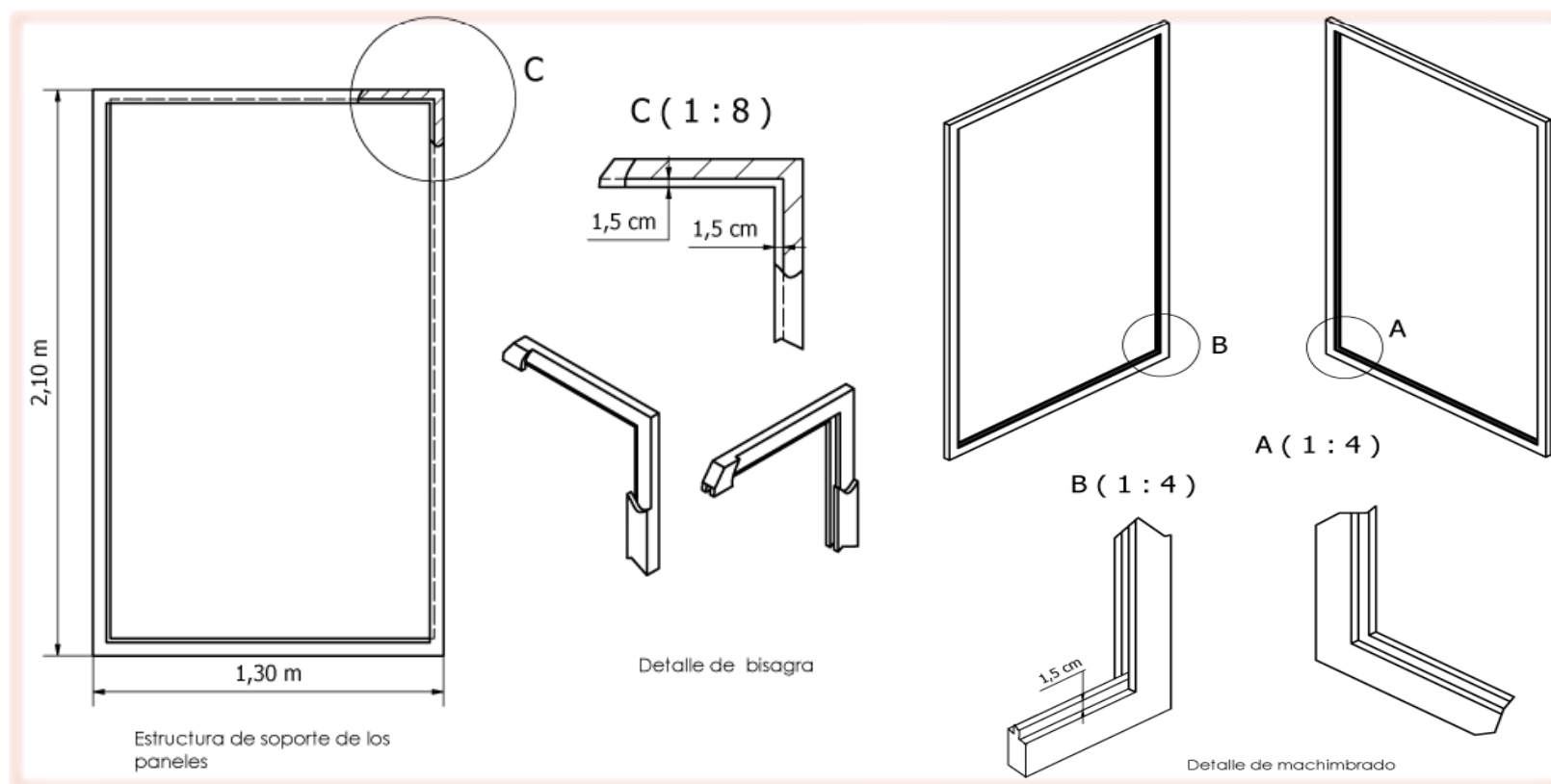


Imagen 31.

Imagen 32.

Imagen 33.

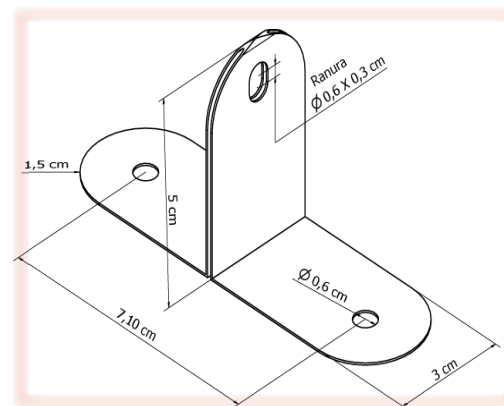
5.3.3 Modos de ensamble de los módulos a las paredes

Para la sujeción de los módulos a las paredes, se ha planteado un mecanismo a modo de abrazadera realizada en chapa mecánica. La misma que va atornillada a la pared, el tornillo de anclaje debe ser cabeza avellanada, para que no interfiera al momento de instalar los módulos.

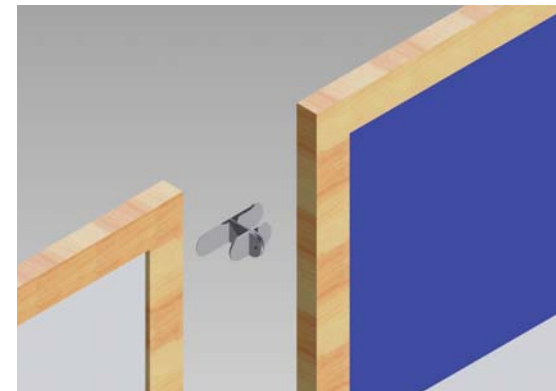
El diseño de la abrazadera, permite la sujeción de los paneles en sus extremos, consta de una ranura la cual servirá para ajustar los módulos, por medio de una platina. Lo que se pretende con este modo de sujeción por medio de la abrazadera es el fácil ensamble de los módulos.

Es decir lo uno que irá anclado a la pared sería la abrazadera, y al sacar la platina nos permitirá voltear los paneles que cuentan con otro tipo de expresión, puesto que si fueron planteados de éste modo es para lograr cambios evidentes, con pocos esfuerzo.

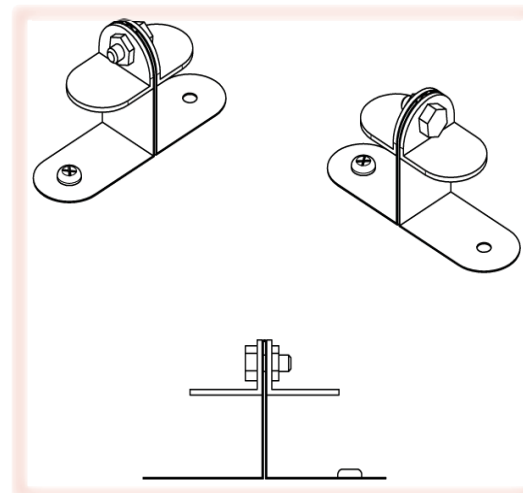
Para una mejor comprensión a continuación, se adjuntan imágenes de lo antes descrito.



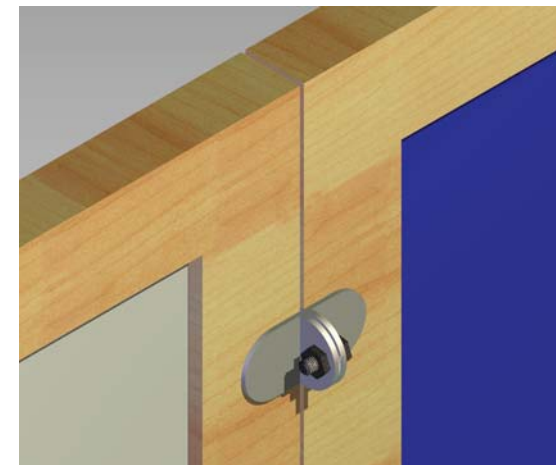
Dimensionamiento de la abrazadera.



Modo de sujeción de los paneles por medio de la abrazadera



Perspectivas de la abrazadera.



Ensamble de dos módulos por medio de la abrazadera.

5.3.4 Casos especiales

Para solucionar aspectos como dimensiones menores a lo planteado, se propone la elaboración de paneles que como contante tengas 40 cm de ancho y el largo vendrá dado según el requerimiento.

Los encuentros entre jamba y módulos se solucionan por medio de perfilera T que marcan los límites entre ellos, y brindarán una solución estética intencionada, similar a la abrazadera con la que se sujetan los paneles.

Cuando los paneles se encuentren con ventanas, la unión será solucionada por medio de una placa que revista la periferia del hueco destinado para la ventana, de las dimensiones necesarias para que recubra los módulos.

En la imagen 34 se muestra como se pueden plantear módulos de distintas dimensiones para dar solución a ciertas necesidades. se evidencia tambien como serán los encuentros entre ventanas y paneles.

En la imagen 35 se muestra como serán los encuentros entre jamba y módulos, por medio de un accesorio elaborado en chapa metálica.

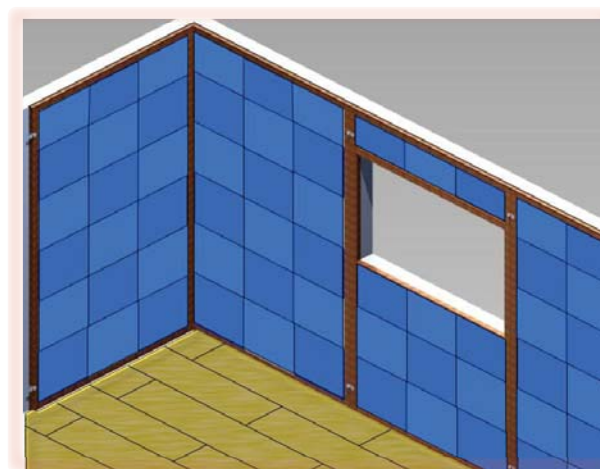


Imagen 34.

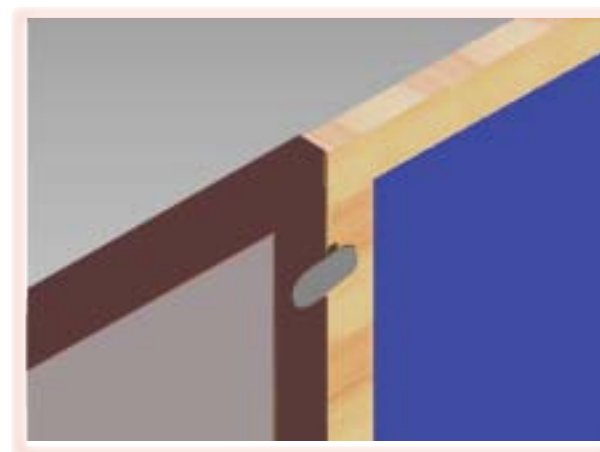


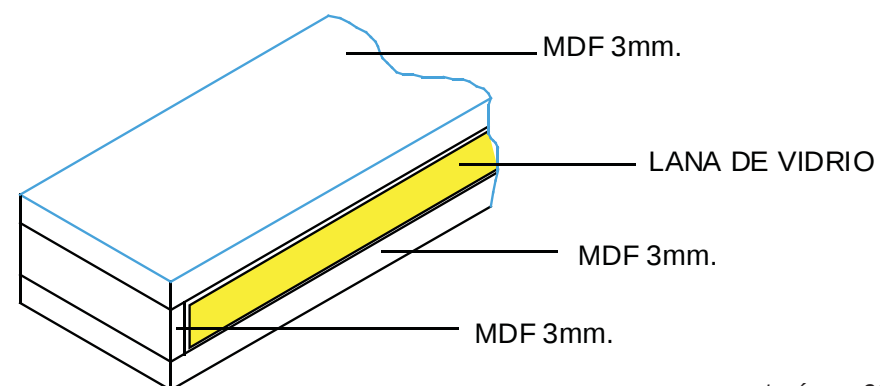
Imagen 35.

5.3.5 Elemento Flexible

En caso de existir ventanas, la solución que se propone es un accesorio realizado por medio de MDF de 3mm. y lana de vidrio a modo de enchapado.

Ver Imágen 36

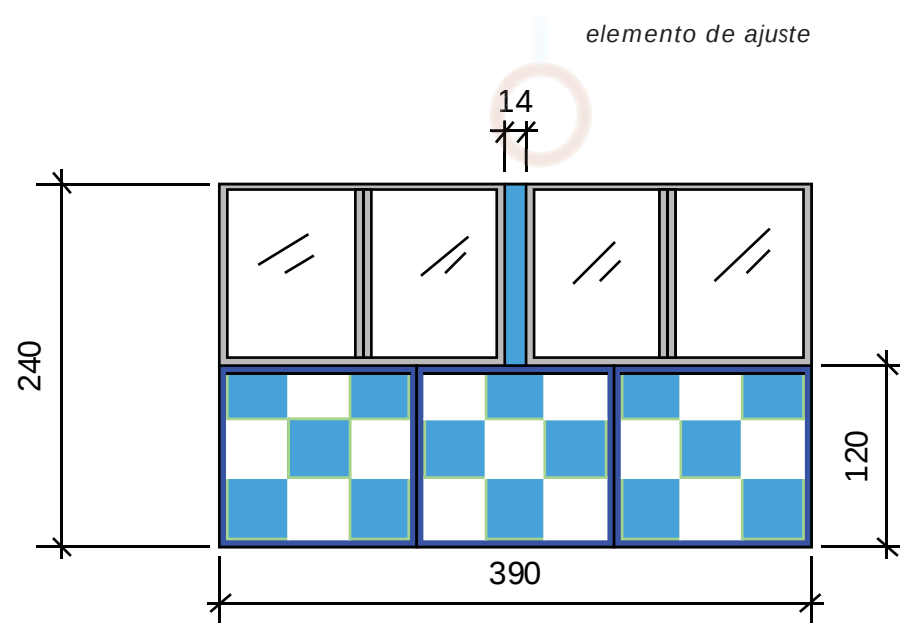
Este accesorio se constituye en un elemento versátil, que nos servirá para ajustar los módulos a las diversas dimensiones que pueden tener las escuelas.



Imágen 36.

En este caso podemos ver como se soluciona el espacio cuando nos encontramos con ventanas que llegan al techo.

Los módulos se han cosntruido con 2 paneles de 40 x 40cm, mas 1 panel de 40 x 20 cm. en conjunto cubren un área determinada y para el recubrimiento entre paredes se plantea el elemento de ajuste.



Imágen 37.

En la *imagen 39* podemos observar, como se aísla el espacio por medio de módulos constituidos por 2 paneles, y en la parte superior y entre las ventanas, se utiliza el elemento de ajuste para lograr un aislamiento completo, ya que es posible que en ciertas aulas, las dimensiones no se presten para la colocación de módulos, por lo cual éste elemento nos ayudará a solucionar estas situaciones.

En este caso, podemos ver como la pieza nos ayuda a ajustar los módulos al espacio, en la *imagen 39*. Se puede observar la utilización, de la pieza como rastrera, y a su vez en la parte superior del dintel, permitiendo así el aislamiento del espacio de una manera que se vea como un todo.

Cuando nos encontremos con puertas, y dimensiones en las que no se puedan plantear módulos completos, una vez más nos serviremos del elemento planteado.

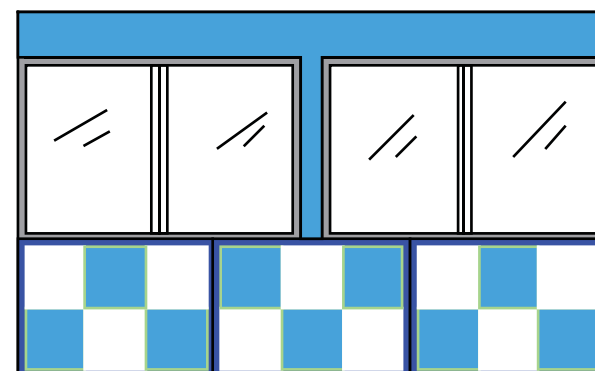


Imagen 38.

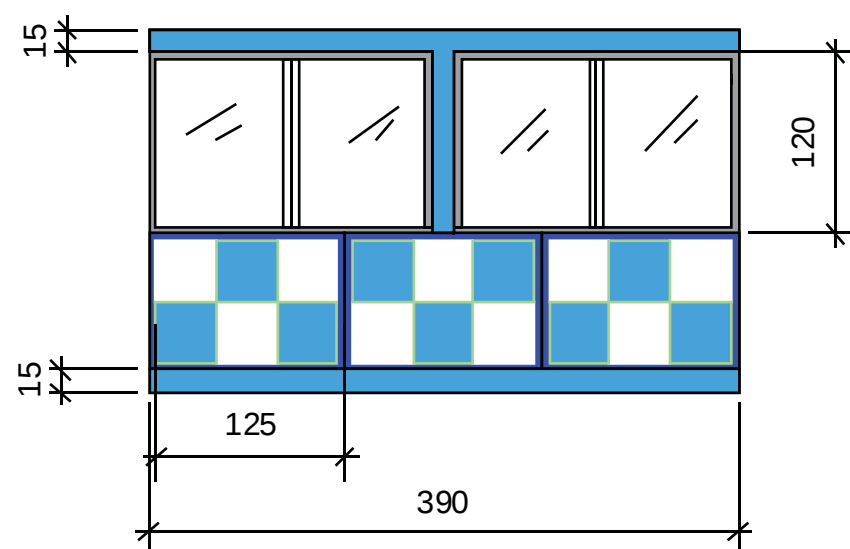


Imagen 39.

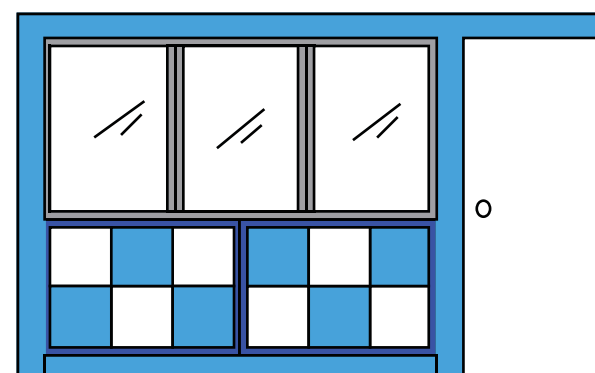


Imagen 40.

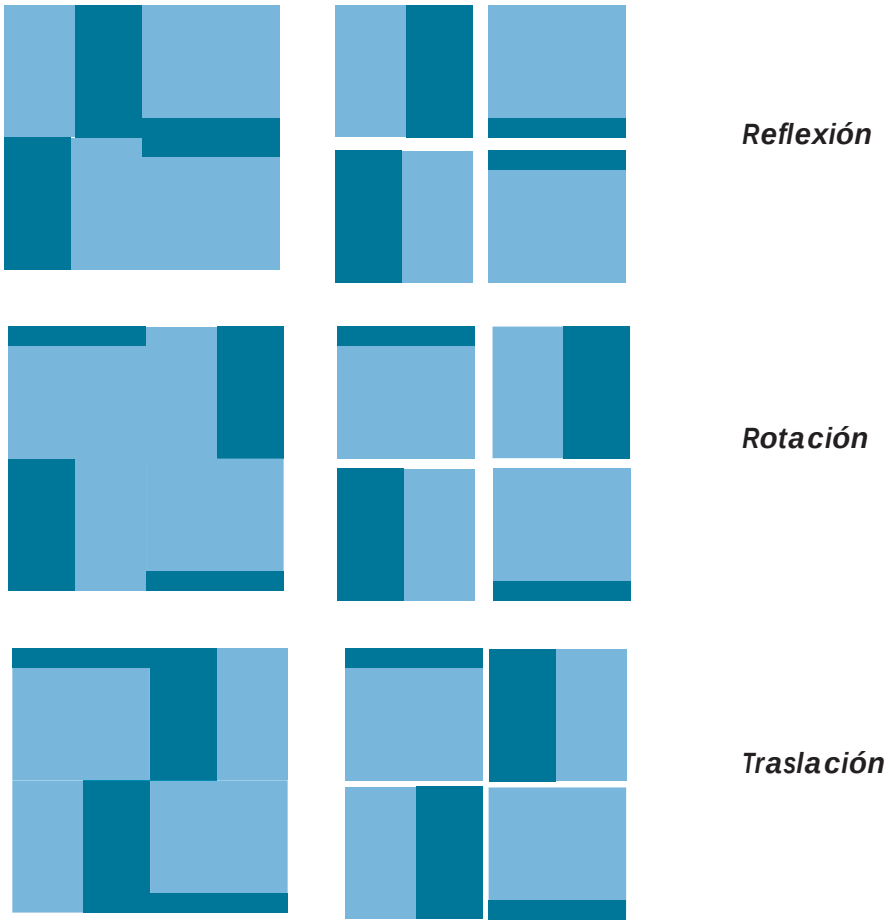
5.4 Propuestas cromáticas de los paneles en el Espacio Escolar

Aunque la elaboración de la presente tesis no se enfoca en la parte expresiva, se menciona ciertos lineamientos que aporten positivamente a la concreción de la propuesta. Poniendo a consideración los siguientes aspectos cromáticos:

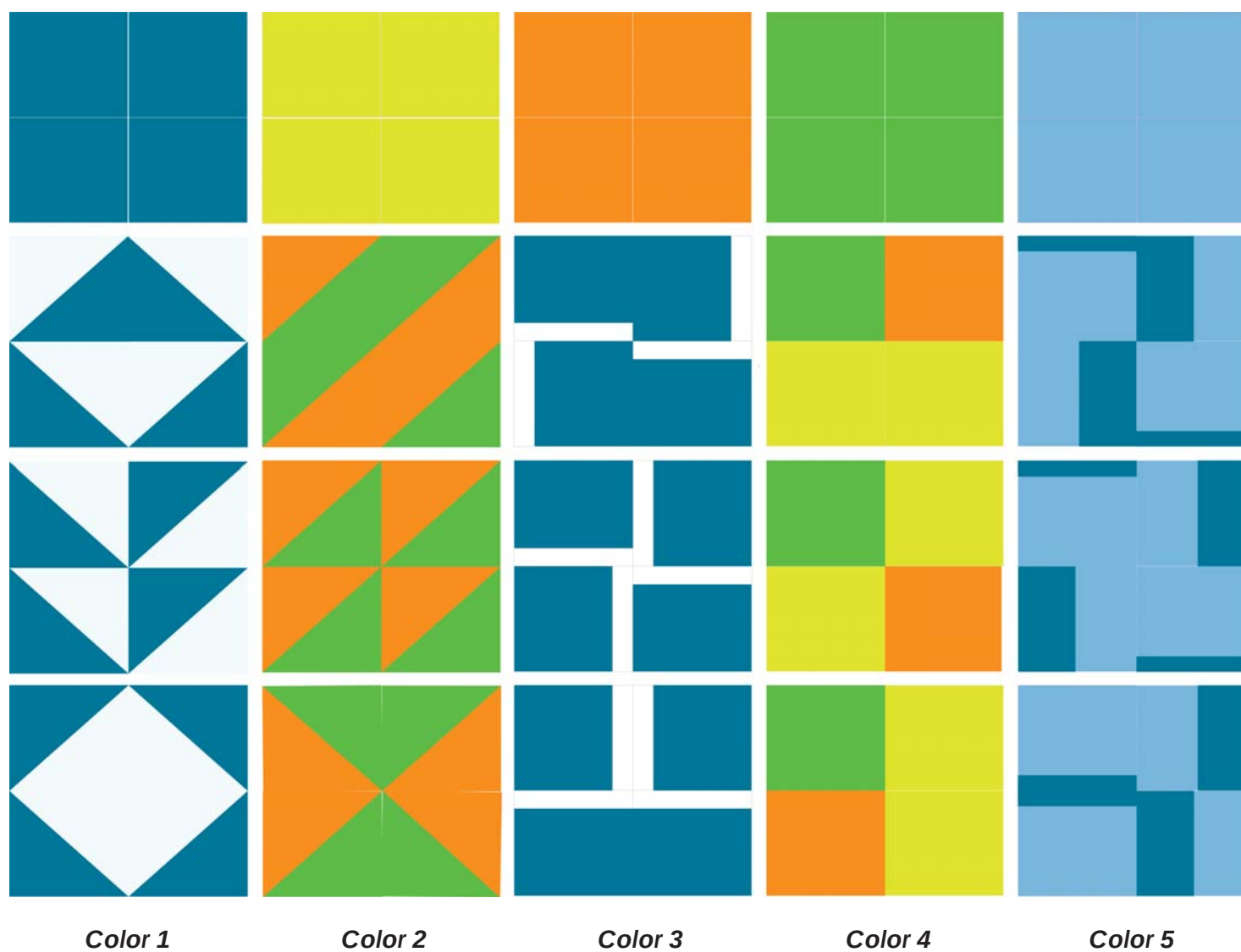
Los colores más favorables para aulas de clase de niños son las diversas gamas de azul, verde o amarillo, ya que aportan positivamente en el comportamiento y procesos de aprendizaje de los niños.

Por ello se ha planteado la utilización de dichos colores de manera total en los paneles y en algunas piezas se divide de manera diagonal con dos colores para la obtención de diversas expresiones:

Como propuestas tenemos colores enteros, o la combinación de los mismos, además de partir visualmente el panel con diversos colores , aquí algunos ejemplos de lo que se puede lograr con usando operaciones como giros y relexiones de las piezas, logrando una gama amplia de posibilidades.



Los colores usados son algunos de los recomendados para los espacios escolares, las piezas son las mismas lo que varia es su posición:



5.5 Pre-factibilidad de la Panelería propuesta

El mejoramiento Acústico se refiere al control y desarrollo de los procesos emisión, transmisión y recepción de ondas sonoras a través de diferentes medios físicos, además de estudiar la naturaleza del sonido.

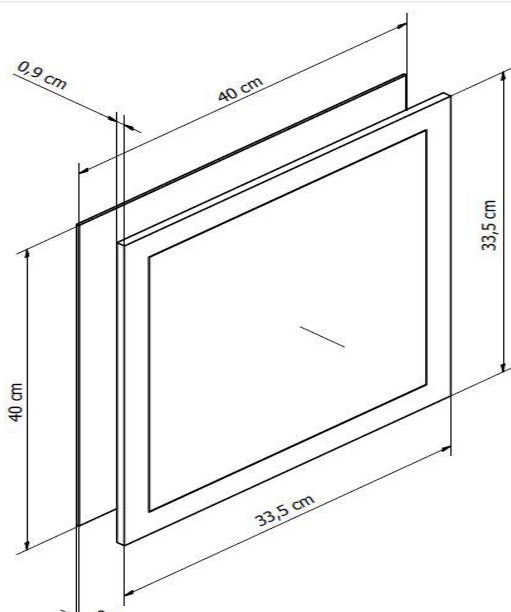
Cada día esta especialidad toma más protagonismo debido al notorio aumento de la contaminación acústica, provocada principalmente por las actividades industriales, el tráfico vehicular urbano y el tráfico aéreo,

comprometiendo estas actividades, la calidad acústica de las viviendas, instituciones educativas y lugares de trabajos, que a su vez comprometen la salud de las personas, un exceso de ruido es perjudicial para la salud humana.

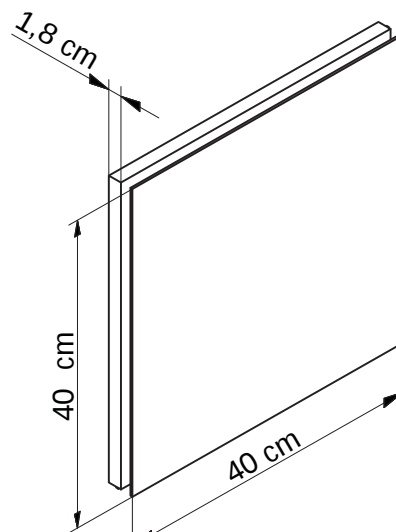
Intervenir en acondicionamiento de recintos con fines de aislamiento o mejoría de la calidad acústica interior.

El diseño de la panelería planteada, cumple con ventajas como ser de fácil ensamble, innovadoras, versátiles. Con respecto a la absorción del sonido podemos comentar que: Absorben el sonido según los requerimientos del espacio además de aportar estéticamente.

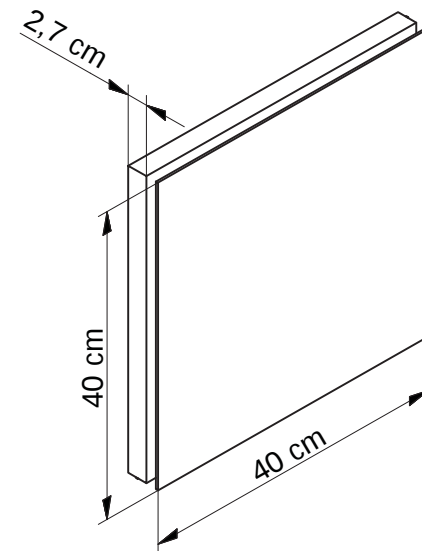
Los niveles de absorción logrados dependiendo la panelería a usar son los siguientes:



Aislamiento Bajo, se obtiene con la utilización de panelería 0,9cm de espesor (20 dB)



Aislamiento Medio, se logra la traves de una panelería será 1,80 cm de espesor (30 dB)



Aislamiento Alto, se plantea una Panelería 2,70 cm de espesor (40 dB).

Puede llevarse acabo con un costo bajo, con respecto a posibles soluciones existentes en el mercado, y en comparación con algunos homólogos ya antes mencionados.

Los costos para una panel de 1,20 x 2,00 m. , con un nivel de absorción alto se desglozan a continuación:

1 plancha de Mdf de 3 mm.	\$ 20.00
1/2 plancha de Mdf de 9mm.	\$10.00.
Pegamento y otros	\$ 1,50
Lana de vidrio 1m ²	\$ 5.00

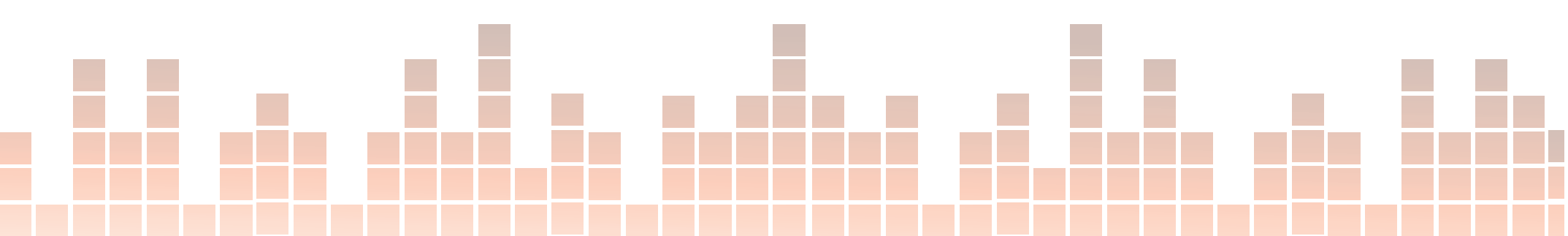
Una ventaja mas es que al ser la expresión dada por vinil adhesivo, éste puede ser retirado cuantas veces se quiera para obtener nuevas formas de expresión. Lo cual implicaría que a nuevas formas de expresión cromática menor seria el costo del panel.

Otro aspecto beneficioso que tienen los paneles planteados es que pueden ser adaptados a cualquier dimensión de los diversos centros educativos, puesto que ya no existirían limitantes con respecto a las dificultades arquitectónicas con las que nos pudieamos encontrar.

Llegando a ser una propuesta factible de construcción, pues la construcción de los paneles son el fruto de un proceso en serie.

Lo que siempre se debe tener en cuenta para iniciar con la fabricación de los paneles es el lugar al cual se va a intervenir, para tomar las mejores desiciones con respecto a las medidas del panel.

La dimension de 40 x 40 cm planteados ahora, se dio debido a que al cortar las planchas de mdf el desperdicio era mínimo.



6 Conclusiones

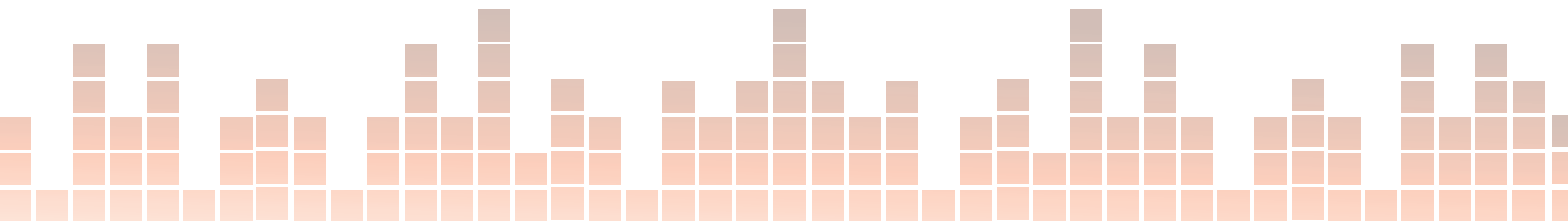
Si bien es cierto que la Acústica es un fenómeno muchas veces estudiado, también es cierto que aún hay cosas que podemos aportar. En la realización del presente proyecto, han surgido diversas situaciones que han llevado a nuevas instancias de ejecución.

Además de poner en evidencia situaciones como la contaminación sonora en la ciudad de Cuenca, la misma que no es tomada en cuenta al momento de crear instituciones educativas, y que tanto afecta a los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje.

En la instancia de experimentación se comprobó que si bien los materiales porosos son buenos aislantes acústicos no todos son aptos para la ejecución de panelería destinada a niños, puesto a las actividades que ellos realizan en el aula.

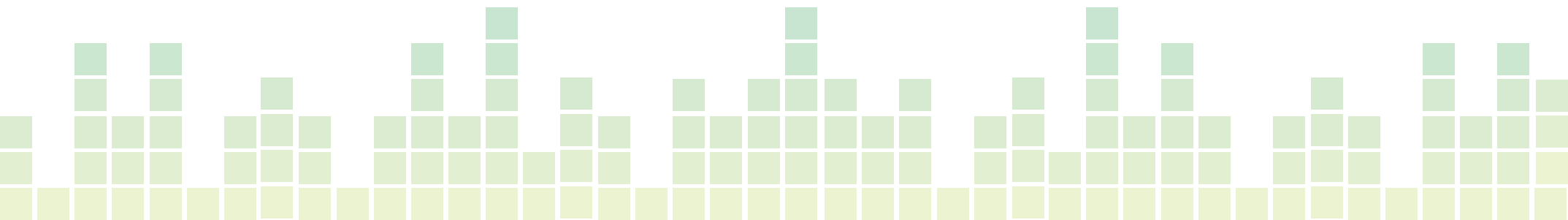
Lo que se deja como aporte de éste proyecto, son las diversas inquietudes acerca de la contaminación acústica. El indicio de que realmente sufrimos niveles inexorables de ruido y a los que no damos mayor importancia pese a que ocasionan graves daños a la salud, no existe un control sobre el mismo, por ello se espera que los paneles acústicos aquí propuestos sean una contribución oportuna a resolver este problema.

Por último podemos manifestar que se ha cumplido con los objetivos propuestos al inicio de este proyecto, con grandes satisfacciones e inesperadas experiencias, pero con cierta impotencia de no poder aportar más al tema.





ANEXOS



Fotos de la panelería planteada



La imagen nos indica cual es el resultado al unir dos módulos de 4 piezas cada uno.



Paneles individuales ensamblados entre sí para observar las posibilidades de expresión con las mismas piezas.



Estructura del panel en el interior, compuesto por lana de vidrio.



Una variación de ensamble, las piezas se mantienen. Se demuestra además como pueden deslizarse las piezas entre sí

INDICE DE IMÁGENES:

Imagen 1. <http://stopsecrets.ning.com>

Imagen 2. www.denicionabc.com

Imagen 3. http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_cvr/im

Imagen 4. <http://2.bp.blogspot.com>

Imagen 5. sonómetro, instrumento para medir el sonido

Imagen 6. <http://us.123rf.com/400wm>

Imagen 7. http://www.eldia.com.ar/edis/20110212/fotos_g/graf24.gif

Imagen 8. <http://1.bp.blogspot.com>

Imagen 9. <http://www.fotosadr.com/senales/images>

Imagen 10. <https://www.sensar.org/wp-content/uploads/2012/03/788px-WHO.png>

Imagen 11. <http://www.forodefotos.com/fotos-de-ondas.jpg>

Imagen 12. <http://www.eifuentedeljarro.com>

Imagen 13. <http://acusticaweb.com/images/absorcio.jpg>

Imagen 14. Capas aislantes-entornoescorial. blogspot.com/2012/05.html

Imagen 15. <http://www.ebawe.de>

Imagen 16. <http://sonoflex.com/fonac/wp-content/uploads/2010/12/tablasonoflex.jpg>

Imagen 17. <http://www.acusticaintegral.com/images/aislantes/a1/a1.gif>

Imagen 18. http://www.acusticaintegral.com/images/aislantes/acustilastic_n/acustilastic-n00.jpg

Imagen 19. <http://www.acusticaintegral.com/images/aislantes/bilamina/bilamina.jpg>

Imagen 20. <http://www.acusticaintegral.com/images/absorbentes/acustec03.jpg>

Imagen 21. <http://www.acusticaintegral.com/images/absorbentes>

Imagen 22. <http://www.acusticaintegral.com/images/absorbentes>

Imagen 23. www.acusticaintegral.com/images/absorbentes/acustiart_l/acustiart-l01.jpg

Imagen 24. <http://www.elclubdigital.com/foro/attachment.php?attachmentid=221556&d=1269649097>

Imagen 25. <http://www.gratol.com/images/camara.jpg>

Imagen 26. <http://www.kalipedia.com/kalipediamedia>

Imagen 27. rompecabezas cuadrado, en el cual se basa la propuesta)

Imagen 28. http://enciclopedia.us.es/images/8/8a/Rompecabezas_deslizante.jpg

Imagen 29. Variedades de MDF, existentes en el mercado .

Imagen 30. Especificaciones de la panelería propuesta

Imagen 31. Estructura de soporte

Imagen 32. Bisagra

Imagen 33. Machimbrado

INDICE DE FOTOGRÁFICO:

Foto 1. Caja de vidrio sometida a prueba

Foto 2. Caja realizada con madera de 1 cm

Foto 3. Cubetas de huevo

Foto 4. Recubrimiento con plancha de espuma flex de 1 cm

Foto 5. Esponja negra de 2 cm. de espesor

Foto 6. Caja de madera recubierta con esponja negra de 1cm

Foto 7. Esponja forrada de papel aluminio sometida al fuego.

Foto 8. Caja de madera, forrada interiormente con lana de vidrio.

BIBLIOGRAFÍA:

1. MIYARA, Federico, Acústica y Sistemas de Sonido, U. Nacional de Rosario UNR Editora, IV edic.

2. wma.net/es/30publications, marzo-11-2012

3. MIYARA, Federico, Acústica y Sistemas de Sonido, U. Nacional de Rosario, UNR Editora, IV edic. 2000

4. ARNAOUT, Nadya - DESIGNWORKS/USA

5. <http://acusticaweb.com/blog/teoria-acustica>, marzo-15-2012

6. http://www.ecured.cu/index.php/Aislamiento_ac%C3%BAstico, marzo-25-2012

7. <http://rabfis15.uco.es/lvct/tutoria>

8. www.acusticaintegral.com/aislantes_acusticos_index.htm, abril-15-2012

9. http://www.acusticaintegral.com/absorbentes_acusticos_index.htm

10. <http://www.unav.es>, Asociación Médica Mundial 2002, Junio-9-2012

11. RODRIGUEZ, Adolfo – Ruido contaminación auditiva, Bogotá DC, 2011, Abril-20-2012

12. Revista de Didáctica Ambiental nº 9. Marzo 2011. Página 2, Abril-20-2012

13. CRISTIANI, Horacio- Director de la Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, Abril-22-2012

14. JAKAB, Zsuzsanna , Directora regional de la OMS en Europa, Abril-23-2012

15. <http://www.misrespuestas.com> , Abril-25-2012

16. <http://mx.saint-gobain-glass.com/b2c/default.asp?nav1=search>), Abril -26-2012

17. http://www.elprisma.com/apuntes/in_genieria_civil/madera/default6.asp, Abril-26-2012

18. francisthemulenews.wordpress.com, Abril - 27-2012

19. es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno, Abril- 27- 2012

20. http://enciclopedia.us.es/index.php/Rompecabezas_deslizante, Marzo-12-2012

21. <http://www.masisa.com/ecu>, Mayo-5-2012

Abstract otorgado por el Departamento de Idiomas

