

Estudio de Implementación de Barreras de Mitigación de ruido para torre de control (CASO CACOM - 4)

Study for the Implementation of noisy mitigation barrier for the air tower control (IN CACOM -4)

Fecha recepción: febrero 11/2008
Fecha de Evaluación: Marzo 28/2008
Fecha de aprobación: Junio 4/2008

Ds. Pachón López John Jairo - Ds. Rodríguez Jiménez Roniyeer A.
Ds. Rodríguez Luna Edgar Alexander

ABSTRACT

The air traffic controllers in the Colombian Air Force are a fundamental part in the air operations. They take a fundamental part in these operations that are done in the Colombian area. During their daily work they are exposed to the audio contamination. In this work the noisy levels are analyzed inside the control towers to determine the different levels that an air traffic controller is exposed, and how they influence in the audio diminution in an air traffic controller. The work shows the analysis of the audio levels, and the different solutions for diminishing the noise through the use of different materials.

KEY WORDS

Noise levels, control tower, air traffic controller, audio contamination, audio diminution

RESUMEN

Los controladores de tránsito aéreo en la Fuerza Aérea Colombiana son parte fundamental en las operaciones aéreas que a diario se realizan en las diferentes unidades a lo largo y ancho del territorio colombiano y en el desarrollo de su tarea diaria se encuentran expuestos permanentemente a la contaminación acústica. En el presente trabajo se analizarán los niveles de ruido a los que se ven expuestos dentro de una torre de control y las disminuciones de audición en los controladores aéreos y las soluciones desde los materiales que evitarían o disminuirían este efecto en las torres de control.

PALABRAS CLAVES

Niveles de ruido, torre de control, controlador aéreo, contaminación auditiva, límites de ruido, disminución auditiva.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los diseños de nuestros lugares de habitación y trabajo son incapaces de aislar o por lo menos amornar

el ruido. Esto se debe, en parte, a nuestra falta de concientización sobre el problema; pasamos por lo alto la comodidad auditiva de estos recintos porque simplemente no nos parece que el problema sea tan grave o que más adelante nos pueda llegar a afectar.

El aumento progresivo de los niveles de mecanización en los diferentes puestos de trabajo y el incremento de los ritmos de producción hacen que todos los hombres seamos prisioneros del ruido. Vivimos con todos estos ruidos y no hacemos nada para evitarlos, en cambio nos tratamos de acostumbrar a ellos. De esta forma, el ruido se ha convertido en el precio legal del progreso, el cual hay que soportar en pago de la comodidad de una sociedad civilizada

Por lo tanto nuestro trabajo como controladores aéreos puede llegar a ser uno más de estos grandes problemas que afronta la sociedad por el desarrollo y en nuestro caso las operaciones que se viven día a día sin observar de qué manera nos puedan afectar. Es por eso que la finalidad de este proyecto es dar a conocer a la Fuerza Aérea un estudio



de los niveles de ruido dentro de una torre de control, de los materiales que podrían ir instalados dentro de la misma para evitar así una probable disminución de audición en un controlador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación acústica es producida cuando el entorno sonoro que nos rodea llega a producir molestias que afectan el comportamiento humano. El ruido es definido como "el conjunto de fenómenos vibratorios aéreos que percibidos por el sistema auditivo pueden originar molestias o lesiones en el oído".¹²

Los controladores de tránsito aéreo en la Fuerza Aérea Colombiana son parte fundamental en las operaciones aéreas que a diario se realizan en las diferentes unidades a lo largo y ancho del territorio colombiano. Su labor puede ser observada en todas las unidades; sin embargo, su perfil se direcciona hacia el control de tránsito aéreo en las bases operativas.

Es así como el controlador en el desarrollo de su tarea diaria se encuentra expuesto permanentemente a la contaminación acústica, la cual es definida como: el flagelo del siglo xx,¹² el acompañante de la civilización, el precio del progreso. Conociendo los efectos de este problema lo podríamos definir como un auténtico problema de salud pública.....

Lo anteriormente mencionado probablemente se podría ver reflejado en una disminución de audición en los controladores aéreos, debido a los altos decibeles sonoros que emiten las aeronaves en la base aérea de CACOM-4, y a la falta de protectores especiales para el uso en el control aéreo.

Como resultado de esta problemática a la Fuerza Aérea Colombiana le costó aproximadamente la suma de 128 millones de pesos durante el recorrido del año 2001 en indem-

¹²BARON, ROBERT ALEX, *La Tiranía del Ruido*

¹³Ibidem

¹⁴XVIII COMITE MEDFAA 93

nizaciones a personal que se licencia por disminución de la capacidad auditiva. Entre este personal se encuentran los controladores aéreos que laboran en las diferentes dependencias de control.

JUSTIFICACIÓN

El ruido es un factor que ha venido generando una serie de indemnizaciones a nivel mundial, una de ellas fue en el año de 1997 en los Estados Unidos por un porcentaje superior a los 35 millones de dólares y más de 6704 demandas en casos de sordera ocupacional de acuerdo con las estadísticas del Departamento de trabajo.¹⁴

Mediante la realización de estudios e investigaciones de decibeles superiores a los permitidos para el ser humano proponemos la implementación de barreras de mitigación de ruido, las cuales ayudarían a reducir el ruido en las torres de control de la Fuerza Aérea Colombiana, con el fin de evitarle futuras indemnizaciones del personal que labore en esta dependencia.

Con nuestro proyecto podríamos aportar una mejor seguridad a las operaciones aéreas puesto que los controladores de tránsito aéreo minimizarían el grado de estrés donde se hace necesaria una buena concentración para brindar un excelente servicio.

Con este estudio e investigación queremos dejar una iniciativa en la Fuerza Aérea, la cual consistiría en que contemple la posibilidad de la implementación de barreras de mitigación de ruido para que no tenga que malgastar tiempo y dinero en el personal que labora en la dependencia de tránsito aéreo.

Así mismo los controladores actuales y las nuevas generaciones tendrían mayor confiabilidad al realizar su respectivo trabajo ya que se sentirían seguros debido a que existe una barrera la cual ayuda en la mitigación del

ruido no solo de aeronaves sino de factores externos que se encuentren en el ambiente de trabajo y sus alrededores, igualmente nuestra propuesta facilitaría entre otros aspectos:

Brindar una alternativa de solución a bajo costo y de fácil implementación en el campo ocupacional del personal que labora en la torre de control.

Convertirse en una base de estudio y análisis de la problemática desde el ámbito de la salud ocupacional y por ende su incidencia en el manejo de recursos FAC.

Brindar los datos adquiridos en la base de Cacom- 4 que permitirán verificar la incidencia de ruido en la torre de control.

OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio y elaborar una propuesta para la implementación de barreras de mitigación de ruido en las torres de control con la finalidad de disminuir los posibles riesgos de pérdida de audición en el personal de controladores de tránsito aéreo.

ESPECÍFICOS

- Mostrar una torre virtual con adecuaciones de barreras de mitigación de ruido, en la cual se observen las modificaciones hechas en la torre.
- Realizar estudios de grados de decibeles emitidos por las aeronaves en la base de Melgar (CACOM 4), con la ayuda de un tecnólogo en higiene y seguridad industrial.
- Elaborar una encuesta dirigida al personal de controladores de tránsito aéreo en la que se determinen las medidas de protección de ruido en las torres de control de las unidades de la Fuerza Aérea Colombiana
- Realizar investigaciones acerca de las diferentes clases de barreras de mitigación de ruido y extraer las mejores.

- Brindar los posibles diseños de paneles con los cuales se pretende mitigar el ruido que genera el ámbito aeronáutico en la Fuerza Aérea Colombiana.

DISEÑO METODOLÓGICO

Para la desarrollo de nuestro proyecto que consiste en una propuesta en beneficio de los controladores de la Fuerza Aérea tendremos en cuenta como soporte las mediciones realizadas en la torre de control, la plataforma de la unidad de CACOM 4 (Melgar), la disminución de poder auditivo y los daños que están causando los altos grados de decibeles emitidos por una aeronave dentro del personal de controladores de tránsito aéreo que laboran en nuestras unidades.

Este estudio es de tipo descriptivo debido a la compilación de información e investigación de materiales que puedan mitigar el ruido en búsqueda de obtener una respuesta favorable para la salud.

POBLACIÓN

La investigación se realizó en la base de Melgar (CACOM 4) bajo condiciones normales del turno de la mañana, teniendo en cuenta la participación del personal de controladores de tránsito aéreo que se encontraban laborando en esta unidad que era un total de cinco (5). Como objeto de estudio se tomaron las mediciones correspondientes de las áreas a evaluar, la selección de estas áreas fue realizada directamente por los alumnos. Las fuentes evaluadas fueron:

- Torre de Control
- Radio Frecuencia VHF
- Helicóptero Bell 212 en plataforma y spots
- CCoba

UNIVERSO

La investigación y estudio gira en torno al beneficio de la Fuerza Aérea ya que se busca que no se presenten probablemente problemas de disminución de audición en los con-

troladores y así se evitará futuras indemnizaciones a este personal.

MUESTRA

Se toma como muestra a los controladores que se encontraban de turno (3) durante la realización de los estudios de decibeles emitidos por las aeronaves. También consideramos como muestra los resultados arrojados por los helicópteros en la plataforma en el momento del encendido.

Como podemos observar en la tabla 7 el nivel de presión sonora dentro de la torre es superior al permitido para el ser humano (85db) este nos arroja un 88.1 en ponderación A y un 89,5 en decibeles (Lin), la cual está causando una leve pero peligrosa disminución de la capacidad auditiva.

Por otra parte los encendidos de las aeronaves están en 115db, causando así una pérdida significativa de capacidad auditiva si se está expuesto a más de 7 minutos continuos de ruido.

ESTUDIO TÉCNICO

Uno de los motivos por los cuales se realizan los exámenes médicos a un personal que trabaja en una entidad privada o del Estado es con el fin de evitar posibles indemnizaciones, las cuales podrían ser de un alto costo.

Para la realización de algún examen médico, anticipadamente se efectúan unos estudios acerca del problema que afecta al personal que labora en alguna de las dependencias de la unidad, el cual está poniendo en riesgo la salud de los trabajadores y el desarrollo de las diferentes actividades que se realicen en esa dependencia.

Por esta razón y pensando en un bien para la Fuerza Aérea Colombiana nos dirigimos a la Dirección de Sanidad (DISAN) en donde nos plantearon una problemática de la pérdida de audición del personal de tripulantes y controladores de tránsito aéreo existente en las bases aéreas la cual la adoptamos para nuestro proyecto que lleva por título: ESTUDIO Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE BARRERAS DE MITIGACIÓN

DE RUIDO PARA TORRE DE CONTROL (CASO CACOM-4), por tal motivo el día 7 de junio acudimos a una cita con la aseguradora JERALDINE LLOYD THOMPSON VALENCIA & IRAGORRI, allí recibimos una asesoría acerca del sonómetro y nos fue presentado el Sr. Carlos Jair Cabezas, quien nos acompañó a realizar las mediciones. Posterior a esto iniciamos con un estudio de decibeles emitidos por aeronaves en la base de Melgar (CACOM 4) el día 8 de junio del presente año lo cual nos arrojó un estudio de vital importancia en nuestro proyecto.

En esta visita pudimos comprobar que el nivel sonoro que emiten las aeronaves es superior al permitido por los Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social respectivamente, como lo muestra las imágenes número 1 y 2.



IMAGEN No. 1

SONOMETRO SIMPSON

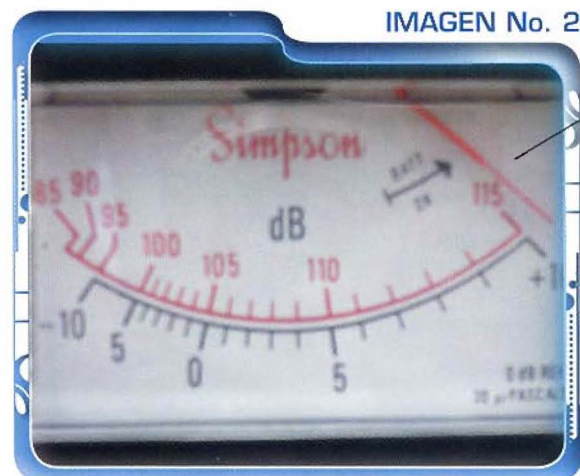


IMAGEN No. 2

Ruido superior a 115 db

DECIBELAS ALCANZADOS POR EL RUIDO DE UNA AERONAVE

Con base en estos estudios y mediciones vamos a proponer insonorizar las torres de control de la Fuerza Aérea basándonos en el caso de la torre de Melgar.

Si es viable económicamente este estudio para la Fuerza se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Se utilizarán materiales absorbentes tales como cielos rasos con funciones de aislamiento acústico, los cuales irán en la parte superior de la torre (término), compuesta por una lámina rígida de fibra de vidrio, recubierta en una de sus caras por una película de PVC. Se utilizará en espacios interiores de tráfico constante. Estas láminas son biológicamente inertes, resistente a hongos y humedad relativa. No solo funcionará como cielo raso, también será instalado en la parte inferior de las paredes de la torre como paneles teniendo un alto valor de absorción acústica y resistencia térmica.
- Una de las maneras más fáciles y económicas para la mitigación del ruido es el yeso utilizado en toda edificación, no solo sirve como aislante acústico sino también para mantener una temperatura estable en un lugar cálido, como bien sabemos este se empleará en las paredes pero no se podrá aplicar pintura sobre esta superficie.
- Como bien sabemos las torres de control se componen principalmente de ventanas con vidrios demasiado grandes para lograr una mejor visualización del tránsito de aeronaves, pero es la mayor parte que recibe el ruido. Es por eso que proponemos dos clases de ventanas acústicas con cámara sencilla o cámara doble. Las ventanas con cámara sencilla se componen de un vidrio laminado, una cámara de aire y otro vidrio laminado. Las ventanas con cámara doble se componen de un vidrio laminado, una cámara de aire, otro vidrio laminado, otra cámara de aire y otro vidrio laminado. Para la primera opción se puede aislar aproximadamente de 40 a 45 decibeles y para la segunda opción se puede aislar aproximadamente 65 a 70 decibeles.

Para ambas opciones la ventana se enmarca en aluminio tubular tacado (relleno) con madera para que las ondas acústicas no se metan por el aluminio. La instalación se llevará a cabo por medio del personal que nos suministró el servicio de estas ventanas (VID-PLEX UNIVERSAL).

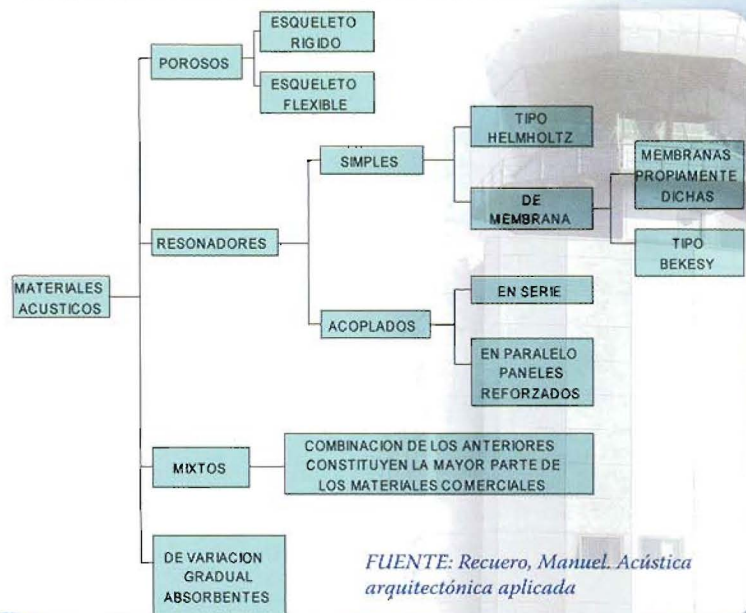
El sonido se comporta de una manera igual a la luz, aunque esta tiene una mayor longitud de onda y velocidad, pero actúa de una forma similar ya que las dos poseen propiedades tales como:

- Reflexión
- Refracción
- Difracción
- Interferencia
- Impedancia
- Resonancia
- Eco y reverberación

Por tal motivo en el transcurso de nuestro proyecto el grupo ha realizado investigaciones con referencia al comportamiento de los materiales frente al sonido que mitiguen el ruido y que sean de un bajo costo para la institución pero a la vez tenga un buen desempeño en la hora de mitigar el ruido.

Los materiales para tratamiento acústico son aquellos que tienen la propiedad de absorber o reflejar una parte importante de la energía de las ondas acústicas que chocan contra ellos.

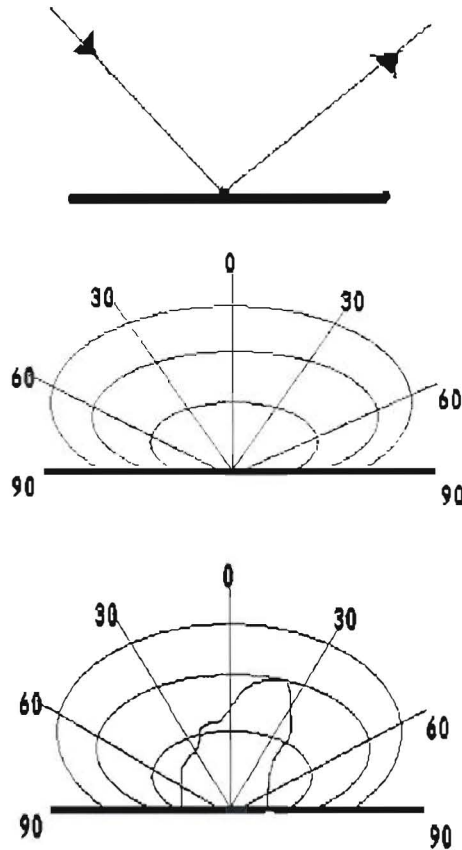
TABLA 1 Clasificación de los materiales acústicos





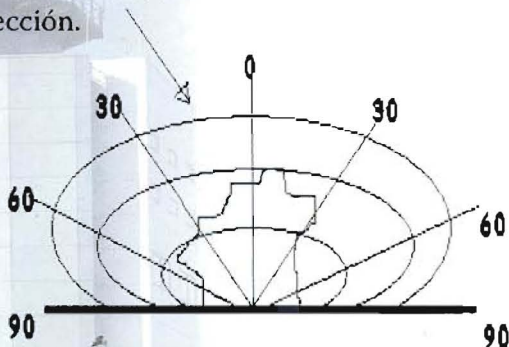
Por otra parte, existe otro tipo de clasificación según sean: absorbentes, reflectores, resonadores o difusos.

• **MATERIALES REFLECTORES:** en estos elementos la energía reflejada es mucho mayor y está concentrada alrededor de la dirección de reflexiones especulares.



Materiales reflectores. Fuente: diseño acústico de espacios arquitectónicos. ISBERT, ANTONI.

• **MATERIALES DIFUSORES:** en estos la energía reflejada es elevada y está repartida uniformemente en todas las formas de elección.

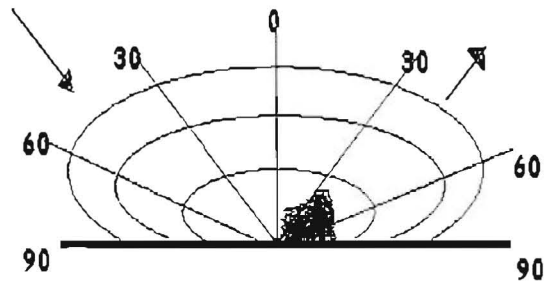


Materiales difusores. Fuente: diseño acústico de espacios arquitectónicos. ISBERT, ANTONI.

• **MATERIALES RESONADORES:** presentan una curva de absorción con un valor máximo a una determinada frecuencia.

Como objeto de la investigación se estudiaron los materiales absorbentes.

• **MATERIALES ABSORBENTES:** permiten una buena absorción del sonido. En ellos la energía reflejada es mínima. En lugar de reflejar las ondas sonoras incidentes, absorben una gran parte de energía y la transforma en calor.



Materiales absorbentes. Fuente: diseño acústico de espacios arquitectónicos. ISBERT, ANTONI.

COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES

Comportamiento frente a la estructura. En cuanto a la estructura de los materiales con los cuales proponemos la implementación de las barreras de mitigación de ruido se debe tener en cuenta:

- a) Porosidad
- b) Espesor
- c) Densidad
- d) Forma

Comportamiento frente a la temperatura. La transmisión de calor se da a través de tres procesos:

- a) Radiación
- b) Convección
- c) Conducción

Comportamiento frente al color. Los colores son reflejados dependiendo de su longitud de onda en diferentes ángulos por tal motivo son traídos a colación para este proyecto.

- a) Rojo
- b) Anaranjado
- c) Amarillo
- d) Verde
- e) Azul
- f) Añil
- g) Violeta

TABLA 1 COLOR: LONGITUD DE ONDA Y FECUENCIA

COLOR	LONGITUD DE ONDA	FRECUENCIA
Rojo	800- 650nm	400- 470 billones
Anaranjado	640- 590nm	470- 520 billones
Amarillo	580- 550nm	520- 590 billones
Verde	530-490nm	590- 650 billones
Azul	480- 460nm	650- 700 billones
Añil	450-440nm	700- 760 billones
Violeta	430- 390nm	760-800 billones

En esta investigación también hemos llegado a la conclusión que el color es una parte vital en la mitigación del ruido. En teoría los colores oscuros producirán un cierto grado de absorbencia mientras que los colores claros serán reflectantes, en al tabla 2 vemos el grado de absorción que posee cada uno de los colores. Teniendo en cuenta este cuadro vemos que los colores que poseen mayor grado de absorción son el negro, seguido por el azul, el rojo y verde.

TABLA 2 GRADO DE ABSORCIÓN SEGÚN EL COLOR

COLOR	FACTOR REFLEXIÓN	FACTOR ABSORCIÓN
Rojo	0.1- 0.35	0.9- 0.65
Anaranjado	0.1- 0.6	0.9- 0.4
Amarillo	0.05- 0.5	0.95- 0.5
Verde	0.2- 0.6	0.8- 0.4
Azul	0.04- 0.08	0.96- 0.92
Añil	0.7- 0.8	0.3- 0.2
Violeta	0.3- 0.7	0.7- 0.3

Fuente: folletos del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA

Teniendo en cuenta todos los parámetros que debe poseer un material para ser un buen aislante térmico se realizaron diferentes estudios de materiales con el fin de comprobar estas teorías y conocer, por una parte, cual

de estos materiales posee un mejor comportamiento y visualizar la influencia que posee el color y la textura.

TABLA 3 ESTUDIOS DE COLOR EN MATERIALES PARA PANELES

MATERIAL	COLOR REFLECTIVO	COLOR ABSORBENTE	DIFERENCIA
PANEL	71.1	71.2	0.5
ICOPOR	76.2	76.0	0.2
CARTON SUPERFICIE LISA	76.9	76.4	0.5
CARTON CORRUGADO	74.6	72.9	1.7
CAUCHO	74.6	74.6	0
PLASTICO	74.5	73.4	1.1

VENTANAS: Generalidades de las ventanas que se tienen en el sector estudiado. Las ventanas se pueden clasificar en dos grupos: ventanas metálicas y de aluminio. En las ventanas metálicas encontramos ventanas a ras de muro sin reja, ventanas con estructura en ángulo.

En cuanto a las ventanas de aluminio encontramos ventanas con un marco a ras del muro al lado y lado de la torre, esta misma está situada en el segundo piso de la torre y prácticamente en el centro de la estructura. Estas ventanas son utilizadas en las horas de la noche para poder visualizar el tránsito que se esté controlando o aeronaves que estén ingresando al sector.

Para lograr una mitigación de ruido en las ventanas se poseen algunas opciones como se muestra a continuación.

1. Aumentar el grosor o espesor del cristal que conforma las naves de las ventanas. El grado de aislamiento acústico del vidrio, depende de su masa, densidad, rigidez y buena colocación como se muestra en la tabla.

TABLA 4 MATERIALES TRASLUCIDOS

ESPESOR	PESO EN KG/M ²	AISLAMIENTO ACUSTICO DEL VIDRIO EN DB
2	5.20	26
3	7.21	27
4	9.52	28
5	12.07	29
6	14.60	30
7	16.09	31
10	23.37	33

VIDRIOS: Generalidades de los vidrios de la torre

Los vidrios que encontramos en el torre de control no son los apropiados ya que hacen parte de los muchos vidrios utilizados en una ventana, vitrina o lugar que necesite una resistencia en cuanto al peso de un material que pueda afectar algún objeto.

No cabe decir que estos vidrios cuentan con unas especificaciones que evitan una pequeña parte de filtración del ruido en la torre, como puede suceder en un conjunto residencial cerca de una avenida o aeropuerto.

Los vidrios encontrados en el sitio de investigación se encuentran separados a una distancia de 1cm entre sí, pero esto no sirve de nada ya que no se tiene el material que recibe el mayor impacto y evite la entrada del ruido (VIDRIO ACUSTICO O INSONORIZADO).

PUERTAS: Generalidades de las puertas que se tienen en el sector estudiado

Se tienen puertas con tragaluz montante de diferentes dimensiones y formas rectangulares, semicirculares y semiovaladas, constituido por la prolongación del marco de la puerta fijo a la pared, con un vidrio traslucido o transparente que se fija a la puerta con masilla o silicona. En algunos casos las puertas metálicas son de lámina cold roll prensada o lisa.

La forma de las puertas generalmente son rectangulares con esquinas en ángulo recto, no obstante, algunas poseen esquinas redondeadas.

Las puertas metálicas que se tienen pueden ser en lámina prensada, en lámina prensada con tragaluz, lámina lisa sencilla, lámina lisa doble o puertas en reja y vidrio. Estas puertas metálicas son altamente vibrantes.

Para lograr una mitigación de ruido en las puertas se puede:

1. Aumentar el peso de la hoja de la puerta. A mayor densidad, mayor aislamiento para sonidos aéreos, por lo cual al aumentar la masa de la puerta aumenta la pérdida por transmisión sonora.
2. Rellenar las puertas huecas con material acústico. Las puertas huecas se pueden rellenar con cámaras de poliuretano o fibra de vidrio. También se podría utilizar el producto de la molienda del caucho en estos aislamientos.
3. Instalación de puertas dobles. Consiste en la instalación de una puerta adicional para conformar una cámara de aislamiento entre las dos puertas.

CIELO RASOS: Generalidades de cielos rasos

Cielo rasos en asbesto cemento: el fibrocel es un material para cielo rasos fabricado en lámina plana de asbesto cemento y acabado rústico. Por su textura (rústica) posee buenas condiciones para la absorción del ruido. Su estructura de soporte es el aluminio.

Cielo raso en triplex: el triplex es un material formado por capas sucesivas de maderas cortadas en forma de películas y pegadas con colas especiales. La capa central es realizada en maderas ordinarias mientras que las capas externas se realizan en maderas finas. Su estructura de soporte esta conformada por listones de madera.

Cielo raso en táblex: el táblex se fabrica con virutas de madera la cual se mezcla con colas especiales. En cielo rasos se utiliza espesores de 5.5 mm. La estructura de soporte puede ser de aluminio o madera. Para lograr una mitigación de ruido en el cielo raso se poseen algunas opciones como se muestran a continuación.

1. Colocación de un material acústico sobre el cielo raso existente, como fibra de vidrio o lana natural.
2. Instalación de cielo raso acústico.

MATERIAL	ESPESOR	500 HZ
SÓLIDO (YESO - ASBESTO)	15.9	0.6
	19.1	0.7
	25.4	0.72
SEMISOLIDO (MADERA)	15.9	0.6
	19.1	0.68
	25.4	0.68
NO SÓLIDO (FIBRA DE VIDRIO)	25.4	0.69
	50.8	0.88
	76.2	1.02
LANA DE VIDRIO	19.1	0.65
	25.4	0.79
	38.1	0.88

TABLA 5. COEFICIENTES DE ABSORCIÓN EN PANELES DE CIELO RASO (DB)

EQUIPO UTILIZADO

Para la realización de las evaluaciones ambientales se utilizó un sonómetro marca SYMPSON modelo 899 con rango de medición entre 50 y 130 db. Acoplado a este se utilizó un analizador de frecuencias en bandas de octava desde 31.5 Hz hasta 16000 Hz.

El equipo cumple con el programa anual de calibración, al equipo se le realizó verificación de la calibración antes y después de la evaluación con el fin de asegurar la confiabilidad de las mediciones.

NORMAS Y REGLAMENTOS UTILIZADOS

Las normas que se tuvieron en cuenta para la realización de las evaluaciones fueron las Resoluciones Números 08321 de 1983 y la 1792 de 1990 emanadas de los Ministerios de Salud y de Trabajo y Seguridad Social, respectivamente.

Allí aparecen estipuladas las estrategias de muestreo y los valores límites permisibles para ruido continuo e intermitente.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE dB(A)
8	85
4	90
2	95
1	100
½ (30 minutos)	105
¼ (15 minutos)	110
1/8 (7.5 minutos)	115

Tabla No. 6. Valores límites permisibles para la exposición ocupacional a ruido continuo o intermitente

La tabla No. 6 presenta los valores recomendados por la legislación colombiana, para ruido continuo o intermitente durante un tiempo de exposición específica.

Estos valores límites permisibles son aplicados a ruido continuo e intermitente, sin exceder la jornada máxima laborable vigente, de 8 horas diarias.

Si se desea saber el tiempo de exposición a ruido continuo diferente a los estipulados en la tabla 1 se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$TP = \frac{8}{2^{[(L-85)/5]}}$$

Donde:

Tp = Tiempo de exposición

L = Nivel de Presión Sonora evaluado.

Los valores límites permisibles recomendados para ruido hacen referencia a niveles y a condiciones en las que se demostró estadísticamente que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día, sin protección auditiva, sin que sufran efectos adversos para la salud auditiva. Sin embargo, a causa de las amplias susceptibilidades individuales puede presentarse daños a los trabajadores en niveles por debajo de los límites permisibles

RECOLECCIÓN DE DATOS

La información recolectada en la base de Melgar (CACOM 4) nos ha servido como una fuente más confiable para hacer la propuesta de implementación de barreras de mitigación de ruido en las torres de control de la Fuerza Aérea Colombiana.

La tabla No. 7 presenta los resultados obtenidos en las evaluaciones de ruido (sonometrías), la cual contiene los siguientes datos: número de la medición, sitio o fuente evaluada, número de trabajadores directamente expuestos, presión sonora (NPS) en dB (A) y dB(Lin), los análisis de frecuencias y algunas de las observaciones tomadas durante la medición.

Los valores sombreados corresponden a aquellos sitios o fuentes que superaron el límite permisible (85 db(A)).

Tabla No. 7. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE RUIDO

Nº	Punto Evaluado	No. Exp	T.P.E Hr	NPS dB(A)	NPS dB (LIN)	ANÁLISIS DE FRECUENCIA (db (Lin))										CONCLUSIONES
						31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
	Torre de Control	2	3	88,1	89,5	69,0	71,4	72,2	72,8	76,8	76,4	79,6	83,8	84,5	77,8	Se estaba recibiendo reporte de los radios. Las personas cuentan con protección auditiva pero no la usan.
	Radio de Frecuencia VHF	1	2	86,5	90,6	72,6	73,8	83,0	86,5	85,0	82,3	77,3	71,1	62,6	53,0	Ruido generado por los radios de frecuencia en el momento de despegue de los helicópteros.
	Helicoptero Bell 212	6	9	115	104,3	86,5	87,8	86,5	96,0	100	86,3	96,3	95,0	87,5	85,5	Ruido por los helicópteros cuando se encuentran operando para los diferentes vuelos.
	C. Coba	2	5	74,0	82,7	71,5	72,2	72,5	75,4	76,3	78,4	77,5	82,6	84,5	77,3	Medición frente al radio operador y los radios de frecuencias.

Tabla No. 7. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE RUIDO

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Como se observa de la tabla No. 1, el límite permisible de exposición a ruido continuo para una jornada laboral de 8 horas es de 85 decibeles (A), valor en el cual se considera que el trabajador puede laborar sin que se afecte negativamente su salud, y que en el presente informe se utilizó como el parámetro de comparación para el análisis de los resultados.

Según los resultados obtenidos y lo observado durante la realización de las mediciones se puede analizar lo siguiente:

- Se realizaron 4 mediciones para ruido continuo, de las cuales las tres realizadas registraron niveles de presión sonora por encima del valor límite permisible de 85 db(A) para 8 horas diarias de exposición.
- Las mediciones realizadas reportaron NPS por debajo del valor límite permisible, incluso del nivel de acción (80 db(A)).
- Durante la medición las áreas funcionaron normalmente y las mediciones fueron realizadas en donde la persona se ubica para realizar sus funciones.
- En cuanto a los elementos de protección auditiva se observó que el personal que se encuentra expuesto en los tres sitios en donde se excedió el VLP no utilizan adecuadamente dichos elementos. En el área de la torre de control el personal manifiesta

que no pueden usar los protectores auditivos porque no escuchan los diferentes reportes de los radios.

BIBLIOGRAFÍA

- Aeronáutica Civil. Medidas de mitigación de ruido en zonas aledañas al aeropuerto Eldorado. Marzo de 1998
- BARÓN, ROBERT ALEX. La Tiranía del Ruido. Fondo de Cultura Económica. México. 1973
- CARRIÓN, ISBERT. Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos. Ed. Alfaomega. Barcelona.
- El Gran Libro del Color. Editorial Marshall. Barcelona
- QUINTERO JAIRO y ROJAS, AIDA. Obtención del Caucho Natural para el Empleo en la Industria de Llantas. Universidad América. Ingeniería Química. 1997
- ROBERT, J. La Acústica en la construcción. Editorial Gili 1975.
- ROJAS, NELSON. Comodidad Auditiva para Diseños Escolares.
- MEISSER, M. Acústica de los Edificios. Editores técnicos asociados. Barcelona. 1973.
- MIÑANA, JOSÉ PEREZ. Compendio Práctico de Acústica. Ed. Labor. Barcelona, España. 1969.